

(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
8. Oktober 2009 (08.10.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/121438 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G03F 7/20 (2006.01) *H05G 2/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/067594
- (22) Internationales Anmeldedatum:
16. Dezember 2008 (16.12.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2008 000 967.9 3. April 2008 (03.04.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CARL ZEISS SMT AG** [DE/DE]; Rudolf-Eber-Strasse 2, 73447 Oberkochen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DINGER, Udo** [DE/DE]; Heinz-Küppenbender-Strasse 4, 73447 Oberkochen (DE). **HAUF, Markus** [DE/DE]; Hafenberg 4, 89075 Ulm (DE).
- (74) Anwalt: **CARL ZEISS AG**; Carl-Zeiss-Strasse 22, 73447 Oberkochen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, JP, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: PROJECTION ILLUMINATION SYSTEM FOR EUV MICROLITHOGRAPHY

(54) Bezeichnung: PROJEKTIONSBELICHTUNGSANLAGE FÜR DIE EUV-MIKROLITHOGRAPHIE

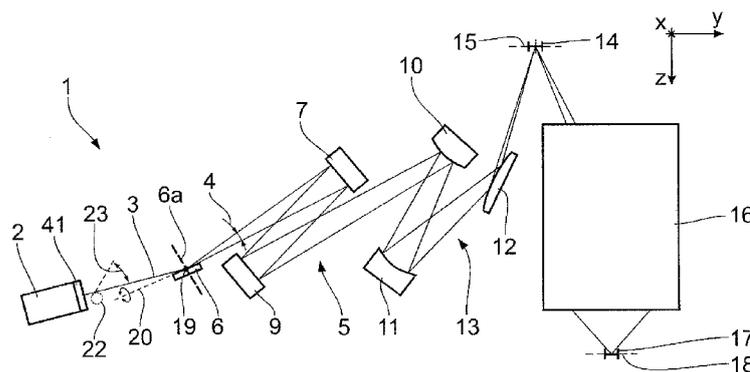


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a projection illumination system (1) for EUV microlithography, having an EUV synchronous light source (2) for generating useful EUV light (3). An illumination optic (5) serves to illuminate an object field (14) with the useful light (3). A projection optic (16) serves to display the object field (14) in an image field (17). A scanning device (6) serves to illuminate the object field (14) by deflecting the useful light (3) synchronously with a projection illumination duration. A projection illumination system results, wherein the output power of an EUV synchrotron light source can be applied as efficiently as possible to EUV projection illumination.

(57) Zusammenfassung: Eine Projektionsbelichtungsanlage (1) für die EUV-Mikrolithographie

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2009/121438 A1

hat eine EUV-Synchrotron-Lichtquelle (2) zur Erzeugung von EUV-Nutzlicht (3). Zur Beleuchtung eines Objektfeldes (14) mit dem Nutzlicht (3) dient eine Beleuchtungsoptik (5). Zur Abbildung des Objektfeldes (14) in ein Bildfeld (17) dient eine Projektionsoptik (16). Eine Scaneinrichtung (6) dient zum Ausleuchten des Objektfeldes (14) durch mit einer Projektionsbelichtungsdauer synchronisiertes Ablenken des Nutzlichts (3). Es resultiert eine Projektionsbelichtungsanlage, bei der die Ausgangsleistung einer EUV-Synchrotron-Lichtquelle möglichst effizient zur EUV-Projektionsbelichtung herangezogen werden kann.

Projektionsbelichtungsanlage für die EUV-Mikrolithographie

Die Erfindung betrifft eine Projektionsbelichtungsanlage für die EUV-Mikrolithographie nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5

Eine derartige Projektionsbelichtungsanlage ist bekannt aus der US 6,859,515 B2 und der US 5,439,781. Eine weitere Projektionsbelichtungsanlage für die EUV-Mikrolithographie ist bekannt aus der US 2007/0152171 A1.

10

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Projektionsbelichtungsanlage der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass die Ausgangsleistung einer EUV-Lichtquelle möglichst effizient zur EUV-Projektionsbelichtung herangezogen werden kann.

15

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch eine Projektionsbelichtungsanlage mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass eine Scaneinrichtung zum mit der
20 Projektionsbelichtung synchronisierten Ausleuchten des Feldfacettenspiegels eine Möglichkeit bietet, die Beleuchtungsoptik der Projektionsbelichtungsanlage zu nutzen, ohne einen oftmals geringen Divergenzwinkel der EUV-Lichtquelle aufweiten zu müssen, was in der Regel mit Verlusten verbunden ist. Eine numerische Apertur der Beleuchtungsoptik wird mit Hilfe
25 der Scaneinrichtung nicht auf einen Schlag, sondern sequentiell beispielsweise durch zeilenweises Abrastern gefüllt. Es wurde erkannt, dass viele EUV-Lichtquellen in der Regel eine so hohe Repititionsrate aufweisen, dass eine derartige sequentielle Scan-Ausleuchtung der Beleuchtungsoptik nicht zu Einschränkungen bei der Abbildungsqualität führt. Eine Projektionsbe-

lichtungsdauer ist dann verstrichen, wenn das gesamte Objektfeld mit einer vorgegebenen Beleuchtungsintensität ausgeleuchtet wurde.

