

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
02. Februar 2023 (02.02.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/006821 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/071088

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Juli 2022 (27.07.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
21188167.7 28. Juli 2021 (28.07.2021) EP

(71) Anmelder: TRUMPF LASERSYSTEMS FOR SEMI-
CONDUCTOR MANUFACTURING GMBH [DE/DE];
Johann-Maus-Straße 2, 71254 Ditzingen (DE).

(72) Erfinder: REGAARD, Boris; Haenflingweg 8, 70499
Stuttgart (DE).

(74) Anwalt: TRUMPF PATENTABTEILUNG; Trumpf SE
+ Co. KG Johann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditzingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): 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,

(54) Title: FOCUSING DEVICE HAVING AN IMAGE PLANE EXTENDING PARALLEL OR CONGRUENT TO A TARGET
PLANE

(54) Bezeichnung: FOKUSSIEREINRICHTUNG MIT EINER PARALLEL ODER DECKUNGSGLEICH ZU EINER
TARGETEBENE VERLAUFENDEN BILDEBENE

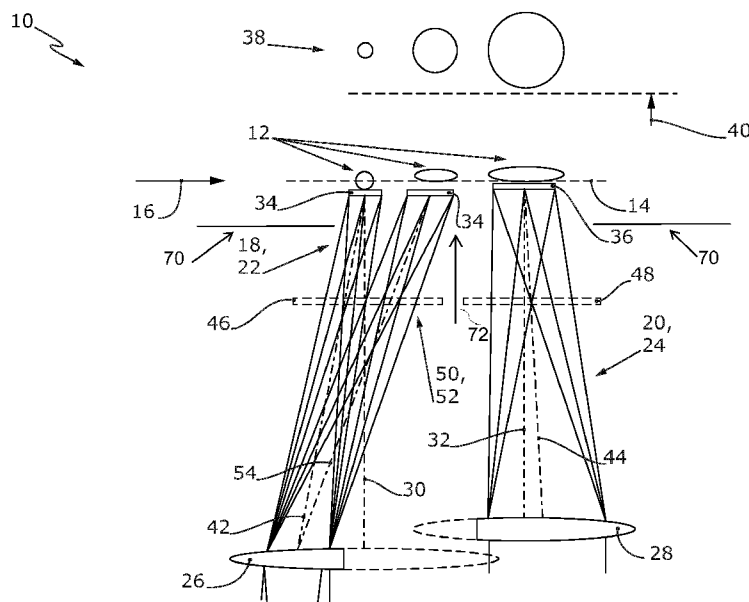


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a focusing device (10), in particular for producing EUV radiation. The focusing device (10) is designed to illuminate target material (12) on a target plane (14). The focusing device (10) comprises at least one beam-shaping element (26, 28), the optical axes (30, 32) of which are perpendicular to the target plane (14). As a result, the image plane of laser beams (18, 20) which are guided through at least one of the focusing elements (26, 28) is aligned parallel to the target plane (14). This enables the efficient irradiation of the target material (12). Completely distortion-free imaging of at least one laser beam (18, 20) can be obtained by way of an offset of the main axis of this laser beam (18, 20) with respect to the optical axis (30, 32) of the focusing element (26, 28) through which this laser beam (18, 20) is guided. A third laser beam (50) for intermediate irradiation of the target material (12)



WO 2023/006821 A1



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.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (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).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

can be guided through one of the focusing elements (26, 28).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Fokussiereinrichtung (10), insbesondere zur Erzeugung von EUV-Strahlung. Die Fokussiereinrichtung (10) ist dazu ausgebildet, Targetmaterial (12) auf einer Targetebene (14) zu beleuchten. Die Fokussiereinrichtung (10) weist zumindest ein strahlformendes Element (26, 28) auf, dessen optische Achsen (30, 32) senkrecht auf der Targetebene (14) steht. Hierdurch wird die Bildebene von Laserstrahlen (18, 20), die durch zumindest eines der fokussierenden Elemente (26, 28) geleitet werden, parallel zur Targetebene (14) ausgerichtet. Dies ermöglicht die effiziente Bestrahlung des Targetmaterials (12). Eine vollständig verzerrungsfreie Abbildung zumindest eines Laserstrahls (18, 20) kann durch eine Versetzung der Hauptachse dieses Laserstrahls (18, 20) zur optischen Achse (30, 32) des fokussierenden Elements (26, 28) erreicht werden, durch das dieser Laserstrahl (18, 20) geleitet wird. Durch eines der fokussierenden Elemente (26, 28) kann ein dritter Laserstrahl (50) zur Zwischenbestrahlung des Targetmaterials (12) geleitet werden.

**Fokussiereinrichtung mit einer parallel oder deckungsgleich zu einer
Targetebene verlaufenden Bildebene**

5

Hintergrund der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Fokussiereinrichtung zur Fokussierung von mindestens zwei Laserstrahlen auf ein sich in einem Zielbereich bewegendes Targetmaterial zur Erzeugung von EUV (extrem ultravioletter)-Strahlung, vorzugsweise zur Litho-

10

graphie, wobei die Fokussiereinrichtung Folgendes aufweist:

- a) Ein erstes fokussierendes Element zur Fokussierung eines ersten Laserstrahls auf das Targetmaterial an einer ersten Position im Zielbereich;
- b) ein zweites fokussierendes Element zur Fokussierung eines zweiten Laserstrahls auf das Targetmaterial an einer zweiten Position im Zielbereich;
- 15 c) ein reflektierendes optisches Element zur Reflexion der von dem Targetmaterial erzeugten EUV-Strahlung.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung mit einer solchen Fokussiereinrichtung.

20

Eine solche Fokussiereinrichtung und eine solche EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung sind der Anmelderin bekannt. Es kann sich jedoch dabei um internen, unveröffentlichten Stand der Technik handeln.

Weitere Fokussiereinrichtungen bzw. EUV-Strahlerzeugungsvorrichtungen sind aus der WO 2015/036024 A1 und der WO 2015/036025 A1 bekannt geworden.

5 Nachteilig an diesen Fokussiereinrichtungen bzw. Strahlerzeugungsvorrichtungen ist, dass durch eine Fokussierung der jeweiligen Laserstrahlen auf das Targetmaterial an unterschiedlichen Positionen im Zielbereich aus jeweils unterschiedlichen Richtungen die Effizienz der Targetbestrahlung verringert wird.