- Facettenspiegel nach den Ansprüchen 2 und 3 haben sich zur Bereitstellung einer definierten Objektfeldausleuchtung als besonders geeignet herausgestellt. Der Facettenspiegel kann durch die Scaneinrichtung beleuchtet werden. Alternativ kann der Facettenspiegel auch Teil der Scaneinrichtung selbst sein.
- 10 Eine synchrotron-strahlungsbasierte EUV-Lichtquelle und insbesondere ein Freie-Elektronen-Laser (FEL) nach Anspruch 4 hat eine besonders hohe Strahlbrillanz. Alternativ zu einem FEL kann auch ein Wiggler oder ein Undulator eingesetzt sein. Die synchrotron-strahlungsbasierten EUV-Lichtquellen haben in der Regel einen geringen Divergenzwinkel, der durch die Scaneinrichtung vorteilhaft aufgeweitet werden kann. Synchrotronstrahlungsbasierte EUV-Lichtquellen haben meist eine sehr hohe Repititionsrate, was eine vorteilhafte Kombination mit der erfindungsgemäßen Scaneinrichtung ermöglicht.
- 15
- 20 Scaneinrichtungen nach den Ansprüchen 5 bis 7 sind beispielsweise im Zusammenhang mit der Entwicklung von Laser-RGB-Displays bzw. Laser-Fernsehgeräten bekannt und haben sich zur Strahlableitung auch dann, wenn höchste Ablenkfrequenzen gefordert sind, bewährt.
- 25 Ein Intensitätsmodulator nach Anspruch 8 oder 9 kann zur Erzeugung einer gezielten Intensitätsvariation während des Scanvorgangs herangezogen werden. Dies kann insbesondere zu Korrekturzwecken genutzt werden.

Ein Intensitätsmodulator nach Anspruch 10 kann zur gezielten Beeinflussung bzw. Korrektur einer Intensitätsverteilung des Nutzlichts auf dem Objektfeld genutzt werden. Wenn alle Feldfacetten des Feldfacettenspiegels mit der gleichen Intensitätsverteilung mit dem Nutzlicht beaufschlagt werden, so resultiert dies in einer entsprechenden Intensitätsverteilung über das Objektfeld.

Ein Intensitätsmodulator nach Anspruch 11 kann zur gezielten Beeinflussung oder Korrektur einer Beleuchtungswinkelverteilung über das Objektfeld genutzt werden. Die Synchronisation kann dabei derart sein, dass die Pupillenfacetten immer mit der gleichen Intensitätsverteilung beim synchronisierten Überstreichen des Pupillenfacettenspiegels beaufschlagt werden. Auf diese Weise kann eine vorgegebene und zeitlich konstante Beleuchtungswinkelverteilung erzielt werden. Die Intensitätsverteilung über den Pupillenfacettenspiegel kann aber auch bei aufeinanderfolgenden Scans verändert werden. Auf diesem Wege ist es möglich, die Beleuchtungswinkelverteilung über die Zeit zu variieren.

Eine entsprechende Wirkung wie ein Intensitätsmodulator kann eine Scaneinrichtung nach Anspruch 12 haben. Durch eine derartige Scaneinrichtung kann insbesondere eine verlustfreie Intensitätsmodulation auf den Facetten des Feldfacettenspiegels und/oder des Pupillenfacettenspiegels erreicht werden. Bereiche, die mit schnellerer Ablenkgeschwindigkeit überstrichen werden, erfahren hierbei eine geringere Intensitätsbeaufschlagung als Bereiche, die mit geringerer Ablenkgeschwindigkeit überstrichen werden.

Eine Anordnung nach den Ansprüchen 13 bis 15 erlaubt eine effiziente Ausnutzung der gesamten mittleren Leistung einer EUV-Synchrotron-Lichtquelle.

5 Entsprechendes gilt für eine Anordnung nach Anspruch 16.

Ein Feldfacettenspiegel nach Anspruch 17 lässt sich über die Scaneinrichtung mit geringem Aufwand ansteuern. Die zeilen- und spaltenweise Anordnung bedingt nicht zwingend, dass die einzelnen Feldfacetten rechteckig
10 sind. Auch eine andere Berandungsform der Feldfacetten ist möglich, beispielsweise eine gebogene, insbesondere teilringförmige Berandung.

Ein feldformender Spiegel, der als einzelne Facette ausgebildet sein kann, nach Anspruch 18 verzichtet auf einen Multi-Facetten-Aufbau.

15

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 schematisch und in Bezug auf eine Beleuchtungsoptik im
20 Meridionalschnitt eine Projektionsbelichtungsanlage für die Mikrolithographie;

Fig. 2 stark schematisiert Komponenten einer vor der Beleuchtungsoptik angeordneten Scaneinrichtung der Projektionsbelichtungsanlage;
25

Fig. 3 schematisch eine Auslegung eines Feldfacetten-Arrays eines Feldfacettenspiegels der Beleuchtungsoptik; und

Fig. 4 schematisch eine Beleuchtung einer Mehrzahl von Pupillenfacetten-Arrays von Pupillenfacettenspiegeln der Beleuchtungsoptik mit ein und demselben Feldfacettenspiegel.

- 5 Eine Projektionsbelichtungsanlage 1 für die Mikrolithographie dient zur Herstellung eines mikro- bzw. nanostrukturierten elektronischen Halbleiter-Bauelements. Eine Lichtquelle 2 emittiert EUV-Strahlung im Wellenlängenbereich beispielsweise zwischen 5 nm und 30 nm. Die Lichtquelle 2 ist als Freie-Elektronen-Laser (FEL) ausgeführt. Es handelt sich dabei um
- 10 eine Synchrotronstrahlungsquelle, die kohärente Strahlung mit sehr hoher Brillanz erzeugt. Derartige FEL sind dem Fachmann bekannt aus Pagani et al., Nucl. Instr. & Methods A463 (2001), pp9 und aus Ackermann et al., Nature photonics Voll1 (2007), 336pp. Anpassungen derzeitiger FEL-Großanlagen an die Bedürfnisse der EUV-Lithographie wurden dem
- 15 Fachmann auf dem EUVL Source Workshop zum EUVL-Symposium der internationalen Organisation Sematech im Oktober 2006 vorgestellt (vgl. „extreme ultraviolet lithography (EUVL) Symposium.International.5 CH 2006. (4 VOLS), publiziert von Curran Associates, INC. im April 2007), insbesondere in den Fachartikeln von Saldin et al., Hajima et al. und Gold-
- 20 stein. Die Proceedings dieses EUVL-Source-Workshops sind über die Internetadresse <http://www.sematech.org/meetings/archives/litho/euv/7855/> veröffentlicht. Ein kompakter FEL, der als Lichtquelle 2 in Frage kommt, ist beschrieben in der US 2007/0152171 A1. Weitere Überlegungen zur Auslegung eines FEL als Lichtquelle 2 findet der Fachmann im Fachartikel
- 25 „Design considerations for table-top, laser-based VUV and X-ray free electron lasers“ von F. Grüner et al., der unter der Internet-Adresse http://arxiv.org/PS_cache/physics/pdf/0612/0612125v1.pdf veröffentlicht ist. Der Inhalt des vorstehend genannten Standes der Technik soll vollumfänglich Bestandteil dieser Anmeldung sein.

Die Lichtquelle 2 hat eine mittlere Leistung von 2,5 kW. Die Pulsfrequenz der Lichtquelle 2 beträgt 30 MHz. Jeder einzelne Strahlungsimpuls trägt dann eine Energie von 83 μ J. Bei einer Strahlungsimpulslänge von 100 fs entspricht dies einer Strahlungsimpulsleistung von 833 MW.

5

Zur Beleuchtung und Abbildung innerhalb der Projektionsbelichtungsanlage 1 wird ein Nutzstrahlungsbündel 3 genutzt. Das Nutzstrahlungsbündel 3 wird innerhalb eines Öffnungswinkels 4, der an eine Beleuchtungsoptik 5 der Projektionsbelichtungsanlage 1 angepasst ist, mit Hilfe einer noch zu beschreibenden Scaneinrichtung 6 ausgeleuchtet. Das Nutzstrahlungsbündel 3 hat, ausgehend von der Lichtquelle 2, eine Divergenz, die kleiner ist als 5 mrad. Die Scaneinrichtung 6 ist in einer Zwischenfokusebene 6a der Beleuchtungsoptik 5 angeordnet. Nach der Scaneinrichtung 6 trifft das Nutzstrahlungsbündel 3 zunächst auf einen Feldfacettenspiegel 7. Details zur Scaneinrichtung 6 werden nachfolgend anhand der Figur 2 noch erläutert werden.

10
15

Das Nutzstrahlungsbündel 3 hat insbesondere eine Divergenz, die kleiner ist als 2 mrad und bevorzugt kleiner ist als 1 mrad. Die Spotgröße des Nutzstrahlungsbündels auf den Feldfacettenspiegel 7 beträgt etwa 4 mm.

20

Figur 3 zeigt beispielhaft eine Facettenanordnung, ein Feldfacetten-Array, von Feldfacetten 8 des Feldfacettenspiegels 7. Dargestellt ist nur ein Teil der tatsächlich vorhandenen Feldfacetten 8. Das Feldfacetten-Array des Feldfacettenspiegels 7 hat 6 Spalten und 75 Zeilen. Die Feldfacetten 8 haben eine rechteckige Form. Auch andere Formen der Feldfacetten 8 sind möglich, beispielsweise eine Bogenform oder eine ringförmige oder teilringförmige Geometrie. Insgesamt weist der Feldfacettenspiegel 7 450 Feldfacetten 8 auf. Jede Feldfacette 8 hat eine Ausdehnung von 50 mm in

25

in der Figur 3 horizontaler und 4 mm in in der Figur 3 vertikaler Richtung. Das gesamte Feldfacetten-Array hat entsprechend eine Ausdehnung von 300 mm x 300 mm. Die Feldfacetten 8 sind in der Figur 3 nicht maßstäblich dargestellt.