Aufgabe der Erfindung

10 Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Fokussiereinrichtung und eine EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung bereit zu stellen, die eine signifikant effizientere Bestrahlung des Targetmaterials ermöglicht.

Beschreibung der Erfindung

15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Fokussiereinrichtung gemäß Patentanspruch 1 und eine EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung nach Patentanspruch 8. Die Unteransprüche geben bevorzugte Weiterbildungen wieder.

20 Die Aufgabe wird somit gelöst durch eine eingangs beschriebene Fokussiereinrichtung, gekennzeichnet durch das folgende Merkmal:

- c) optische Achsen des ersten fokussierenden Elements und/oder des zweiten fokussierenden Elements, die insbesondere bis auf $\pm 4^\circ$, vorzugsweise bis auf $\pm 2^\circ$, parallel oder deckungsgleich zu der optischen Achse des reflektierenden optischen Elements ausgerichtet sind/ist.

25

Hierdurch ergibt sich, dass eine Bildebene des ersten fokussierenden Elements und/oder eine Bildebene des zweiten fokussierenden Elements senkrecht oder näherungsweise senkrecht zur optischen Achse des reflektierenden optischen Elements ausgerichtet ist. Insbesondere kann sich das Targetmaterial in einer Ebene, welche näherungsweise senkrecht oder senkrecht zur optischen Achse des reflektierenden optischen Elements und damit näherungsweise parallel, parallel oder
30 deckungsgleich mit einer der Bildebenen der beiden fokussierenden Elemente ist, bewegen (Targetebene). Durch die Ausrichtung der optischen Achse zumindest

eines der fokussierenden optischen Elemente näherungsweise parallel, parallel oder deckungsgleich zur optischen Achse des reflektierenden optischen Elements ist das Targetmaterial besonders effektiv bestrahlbar.

- 5 Das reflektierende optische Element ist dabei insbesondere zur Reflexion von EUV-Strahlung geeignet, die bei der Bestrahlung des Targetmaterials mit Laserstrahlung emittiert wird. Das reflektierende optische Element kann bspw. als near-normal incidence Kollektorspiegel mit einer reflektierenden Oberfläche in Form eines Rotationsellipsoids ausgebildet sein, wobei das reflektierende optische Element ei-
- 10 nen ersten Fokuspunkt nahe oder in einem Bereich hat, in dem das Targetmaterial mit dem oder den Laserstrahlen bestrahlt wird.

Mit anderen Worten wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass mindestens eine, vorzugsweise beide optischen Achsen der beiden fokussierenden Elemente senkrecht oder nahezu senkrecht zu einer Flugrichtung bzw. Flugbahn des Targetma-

15 terials ausgerichtet sind, wobei sich das Targetmaterial von einer ersten Position zu einer zweiten Position im Zielbereich bewegt. Dabei kann der erste Laserstrahl auf einem ersten Strahlweg der Fokussiereinrichtung in den Zielbereich geführt werden. Der zweite Laserstrahl kann auf einem zweiten Strahlweg der Fokussiereinrichtung in den Zielbereich geführt werden. Die Hauptachse des ersten

20 und/oder zweiten Strahlwegs kann dabei parallel versetzt oder verkippt zu der optischen Achse des fokussierenden Elements sein. Bei einer „klassischen“ Abbildung ist die optische Achse demgegenüber coaxial zur Hauptachse des Strahlwegs des Laserstrahls. Dadurch müssen die beiden optischen Achsen zueinander verkippt sein, um im Nahfeld die Laserstrahlen örtlich zu trennen und im Fernfeld

25 übereinanderzulegen.

In einer bevorzugten Ausführungsform können die fokussierenden Elemente parallele oder gleiche, insbesondere bis auf $\pm 4^\circ$, vorzugsweise bis auf $\pm 2^\circ$, parallele oder gleiche optische Achsen aufweisen. Hierdurch ergeben sich näherungsweise

30 parallele, parallele oder deckungsgleiche Bildebenen für die beiden fokussierenden Elemente. Das Targetmaterial ist hierdurch besonders effektiv bestrahlbar.

Das erste fokussierende Element kann in Form einer Elementgruppe ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich dazu kann das zweite fokussierende Element in Form einer Elementgruppe ausgebildet sein.

- 5 Die Hauptachse des ersten Strahlwegs verläuft vorzugsweise nicht koaxial zur optischen Achse des ersten fokussierenden Elements. Die Hauptachse des zweiten Strahlwegs verläuft vorzugsweise nicht koaxial zur optischen Achse des zweiten fokussierenden Elements.
- 10 Die jeweiligen Hauptachsen der Strahlwege können vor den fokussierenden Elementen kollimiert und kolinear sein. In einer möglichen alternativen Ausgestaltung können die einzelnen kollimierten Laserstrahlen auch nicht parallel zueinander angeordnet sein.
- 15 Im Fall, dass ein oder mehrere der Laserstrahlen im Strahlengang vor dem jeweiligen fokussierenden Element schräg abgebildet wurde(n) (bspw. beim Durchgang durch eine kollimierende Linse, deren optische Achse schräg zu einer Propagationsrichtung des Laserstrahls ausgerichtet ist) ist das fokussierende Element vorzugsweise gemäß der Scheimpflugbedingung relativ zu einer Ebene senkrecht zur
- 20 Hauptachse des Strahlwegs des Laserstrahls verkippt, um die Bildebene in der Ebene auszurichten, in der sich das Targetmaterial bewegt. Auch im Fall, dass die einzelnen kollimierten Laserstrahlen nicht parallel zueinander angeordnet sind, sind die fokussierenden Elemente, insbesondere deren Hauptebenen, vorzugsweise gemäß der Scheimpflugbedingung relativ einer Ebene senkrecht zur Haupt-
- 25 achse des Strahlwegs des Laserstrahls verkippt, um die Schärfenebene in der Ebene auszurichten, in der sich das Targetmaterial bewegt.

Das Targetmaterial ist vorzugsweise in Form eines Zinntröpfchens ausgebildet. In dem Zinntröpfchen kann durch die Bestrahlung mit Laserstrahlung ein Plasma ge-

30 neriert werden, das EUV-Strahlung emittiert.