5

Nach Reflexion am Feldfacettenspiegel 7 trifft das in Strahlbüschel, die den einzelnen Feldfacetten 8 zugeordnet sind, aufgeteilte Nutzstrahlungs-
bündel 3 auf einen Pupillenfacettenspiegel 9. In der Figur 1 nicht darge-
stellte Pupillenfacetten des Pupillenfacettenspiegels 9 sind rund. Jedem von
10 einer der Feldfacetten 8 reflektierten Strahlbüschel des Nutzstrahlungs-
bündels 3 ist eine dieser Pupillenfacetten zugeordnet, sodass jeweils ein beauf-
schlagtes Facettenpaar mit einer der Feldfacetten 8 und einer der Pupillen-
facetten einen Strahlführungskanal für das zugehörige Strahlbüschel des
Nutzstrahlungs-
bündels 3 vorgibt. Die kanalweise Zuordnung der Pupillen-
15 facetten zu den Feldfacetten 8 erfolgt abhängig von einer gewünschten Be-
leuchtung durch die Projektionsbelichtungsanlage 1. Zur Ansteuerung je-
weils vorgegebener Pupillenfacetten sind die Feldfacettenspiegel 8 jeweils
individuell verkippt.

20 Über den Pupillenfacettenspiegel 9 und eine nachfolgende, aus drei EUV-
Spiegeln 10, 11, 12 bestehende Übertragungsoptik 13 werden die Feldfa-
cetten 8 in ein Objektfeld 14 in einer Objektebene 15 einer Projektionsop-
tik 16 der Projektionsbelichtungsanlage 1 abgebildet. Der EUV-Spiegel 12
ist als Spiegel für streifenden Einfall (grazing incidence-Spiegel) ausge-
25 führt.

Bei einer nicht dargestellten Ausführung der Beleuchtungsoptik 5, insbe-
sondere bei einer geeigneten Lage einer Eintrittspupille der Projektionsop-
tik 16, kann auf die Spiegel 10, 11 und 12 auch verzichtet werden, was zu

einer entsprechenden Transmissionserhöhung der Projektionsbelichtungsanlage für das Nutzstrahlungsbündel 3 führt.

Die lange Seite der Feldfacetten 8 steht senkrecht auf der Scanrichtung y.

- 5 Das Aspektverhältnis der Feldfacetten 8 entspricht demjenigen des schlitzförmigen Objektfeldes 14, welches ebenfalls rechteckig oder gebogen ausgeführt sein kann.

- 10 Auf dem gesamten Objektfeld 14 kommt pro vollständigem Scan des Feldfacetten spiegels 7 eine Gesamtdosis von 24,6 J an. Diese Gesamtdosis ist noch mit der Gesamttransmission der Beleuchtungsoptik 5 einerseits und der Projektionsoptik 16 andererseits zu multiplizieren.

- 15 In der Objektebene 15 im Bereich des Objektfeldes 14 ist ein das Nutzstrahlungsbündel 3 reflektierendes und in der Figur 1 nicht dargestelltes Retikel angeordnet.

- 20 Die Projektionsoptik 16 bildet das Objektfeld 14 in ein Bildfeld 17 in einer Bildebene 18 ab. In dieser Bildebene 18 ist bei der Projektionsbelichtung ein nicht dargestellter Wafer angeordnet, der eine lichtempfindliche Schicht trägt, die während der Projektionsbelichtung mit der Projektionsbelichtungsanlage 1 belichtet wird.

- 25 Zur Erleichterung der Darstellung von Lagebeziehungen wird nachfolgend ein xyz-Koordinatensystem verwendet. Die x-Achse steht senkrecht auf der Zeichenebene der Figur 1 und weist in diese hinein. Die y-Achse verläuft in der Figur 1 nach rechts. Die z-Achse verläuft in der Figur 1 nach unten.

Bei der Projektionsbelichtung werden sowohl das Retikel als auch der Wafer in der Figur 1 in y-Richtung synchronisiert gescannt. Der Wafer wird während der Projektionsbelichtung mit einer Scangeschwindigkeit von typisch 200 mm/s in der y-Richtung gescannt.

5

Figur 2 zeigt die Scaneinrichtung 6 für das Nutzstrahlungsbündel 3 stärker im Detail. In der Figur 2 wird zur Erleichterung der Darstellung von Lagebeziehungen ein x' - y' -Koordinatensystem verwendet. Die x' -Achse, die zur x-Achse parallel ist, verläuft in der Figur 2 nach rechts. Die y' -Achse, die in der yz-Ebene liegt, verläuft in der Figur 2 nach oben.

Bei der Scaneinrichtung 6 handelt es sich um einen das Nutzstrahlungsbündel 3 streifend reflektierenden Scanspiegel, der um eine zur x' -Achse parallele Zeilenvorschubs-Achse 19 und um eine hierzu senkrechte Spaltenscan-Achse 20 verkippt. Beide Achsen 19, 20 liegen in einer reflektierenden Spiegelfläche 21 der Scaneinrichtung 6. Die Zeilenvorschub-Achse 19 ist parallel zur x' -Achse in der Figur 2. Die Spaltenscan-Achse 20 ist parallel zur y' -Achse in der Figur 2.

In der Figur 2 ist der Feldfacettenspiegel 7 schematisch als 4 x 4-Array mit vier horizontalen Zeilen zu je vier Feldfacetten 8 dargestellt. Die nachfolgenden Frequenz- und Zeitdaten beziehen sich auf die Beleuchtung des im Zusammenhang mit der Figur 3 bereits beschriebenen Feldfacettenspiegels 7 mit dem 6 x 75-Array. Die Verkipfung um die Spaltenscan-Achse 20 erfolgt mit der Zeilenfrequenz von 7,5 kHz. Dabei wird die Spiegelfläche 21 um +/- 4,5° verkippt, was zu einem Ablenkwinkel für das Nutzstrahlungsbündel 3 von +/- 9° führt. Entsprechend ist die Verweildauer des Nutzstrahlungsbündels 3 auf jeweils einer Zeile des Feldfacettenspiegels 7 133,3 µs. Der Zeilenvorschub erfolgt durch synchronisierte Verkipfung um

die Zeilenvorschub-Achse 19, sodass die 75 Zeilen mit korrektem Zeilenabstand abgerastert werden, wobei die Verkippung um die Zeilenvorschub-Achse 19 auch für eine Rückkehr des Nutzstrahlungsbündels 3 von der letzten abgerasterten Feldfacette 8z hin zur ersten abzurasternden Feldfacette 8a sorgt. Um die Zeilenvorschub-Achse 19 wird die Spiegelfläche 21 daher zusätzlich mit einer Frequenz von 100 Hz verkippt. Die Verweildauer pro einzelner Feldfacette 8 beträgt 22,2 μ s. Während der Verweildauer auf einer Feldfacette 8 treffen also 660 EUV-Strahlungsimpulse auf die Feldfacette 8.

10

Der Abstand zwischen der Spiegelfläche 21 und dem Feldfacettenspiegel 7 beträgt etwa 1 m.

Anstelle einer Verkippung um die Spaltenscan-Achse 20 kann der Zeilenvorschub auch mit Hilfe eines nicht dargestellten Polygonscanners, der um die Spaltenscan-Achse 20 rotiert, erzeugt werden. Dieser Polygonscanner weist zur Spiegelkipppvariation um $\pm 4,5^\circ$ insgesamt 40 Polygonfacetten auf, ist also in Umfangsrichtung um seine Rotationsachse als regelmäßiges 40-Eck ausgebildet. Eine Zeilenfrequenz von 7,5 kHz wird mit einer Rotationsfrequenz des Polygonscanners von 187,5 Hz erreicht. Bei der Ausführung der Scaneinrichtung 6 mit dem nicht dargestellten Polygonspiegel ist diesem ein Kippspiegel vor- oder nachgeordnet, der, wie vorstehend beschrieben, um die Zeilenvorschub-Achse 19 verkipptbar ist.

25 Das Objektfeld 14 hat eine Schlitzweite parallel zur Scanrichtung y von 2 mm und eine Schlitzbreite senkrecht zur Scanrichtung, also in x-Richtung, von 26 mm. Bei einer Dosis von 24,6 J auf dem Retikel und einer Transmission der Projektionsoptik 16 von 0,3 % ergibt sich pro vollständigem Scan des Feldfacettenspiegels 7 eine Dosis von 74 mJ auf dem Wafer. Die

flächenbezogene Dosis auf dem Objektfeld 14 ist 150 mJ/cm^2 . Bei einer angenommenen Sensitivität der lichtempfindlichen Schicht des Wafers von $10\text{-}20 \text{ mJ/cm}^2$ steht mit der Lichtquelle 2 typisch ein Faktor 7,5 bis zu einem Faktor 15 mehr Licht als zur Belichtung einer derartigen lichtempfindlichen Schicht notwendig zur Verfügung. Prinzipiell ist es also möglich, mit ein und derselben Lichtquelle 2 eine Mehrzahl von Objektfeldern 14 gleichzeitig auszuleuchten.