Weiter bevorzugt ist die Hauptachse des ersten Strahlwegs und/oder die Hauptachse des zweiten Strahlwegs, insbesondere parallel, versetzt zur optischen Achse

des jeweiligen fokussierenden Elements. Ein fokussierendes Element oder beide fokussierenden Elemente ist/sind dadurch rotationsunsymmetrisch zu ihren jeweiligen optischen Achsen ausgebildet. Hierdurch kann eine verzerrungsfreie Projektion in der Bildebene erreicht werden. Beispielsweise kann ein im Querschnitt kreisrunder Laserstrahl bzw. können im Querschnitt kreisrunde Laserstrahlen eine kreisrunde Projektion aufweisen.

Besonders bevorzugt ist zumindest ein fokussierendes Element in Form eines Ausschnitts eines rotationssymmetrischen fokussierenden Elements ausgebildet. Hierdurch wird die Fokussiereinrichtung konstruktiv besonders einfach ausgebildet und die Strahlwege sind verhältnismäßig leicht berechenbar.

Wenn die Hauptachsen der Strahlwege versetzt sind, kann ein sich bewegendes Targetmaterial zeitlich versetzt durch die beiden Laserstrahlen bestrahlt werden. Mit anderen Worten kann ein sich bewegendes Targetmaterial zeitlich (und somit auch örtlich) versetzt getroffen werden, indem die optischen Achsen der beiden fokussierenden optischen Elemente parallel zueinander verschoben werden, so dass jede optische Achse durch das jeweilige Targetmaterial geht. Die optischen Achsen der fokussierenden Elemente sind vorzugsweise weniger als 3mm, insbesondere weniger als 1mm, zueinander versetzt.

Weiter bevorzugt kann zumindest ein fokussierendes Element, insbesondere können beide strahlformende Elemente, in Form einer Linse oder eines Spiegels ausgebildet sein. Im Falle eines Spiegels kann insbesondere ein Off-Axis-Parabolspiegel oder eine Kombination aus Off-Axis-Parabolspiegel und Off-Axis-Ellipsoidspiegel eingesetzt werden.

Das erste strahlformende Element und/oder das zweite strahlformende Element kann/können innerhalb einer Vakuumkammer angeordnet sein. Die Vakuumkammer kann eine erste Öffnung zum Eintritt des ersten Laserstrahls in die Vakuumkammer und/oder eine zweite Öffnung zum Eintritt des zweiten Laserstrahls in die Vakuumkammer aufweisen.

Im ersten Strahlweg und/oder im zweiten Strahlweg kann/können ein Umlenkspiegel, insbesondere eine Doppelspiegelanordnung, vorgesehen sein. Die Doppelspiegelanordnung führt zu einer signifikanten, vorzugsweise sogar vollständigen, Astigmatismusreduktion (vgl. 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, S. 852-859). Bei dieser Anordnung wird der abzubildende Laserstrahl jedoch nicht auf einer theoretischen optischen Achse geführt, die zu einer astigmatismusfreien Abbildung führt, sondern ist auf einer Eingangsseite (kollimierter Eingangsstrahl) parallel dazu versetzt, um den gewünschten Effekt einer verkippten Hauptachse auf einer Ausgangsseite mit zur Targetebene paralleler Bildebene zu erzielen. Dies entspricht im Ersatzmodell einer Linsenoptik der Verschiebung der Hauptachse des Strahlwegs des Laserstrahls zur optischen Achse der Linse. Der Winkel der Hauptachse des Strahlwegs des Laserstrahls auf der Ausgangsseite entspricht dabei dem Tangens des Abstandes der Hauptachse des Strahlwegs des Laserstrahls auf der Eingangsseite dividiert durch die effektive Fokusslänge EFL.

Die Fokussiereinrichtung kann einen dritten Strahlweg zur Führung eines dritten Laserstrahls in den Zielbereich aufweisen. Das Targetmaterial kann auf seinem Weg zunächst vom ersten Laserstrahl, anschließend vom dritten Laserstrahl und schließlich vom zweiten Laserstrahl bestrahlt werden. Der dritte Laserstrahl kann in einem Winkel von mehr als 2° , insbesondere von mehr als 4° , zum ersten Laserstrahl auf das erste fokussierende Element treffen. Der dritte Strahlweg und damit der dritte Laserstrahl weist dadurch ebenfalls eine Bildebene auf, die näherungsweise parallel, parallel oder deckungsgleich mit der Ebene, in der sich das Targetmaterial bewegt, verläuft. Die Hauptachse des dritten Strahlwegs und damit des dritten Laserstrahls verläuft – insbesondere nach dem Durchlaufen des ersten fokussierenden Elements - vorzugsweise nicht coaxial zur optischen Achse des ersten fokussierenden Elements. Alternativ kann der dritte Strahlweg oder weitere Strahlwege auch ein drittes fokussierendes Element und damit eine örtlich getrennte optische Achse aufweisen mit den gleichen Randbedingungen wie die beiden ersten Strahlengängen.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird weiterhin gelöst durch eine EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung mit einer Vakuumkammer, in die zur Erzeugung von EUV-Strahlung das Targetmaterial in den Zielbereich einbringbar ist, wobei die EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung die hier beschriebene Fokussiereinrichtung aufweist sowie
5 eine erste Strahlquelle zur Erzeugung des ersten Laserstrahls und einer zweiten Strahlquelle zur Erzeugung des zweiten Laserstrahls.

Hauptachsen der jeweiligen Laserstrahlen entsprechen dabei vorzugsweise den Hauptachsen der jeweiligen Strahlwege, entlang derer sie geführt werden.

10 Die Laserstrahlen können verschiedene Wellenlängen aufweisen. Insbesondere kann der erste Laserstrahl eine Wellenlänge zwischen 500nm und 1200nm aufweisen und der zweite Laserstrahl kann eine Wellenlänge zwischen 8µm und 12µm aufweisen. Das erste optische Element ist, insbesondere im Fall der genannten
15 Wellenlängen, vorzugsweise in Form einer Linse aus Quarzglas, Borosilikat-Kronglas, Saphirglas oder in Form eines Spiegels aus Aluminium oder Silizium-Carbid oder Kupfer ausgebildet. Das zweite optische Element ist, insbesondere im Fall der genannten Wellenlängen, vorzugsweise in Form einer Linse aus Zinkselenid oder (künstlichem) Diamant oder in Form eines Spiegels aus Kupfer ausgebildet. Die
20 genannten Materialien weisen besonders gute optische Eigenschaften bei guter Bearbeitbarkeit und guter Kühlfähigkeit auf.