Bei einer ersten Variante einer derartigen gleichzeitigen Ausleuchtung mehrerer Objektfelder 14 wird das Nutzstrahlungsbandel 3 gleich nach dem Verlassen der Lichtquelle 2 von einem in der Figur 1 gestrichelt dargestellten Polygonspiegel 22 in der yz-Ebene über einen Auffächer-Winkel 23 von 45° aufgefächert. Das so aufgefächerte Nutzstrahlungsbandel 3 wird dann auf insgesamt 10 Beleuchtungsoptiken 5 verteilt, die jeweils $1/10$ des gesamten Auffächerwinkels aufnehmen. In jedem der zehn Strahlengänge für das Nutzstrahlungsbandel 3 ist dann eine Scaneinrichtung 6 nach Art derjenigen angeordnet, die vorstehend bereits erläutert wurde.

Bei einer Repetitionsrate der Lichtquelle 2 von 30 MHz ist zur Auffächerung des Nutzstrahlungsbandels 3 zur Bedienung von insgesamt zehn Beleuchtungsoptiken 5 über einen Auffächerwinkel 23 von 45° ein Polygonspiegel 22 mit insgesamt 16 gleich verteilten Polygonfacetten notwendig, der mit einer Rotationsfrequenz von 87,5 kHz rotiert.

Wenn mehrere Beleuchtungsoptiken 5 bedient werden sollen, können die Anforderungen an den Polygonscanner 22 dadurch reduziert werden, dass die Gesamtzahl der Feldfacetten 8 beispielsweise auf 100 Feldfacetten reduziert wird.

Bei einer weiteren Variante der Auslegung der Projektionsbelichtungsanlage 1 zur Beleuchtung mehrerer Objektfelder 14 wird ein und derselbe Feldfacettenspiegel 24 verwendet, für den ein Ausführungsbeispiel in der Figur 4 dargestellt ist. Der Feldfacettenspiegel 24 weist Facettenspiegelabschnitte 5 25, 26, 27, 28, 29, 30 auf, deren Facettenanordnung jeweils derjenigen des Feldfacettenspiegels 7 entspricht. Der Feldfacettenspiegel 24 hat also insgesamt 24 Spalten zu je 75 Zeilen einzelner Feldfacetten 8. Pro Facettenspiegelabschnitt 25 bis 30 können auch weniger als 450 Feldfacetten 8 vorgesehen sein.

10

Jeder der Facettenspiegelabschnitte 25 bis 30 leuchtet einen ihm zugeordneten Pupillenfacettenspiegel 31 bis 36 aus. Dies wird durch eine entsprechende Verkippung der Feldfacetten der jeweiligen Facettenspiegelabschnitte 25 bis 30 erreicht.

15

Der Pupillenfacettenspiegel 31, der dem Facettenspiegelabschnitt 25 zugeordnet ist, wird in einem runden Bereich vollständig ausgeleuchtet. Es handelt sich hierbei um ein sogenanntes konventionelles Beleuchtungssetting, bei dem eine Pupille der Beleuchtungsoptik 5 gleichmäßig gefüllt ist.

20

Der Pupillenfacettenspiegel 32, der dem Facettenspiegelabschnitt 26 zugeordnet ist, wird annular, also ringförmig, ausgeleuchtet.

Der Pupillenfacettenspiegel 33, der dem Facettenspiegelabschnitt 27 zugeordnet ist, wird wie der Pupillenfacettenspiegel 31 ausgeleuchtet mit dem Unterschied, dass zentral ein Stern 37 mit vier Zacken ausgespart ist. Entsprechend dieser Sternform fehlen auf dem Objektfeld 14, das mit dem Pupillenfacettenspiegel 33 ausgeleuchtet wird, Beleuchtungsrichtungen.

Der Pupillenfacettenspiegel 34, der dem Facettenspiegelabschnitt 28 zugeordnet ist, wird vergleichbar zum Pupillenfacettenspiegel 32 annular, also ringförmig, ausgeleuchtet, wobei die Ringbreite bei der Ausleuchtung des Pupillenfacettenspiegels 34 bei gleichem Ringdurchmesser etwa halb so groß ist wie die Ringbreite der Ausleuchtung des Pupillenfacettenspiegels 32.

Der Pupillenfacettenspiegel 35, der dem Facettenspiegelabschnitt 29 zugeordnet ist, wird vergleichbar zum Pupillenfacettenspiegel 33 ausgeleuchtet, wobei beim Pupillenfacettenspiegel 35 zentral ein sternförmiger Bereich 38 mit insgesamt fünf Zacken ausgespart, also nicht ausgeleuchtet ist.

Der Pupillenfacettenspiegel 36, der dem Facettenspiegelabschnitt 30 zugeordnet ist, wird vergleichbar zum Pupillenfacettenspiegel 31 ausgeleuchtet, allerdings mit reduziertem Ausleuchtungsdurchmesser, sodass die maximalen Beleuchtungswinkel, die mit der Beleuchtungsoptik 5 mit dem Pupillenfacettenspiegel 36 erzielt werden, gegenüber dem maximalen Beleuchtungswinkel der anderen Beleuchtungsoptiken 5 mit den Pupillenfacettenspiegeln 31 bis 35 reduziert ist.