In besonders bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist/sind der erste Laserstrahl und/oder der zweite Laserstrahl gepulst. Hierdurch wird u.a. ermöglicht,
25 dass die in das Targetmaterial eingebrachte Leistung und damit die Leistung der emittierten EUV-Strahlung besonders hoch ist.

Die EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung kann eine dritte Strahlquelle zur Erzeugung des dritten Laserstrahls umfassen, wobei die Hauptachse des dritten Laserstrahls
30 vorzugsweise der Hauptachse des dritten Strahlwegs entspricht.

Der dritte Laserstrahl kann gepulst sein. Der gepulste dritte Laserstrahl kann zur Erzeugung eines Zwischenpulses zwischen einem Puls durch den ersten Laserstrahl

und einem Puls durch den zweiten Laserstrahl auf das Targetmaterial eingesetzt werden.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter ausgeführten Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung und Zeichnung

Fig. 1 zeigt schematisch eine Fokussiereinrichtung gemäß dem Stand der Technik.

Fig. 2 zeigt schematisch eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Fokussiereinrichtung.

Fig. 3 zeigt schematisch eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung.

Fig. 1 zeigt eine Fokussiereinrichtung **10** gemäß dem Stand der Technik. Es handelt sich dabei zwar um Stand der Technik, der der Anmelderin bekannt ist, jedoch nicht notwendigerweise um veröffentlichten Stand der Technik.

Die Fokussiereinrichtung **10** weist ein Targetmaterial **12** auf, das sich in einer Targetebene **14** in Flugrichtung **16** bewegt. Das Targetmaterial **12** wird durch einen ersten Laserstrahl **18** und einen zweiten Laserstrahl **20** bestrahlt. Durch die Bestrahlung des Targetmaterials **12** entsteht EUV-Strahlung, die von einem reflektierenden optischen Element **70** reflektiert wird. Das reflektierende optische Element **70** weist eine optische Achse **72** auf, auf dem insbesondere ein erster und ein zweiter Fokuspunkt des reflektierenden optischen Elements **70** angeordnet ist. Insbesondere wird das Targetmaterial **12** so bestrahlt, dass die EUV-Strahlung in dem ersten Fokuspunkt entsteht und von dem reflektierenden optischen Element **70** auf den zweiten Fokuspunkt fokussiert wird. Das Targetmaterial bewegt sich vorzugsweise in einer Targetebene **14**, die senkrecht zur optischen Achse **72** des

reflektierenden optischen Elements 70 verläuft. Der erste Laserstrahl 18 wird in einem ersten Strahlweg **22** geführt und der zweite Laserstrahl 20 wird in einem zweiten Strahlweg **24** geführt. Im ersten Strahlweg 22 ist ein erstes fokussierendes Element **26** angeordnet. Im zweiten Strahlweg 24 ist ein zweites fokussierendes Element **28** angeordnet. Die fokussierenden Elemente 26, 28 sind jeweils in Form optisch fokussierender Elemente ausgebildet. Die fokussierenden Elemente 26, 28 können verschiedene Brennweiten aufweisen.

Die fokussierenden Elemente 26, 28 weisen optische Achsen **30, 32** auf, die koaxial zu den Hauptachsen der Strahlwege 22, 24 der Laserstrahlen 18, 20 verlaufen. Die Laserstrahlen 18, 20 sind aufgrund ihrer Wellenlänge und/oder Polarisation nicht überlagerbar. Die optischen Achsen 30, 32 stehen daher in einem Winkel von mehr als 4° zueinander und zur optischen Achse 72 des reflektierenden optischen Elements 70. Hierdurch stehen auch die Bildebenen **34, 36** in einem Winkel von mehr als 4° zur Targetebene 14. Dies führt zu verzerrten Abbildungen **38** der Laserstrahlen 18, 20 auf dem Targetmaterial 12 (bei Betrachtung in der Ebene der Flugrichtung). Bei Betrachtung des Targetmaterials 12 in Blickrichtung **40** werden beispielsweise im Querschnitt kreisförmige Laserstrahlen 18, 20 elliptisch abgebildet, wenn das Targetmaterial 12 nicht kugelförmig ist, sondern verformt. Eine Verformung erfolgt dabei insbesondere durch die Bestrahlung. Hierdurch erfolgt eine ineffektive Bestrahlung des Targetmaterials 12.

Fig. 2 zeigt eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Fokussiereinrichtung 10. Der Aufbau der Fokussiereinrichtung 10 entspricht bis auf die nachfolgend diskutierten Abweichungen dem Aufbau der bekannten Fokussiereinrichtung 10 gemäß Fig. 1, auf den zur Vermeidung von Wiederholungen Bezug genommen wird.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, stehen die optischen Achsen 30, 32 parallel zur optischen Achse 72 des reflektierenden optischen Elements 70. Alternativ kann auch nur eine der beiden optischen Achsen 30, 32 parallel zur optischen Achse 72 des reflektierenden optischen Elements 70 stehen. Hierdurch verläuft/verlaufen die

Bildebene(n) 34, 36 des Laserstrahls/der Laserstrahlen 18, 20 parallel oder deckungsgleich zu einer Ebene, welche die Flugbahn des Targetmaterials umfasst. Die Abbildungen 38 sind unverzerrt, sodass eine effektive Bestrahlung erfolgen kann.

5

Im vorliegenden Fall sind weiterhin die Hauptachsen **42, 44** der Strahlwege 22, 24, entlang derer die Laserstrahlen 18, 20 nach Durchlaufen der fokussierenden Elemente 34, 36 geführt werden, versetzt zu den optischen Achsen 30, 32. Alternativ kann auch nur eine der Hauptachsen 42,44 der Strahlwege 22, 24 versetzt zu der jeweiligen optischen Achse 30, 32 verlaufen. Die fokussierenden Elemente sind 26, 28 sind, wie gestrichelt in Fig. 2 angedeutet, vorzugsweise rotationssymmetrisch zu ihren jeweiligen optischen Achsen 30, 32, aber rotationsunsymmetrisch zu den Hauptachsen 42, 44 ausgebildet. Alternativ kann auch nur eines der fokussierenden Elemente 26, 28 vorzugsweise rotationssymmetrisch zur jeweiligen optischen Achsen 30, 32, aber rotationsunsymmetrisch zur Hauptachse 42, 44 ausgebildet sein.