20

Neben den Gestaltungen, die vorstehend im Zusammenhang mit den Pupillenfacettenspiegeln 31 bis 36 erläutert wurden, sind auch andere Gestaltungen möglich, beispielsweise Dipol-, Quadrupol- oder andere Formen von Multipol-Gestaltungen.

25

Ein Zeilenvorschub, das heißt ein Wechsel zwischen den verschiedenen Zeilen des Feldfacettenspiegels 7 kann alternativ auch durch Reflexion an einem parallel zu den Spalten des Feldfacettenspiegels 7 verlagerten Facettenspiegel 39 erzielt werden, der in der Figur 2 rechts unten dargestellt ist.

Die Verlagerungsrichtung des Facettenspiegels 39 ist parallel zur y-Richtung. Je nach dem Aufttrittpunkt des Nutzstrahlungs**5** bündels 3 auf einer der Facetten 40 des Facettenspiegels 39 wird das Nutzstrahlungs**10** bündel 3 in eine andere Zeile des Feldfacettenspiegels 7 gelenkt. Dargestellt ist in der Figur 2 ein Facettenspiegel 39 mit fünf Facetten 40. Diese Darstellung ist vereinfachend. Zur Ausleuchtung des Facettenspiegels 7 nach Figur 3 ist ein Facettenspiegel 39 mit 75 Facetten erforderlich. Diese Facettierung in 75 Facetten kann dann noch mit einer Facettierung in Umfangsrichtung um die Spaltenscan-Achse 20 kombiniert werden, so dass der Facettenspiegel 39 die Gestalt eines facettierten konvexen Körpers, insbesondere einer facettierten Kugel erhält. Anstelle der Facettierung kann bei hinreichen kleinen Nutzstrahlungs**15** bündeln 3 der Facettenspiegel 39 auch mit einer kontinuierlichen Kontur ausgestaltet sein, wobei zwischen den Facettenflächen kontinuierliche Übergänge und keine scharfen Kanten vorliegen. Die planen Abschnitte zwischen diesen weichen Übergängen haben die gleichen Normalenvektoren wie bei der Ausführung mit den scharfen Kanten.

Bei einer weiteren Variante der Projektionsbelichtungsanlage 1 ist die Lichtquelle 2 mit einem Intensitätsmodulator 41 zur Modulierung der Intensität des Nutzstrahlungs**20** bündels 3 ausgestattet. Der Intensitätsmodulator 41 steht zur Synchronisation mit der Scaneinrichtung 6 und ggf. mit der Ansteuerung des Polygonspiegels 22 in Signalverbindung. Der Intensitätsmodulator 41 kann so betrieben werden, dass das Nutzstrahlungs**25** bündel 3 während des Überstreichens einer einzelnen Feldfacette 8 eines Feldfacettenspiegels, beispielsweise des Feldfacettenspiegels 7, in seiner Intensität beeinflusst wird. Wenn diese Beeinflussung bei allen überstrichenen Feldfacetten 8 des Feldfacettenspiegels 7 in gleicher Weise erfolgt, resultiert eine entsprechende Beeinflussung der Intensitätsverteilung der Ausleuchtung im Objektfeld 14.

Alternativ oder zusätzlich kann die Intensitätsmodulation über den Intensitätsmodulator 41 so mit der Scaneinrichtung 6 und ggf. mit dem Polygonspiegel synchronisiert erfolgen, dass das Nutzstrahlungsbündel 3 synchronisiert zum Überstreichen eines Pupillenfacettenspiegels in seiner Intensität beeinflusst wird. Hierdurch kann eine Korrektur der Beleuchtungswinkelverteilung über das Objektfeld 14 erzielt werden.

Eine der Intensitätsmodulation mit dem Intensitätsmodulator 41 entsprechende Wirkung kann auch durch Variation der Ablenkgeschwindigkeit der Ablenkung des Nutzstrahlungsbündels 3 beim Überstreichen des Feldfacettenspiegels 7 erzielt werden. Wenn beispielsweise der Feldfacettenspiegel 7 mit variierender Ablenkgeschwindigkeit so abgerastert wird, dass die Mitte einer jeden Feldfacette 8 schneller überstrichen wird als die beiden Ränder am rechten und linken Rand der Feldfacette 8, resultiert eine Beaufschlagung des Objektfeldes 14 mit dem Nutzstrahlungsbündel 3, bei dem das Zentrum im Vergleich zum Rand weniger stark beaufschlagt ist.

Eine Intensitätsmodulation der Lichtquelle 2 ist beispielsweise möglich durch ein Abschalten von Strahlungsimpulsen, durch eine Störung der Laserfunktion, beispielsweise durch gezieltes Verstimmen des Resonators und/oder durch Modulation der Laserfrequenz.