10

15

Die fokussierenden Elemente 26, 28 sind vorzugsweise in Form von optisch fokussierenden Elementen, insbesondere jeweils in Form einer Sammellinse oder eines Sammelspiegels, ausgebildet. Es kann alternativ auch nur eines der fokussierenden Elemente 26, 28 vorzugsweise in Form eines optisch fokussierenden Elements, insbesondere in Form einer Sammellinse oder eines Sammelspiegels, ausgebildet sein.

20

In einem oder beiden Strahlwegen 22, 24 kann/können Umlenkspiegel **46, 48** angeordnet sein, die in Fig. 2 lediglich schematisch angedeutet sind. Derlei Umlenkspiegel 46, 48 beeinflussen die erfindungsgemäße optische Abbildung nicht. Die Umlenkspiegel 46, 48 können jeweils zumindest paarweise, d.h. jeweils in Form zumindest einer Doppelspiegelanordnung (nicht gezeigt) vorgesehen sein.

25

30

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 wird das Targetmaterial 12 durch einen dritten Laserstrahl **50** bestrahlt, der auf einem dritten Strahlweg **52** mit einer Hauptachse **54** geführt ist. Der dritte Strahlweg 52 geht durch das erste strahlformende

Element 26. Die Hauptachse 54 des dritten Strahlwegs 52 weist einen Winkel von mehr als 2° , insbesondere von mehr als 4° , zur Hauptachse 42 des ersten Strahlwegs 22 auf.

- 5 Das Targetmaterial 12 kann durch die Laserstrahlen 18, 20, 50 teilweise verdampfen. Hierdurch kann die Bewegung des Targetmaterials 12 in manchen Fällen lediglich näherungsweise in der Targetebene 14 erfolgen. Die Abweichungen der Flugbahn des Targetmaterials 12 von der Targetebene 14 sind in den Figuren jedoch schematisch übertrieben dargestellt.

10

Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Fokussiereinrichtung 10 als Teil einer EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung **55**. Der Aufbau der Fokussiereinrichtung 10 entspricht bis auf die nachfolgend diskutierten Abweichungen dem Aufbau der bekannten Fokussiereinrichtung 10 gemäß Fig. 2, auf den zur Vermeidung von Wiederholungen Bezug genommen wird.

15

Der in Fig. 3 gezeigte erste Laserstrahl 18 und optionale dritte Laserstrahl 50 trifft in einem Winkel von mehr als 2° , insbesondere von mehr als 4° , zur optischen Achse 30 des ersten fokussierenden Elements 26 auf das strahlformende Element 26. Dabei schneiden die Hauptachse 42 des ersten Strahlwegs 22 und die Hauptachse 54 des optionalen dritten Strahlwegs 52 die optische Achse 30 des ersten fokussierenden Elements 26 im ersten fokussierenden Element 26. Die Hauptachsen 42, 54 sind im ersten fokussierenden Element 26 mithin unversetzt zur optischen Achse 30 des ersten fokussierenden Elements 26. Hierdurch entsteht eine leichte Verzerrung der Abbildung 38 (sowie Coma im Fernfeld). Die Strahlwege 22, 52 weisen jedoch auch in dieser Ausführungsform die erfindungsgemäße gemeinsame bzw. parallele Bildebene in der Ebene, welche die Flugbahn des Targetmaterials umfßt auf.

20

25

30

In Fig. 3 ist schematisch eine erste Strahlquelle **56** zur Erzeugung des ersten Laserstrahls 18, eine zweite Strahlquelle **58** zur Erzeugung des zweiten Laserstrahls 20 und eine optionale dritte Strahlquelle **60** zur Erzeugung des dritten Laserstrahls 50 dargestellt.

In Fig. 3 ist weiterhin erkennbar, dass das Targetmaterial 12 in einen Zielbereich **62** einer Vakuumkammer **64** eingebracht ist. Die Vakuumkammer 64 kann eine erste Öffnung **66** zum Eintritt des ersten Laserstrahls 18 bzw. ersten Strahlwegs 22 aufweisen. Auch der optionale dritte Laserstrahl 50 bzw. dritte Strahlweg 52 kann durch die erste Öffnung 66 in die Vakuumkammer 64 eintreten. Die Vakuumkammer 64 kann alternativ oder zusätzlich dazu eine zweite Öffnung **68** zum Eintritt des zweiten Laserstrahls 20 bzw. zweiten Strahlwegs 24 aufweisen.

Unter Vornahme einer Zusammenschau aller Figuren der Zeichnung betrifft die Erfindung zusammenfassend eine Fokussiereinrichtung 10, insbesondere zur Erzeugung von EUV-Strahlung. Die Fokussiereinrichtung 10 ist dazu ausgebildet, Targetmaterial 12 auf einer Targetebene 14 zu beleuchten. Die Fokussiereinrichtung 10 weist zumindest mindestens ein strahlformendes Element 26, 28 auf, dessen optische Achse 30, 32 senkrecht auf der Targetebene 14 steht. Hierdurch wird die Bildebene von einem Laserstrahl 18, 20, der durch eines der fokussierenden Elemente 26, 28 geleitet wird, parallel zur Targetebene 14 ausgerichtet. Dies ermöglicht die effiziente Bestrahlung des Targetmaterials 12. Eine vollständig verzerrungsfreie Abbildung zumindest eines Laserstrahls 18, 20 kann durch eine Versetzung der Hauptachse des Strahlwegs dieses Laserstrahls 18, 20 zur optischen Achse 30, 32 des fokussierenden Elements 26, 28 erreicht werden, durch das dieser Laserstrahl 18, 20 geleitet wird. Durch eines der fokussierenden Elemente 26, 28 kann ein dritter Laserstrahl 50 zur Zwischenbestrahlung des Targetmaterials 12 geleitet werden.

Bezugszeichenliste

	10	Fokussiereinrichtung
	12	Targetmaterial
5	14	Targetebene
	16	Flugrichtung
	18	erster Laserstrahl
	20	zweiter Laserstrahl
	22	erster Strahlweg
10	24	zweiter Strahlweg
	26	erstes fokussierendes Element
	28	zweites fokussierendes Element
	30	optische Achse des ersten fokussierenden Elements 26
	32	optische Achse des zweiten fokussierenden Elements 28
15	34	Fokusebene des ersten fokussierenden Elements 26
	36	Fokusebene des zweiten fokussierenden Elements 28
	38	Abbildungen
	40	Blickrichtung
	42	Hauptachse des ersten Strahlwegs 22
20	44	Hauptachse des zweiten Strahlwegs 24
	46	Umlenkspiegel
	48	Umlenkspiegel
	50	dritter Laserstrahl
	52	dritter Strahlweg
25	54	Hauptachse des dritten Strahlwegs 52
	55	EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung
	56	erste Strahlquelle
	58	zweite Strahlquelle
	60	dritte Strahlquelle
30	62	Zielbereich
	64	Vakuumkammer
	66	erste Öffnung der Vakuumkammer 62
	68	zweite Öffnung der Vakuumkammer 62

70 reflektierendes optisches Element

72 optische Achse des reflektierenden optischen Elements 70

Patentansprüche

1. Fokussiereinrichtung (10) zur Fokussierung von mindestens zwei Laserstrahlen auf ein sich bewegendes Targetmaterial (12) in einem Zielbereich (62) zur Erzeugung von EUV-Strahlung aufweisend:
- a) Ein erstes fokussierendes Element (26) zur Fokussierung eines ersten Laserstrahls (18) auf das Targetmaterial (12) an einer ersten Position im Zielbereich (62);
- b) ein zweites fokussierendes Element (28) zur Fokussierung eines zweiten Laserstrahls (20) auf das Targetmaterial (12) an einer zweiten Position im Zielbereich (62);
- c) ein reflektierendes optisches Element (70) zur Reflexion der von dem Targetmaterial (12) erzeugten EUV-Strahlung;
- dadurch gekennzeichnet, dass
- d) die optische Achse (30) des ersten fokussierenden Elements (26) und/oder die optische Achse (32) des zweiten fokussierenden Elements (28) näherungsweise parallel oder deckungsgleich zu der optischen Achse (72) des reflektierenden optischen Elements (70) ausgerichtet sind.
2. Fokussiereinrichtung nach Anspruch 1, welche eingerichtet ist,
- e) den ersten Laserstrahl (18) entlang einer ersten Hauptachse (42) zwischen dem ersten fokussierenden Element (26) und dem Zielbereich (62) zu führen, wobei die erste Hauptachse (42) versetzt und/oder verkippt zur optischen Achse (30) des ersten fokussierenden Elements (26) ist; und/oder
- f) den zweiten Laserstrahl (20) entlang einer zweiten Hauptachse (44) zwischen dem zweiten fokussierenden Element (28) und dem Zielbereich (62) zu führen und wobei die zweite Hauptachse (44) versetzt und/oder verkippt zur optischen Achse (32) des zweiten fokussierenden Elements (28) ist.

3. Fokussiereinrichtung nach Anspruch 2, bei der das erste strahlformende Element (26) in Form eines Ausschnitts eines rotationssymmetrisch zu seiner optischen Achse (30) ausgebildeten fokussierenden Elements ausgebildet ist; und/oder
- 5 das zweite strahlformende Element (28) in Form eines Ausschnitts eines rotationssymmetrisch zu seiner optischen Achse (32) ausgebildeten fokussierenden Elements ausgebildet ist.
4. Fokussiereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der
- 10 die optischen Achsen (30, 32) des ersten fokussierenden Elements (26) und des zweiten fokussierenden Elements (28) näherungsweise parallel, parallel oder deckungsgleich zu der optischen Achse (72) des reflektierenden optischen Elements (70) ausgerichtet sind und die optischen Achsen (30, 32) des ersten fokussierenden Elements (26) und des zweiten fokussierenden Elements (28) zueinander um weniger als 3mm versetzt sind.
- 15
5. Fokussiereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das erste strahlformende Element (26) in Form einer Linse oder eines Spiegels ausgebildet ist; und/oder
- 20 das zweite strahlformende Element (28) in Form einer Linse oder eines Spiegels ausgebildet ist.
6. Fokussiereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der dem ersten fokussierenden Element (26) in Strahlrichtung gesehen eine Doppelspiegelanordnung nachgeordnet ist; und/oder
- 25 bei der dem zweiten fokussierenden Element (28) in Strahlrichtung gesehen eine Doppelspiegelanordnung nachgeordnet ist.
7. Fokussiereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welche
- 30 eingerichtet ist, einen dritten Laserstrahl (50) entlang einer dritten Hauptachse (54) in den Zielbereich (62) von dem ersten strahlformenden Element (26) zu führen, wobei die dritte Hauptachse (54) einen spitzen Winkel von

mehr als 2°, insbesondere von mehr als 4°, zur ersten Hauptachse (42) des ersten Laserstrahls (18) einnimmt.

- 5 8. EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung (55) mit einer Vakuumkammer (64), in die zur Erzeugung von EUV-Strahlung das Targetmaterial (12) in den Zielbereich (62) einbringbar ist, der Fokussiereinrichtung zur Fokussierung der mindestens zwei Laserstrahlen auf das sich bewegende Targetmaterial (12) in dem Zielbereich (62) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, sowie mit einer ersten Strahlquelle (56) zur Erzeugung des ersten Laserstrahls (18) und einer zweiten Strahlquelle (58) zur Erzeugung des zweiten Laserstrahls (20).
- 10 9. EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung nach Anspruch 8, bei der der erste Laserstrahl (18) eine erste Wellenlänge aufweist und der zweite Laserstrahl (20) eine zweite Wellenlänge aufweist, die sich von der ersten Wellenlänge unterscheidet.
- 15 10. EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung nach Anspruch 9, bei der die erste Wellenlänge zwischen 500 und 1200nm beträgt und die zweite Wellenlänge zwischen 8µm und 12µm beträgt.
- 20 11. EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, bei der der erste Laserstrahl (18) gepulst ist und/oder der zweite Laserstrahl (20) gepulst ist.
- 25 12. EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, sowie einer Fokussiereinrichtung nach Anspruch 8 mit einer dritten Strahlquelle (60) zur Erzeugung des dritten Laserstrahls (50).
- 30 13. EUV-Strahlerzeugungsvorrichtung nach Anspruch 12, bei der der dritte Laserstrahl (50) gepulst und/oder eine andere Wellenlänge als der zweite Laserstrahl (20) und/oder eine andere Polarisation als der zweite Laserstrahl (20) hat.

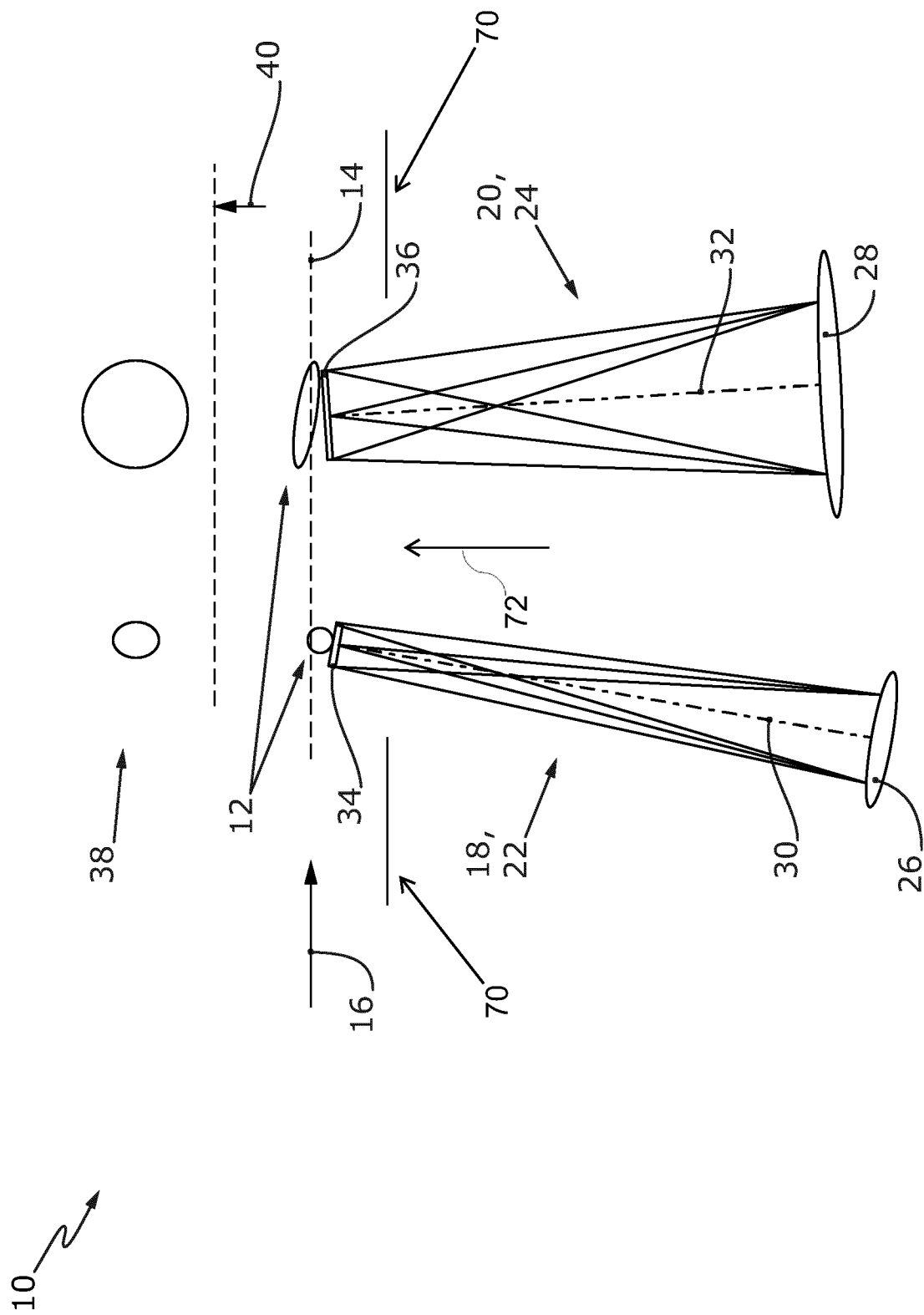


Fig. 1 - Prior Art - Stand der Technik - État de la technique

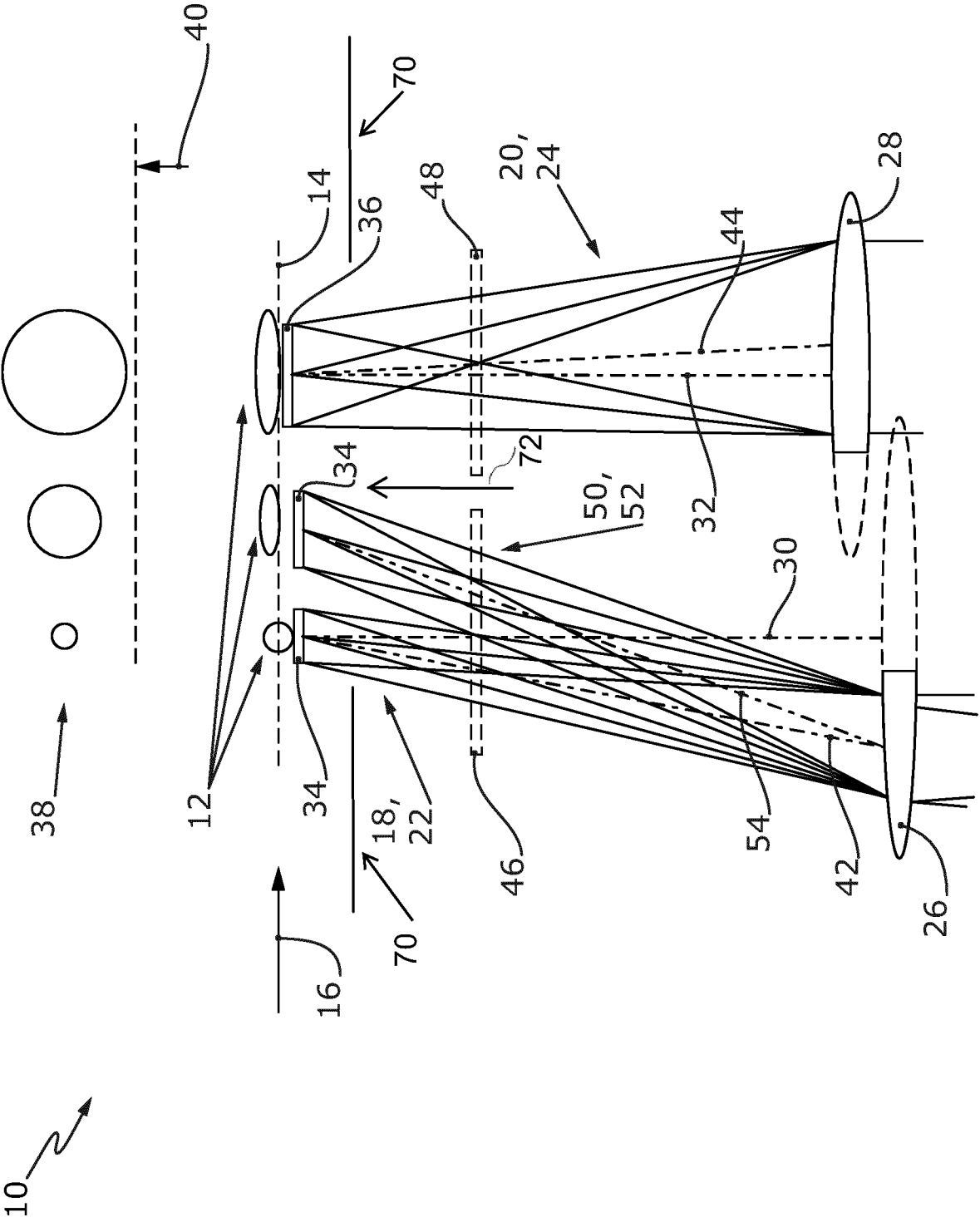
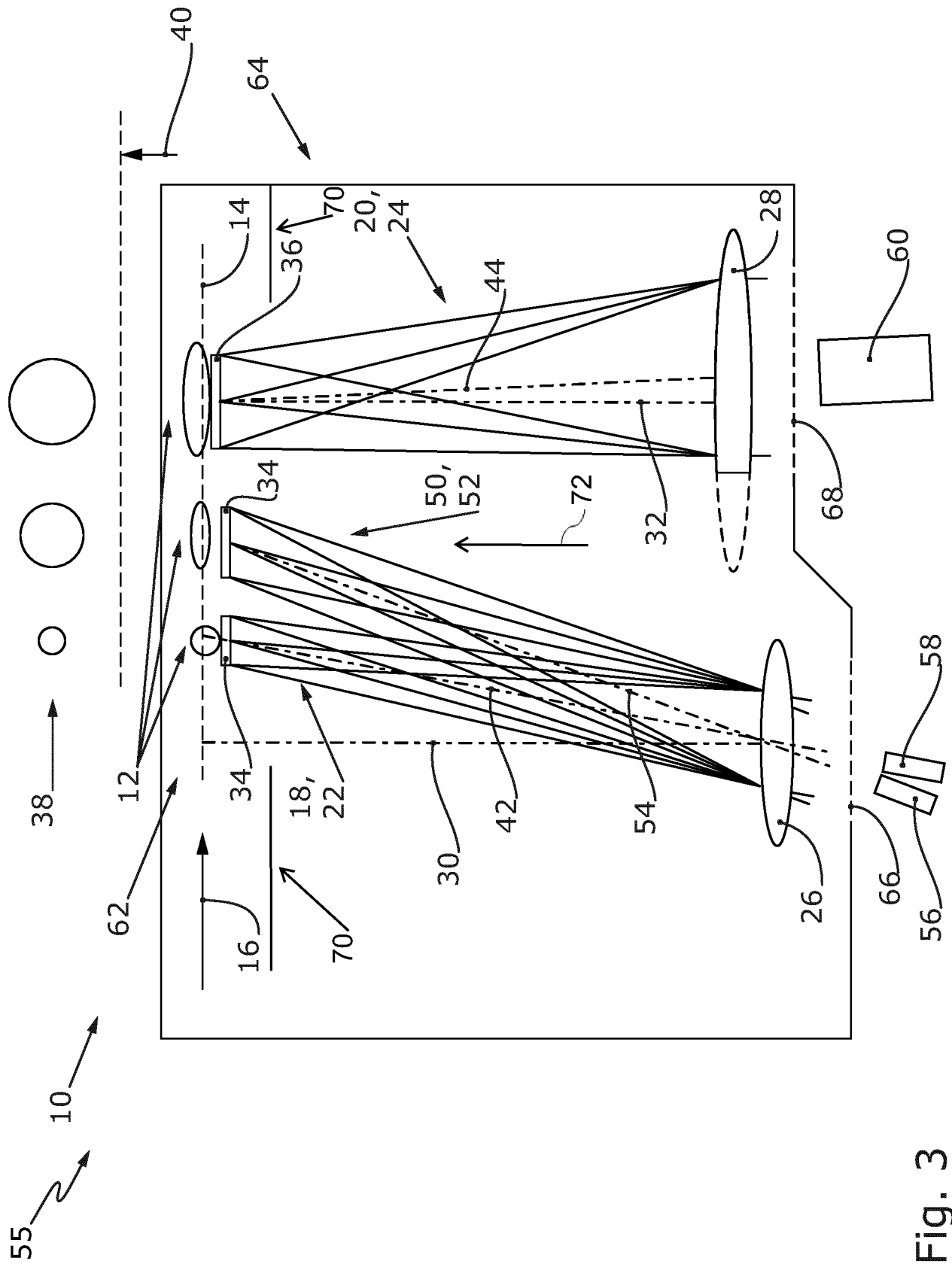


Fig. 2



3.9.

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

24 October 2022

Date of mailing of the international search report

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.

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

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
	----- -/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Schindler, Martin

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

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