Ein Abschalten von Strahlungsimpulsen kann durch Ansteuerung eines Q-Switches oder durch resonatorintern oder resonatorextern angeordnete elektrooptische oder akkustooptische Modulatoren bzw. Deflektoren (EOM, AOM) erfolgen. Eine Störung der Laserfunktion kann beispielsweise durch zusätzlich geschaltete elektromagnetische Felder erfolgen. Eine Wellenlänge der EUV-Nutzstrahlung kann beispielsweise durch nachträgliche Streuung an einem relativistischen Elektronenstrahl durch den inver-

sen Compton-Effekt verstimmt werden. Für diese Verstimmung kann ein Teil der zu recycelnden Elektronen eines FEL verwendet werden. Die Verstimmung der Wellenlänge der EUV-Nutzstrahlung muss größer sein als eine Bandbreite von EUV-Reflexionsbeschichtungen auf den Spiegelelementen der Beleuchtungsoptik 5. Eine derartige Reflexionsbeschichtung kann als Mehrlagen (Multilayer)-Beschichtung ausgeführt sein.

Eine pulsweise Ansteuerung der Lichtquelle 2 ermöglicht eine gezielte Vorgabe einerseits einer Intensitätsverteilung und andererseits einer Beleuchtungswinkelverteilung über das Objektfeld 14.

Jedem Feldpunkt im Objektfeld 14 sind entsprechend konjugierte Punkte auf den einzelnen Feldfacetten 8 zugeordnet. Soweit die Strahlungsimpulse des Nutzstrahlungsbündels 3 jeweils dann unterdrückt werden, wenn sie ansonsten diese Facettenpunkte, die einem bestimmten Feldpunkt zugeordnet sind, beaufschlagen, kann die Beleuchtungsintensität im entsprechenden Feldpunkt beeinflusst werden. Wenn N Feldfacetten 8 zur überlagernden Beleuchtung des Objektfelds 14 zum Einsatz kommen, kann durch Unterdrückung der Beleuchtung an einem Facettenpunkt einer der Feldfacetten 8 eine Korrektur mit einer relativen Genauigkeit von $1/N$ erreicht werden.

Bei einem gegebenen Punkt auf dem Objektfeld 14 entspricht jeder Ausleuchtungskanal, der einer der Feldfacetten 8 über den Pupillenfacettenspiegel 9 zugeordnet ist, einem bestimmten Beleuchtungswinkel. Eine Intensitätsmodulation der Strahlungsimpulse des Nutzstrahlungsbündels 3 derart, dass gesamte derartige Ausleuchtungskanäle unterdrückt werden, ermöglicht entsprechend eine Beeinflussung der Beleuchtungswinkelverteilung über das Objektfeld 14.

- 17 -

Grundsätzlich kann anstelle eines eine Mehrzahl von Feldfacetten aufweisenden Feldfacettenspiegels auch der Feldfacettenspiegel als Teil der Scaneinrichtung selbst vorgesehen sein. Der Feldfacettenspiegel hat dann genau eine Facette, die um zwei Freiheitsgrade angetrieben verkipptbar ist und hierdurch z. B. die Pupillenfacetten des Pupillenfacettenspiegels oder das Objektfeld auch direkt ausleuchtet.

Patentansprüche

1. Projektionsbelichtungsanlage (1) für die EUV-Mikrolithographie
 - mit einer EUV-Lichtquelle (2) zur Erzeugung von EUV-Nutzlicht
 - 5 (3),
 - mit einer Beleuchtungsoptik (5) zur Beleuchtung eines Objektfeldes (14) mit dem Nutzlicht (3),
 - mit einer Projektionsoptik (16) zur Abbildung des Objektfeldes (14) in ein Bildfeld (17),
- 10 **gekennzeichnet durch** eine Scaneinrichtung (6) zum Ausleuchten des Objektfeldes (14) durch mit einer Projektionsbelichtungsdauer synchronisiertes Ablenken des Nutzlichts (3).

- 15 2. Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungsoptik (5) mindestens einen Pupillenfacettenspiegel (9) mit einer Mehrzahl von Pupillenfacetten zur Vorgabe einer Beleuchtungswinkelverteilung des Objektfeldes (14) aufweist.

- 20 3. Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungsoptik (5) mindestens einen Feldfacettenspiegel (7) mit einer Mehrzahl von Feldfacetten zur Vorgabe einer Form des ausgeleuchteten Objektfeldes (14) aufweist.

- 25 4. Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als EUV-Lichtquelle (2) eine synchrotron-strahlungsbasierte Lichtquelle, insbesondere ein Freie-Elektronen-Laser, eingesetzt ist.

5. Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scaneinrichtung (6) mindestens einen angetrieben verkippbaren Spiegel mit einer einzigen Spiegelfläche (21) aufweist.
- 5
6. Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scaneinrichtung mindestens einen Polygonspiegel (22) aufweist.
- 10
7. Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scaneinrichtung (6) mindestens einen translatorisch hin- und her bewegbaren Spiegel (39) mit mindestens zwei zueinander verkippt angeordneten Reflexionsflächen (40) aufweist.
- 15
8. Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet durch** einen Intensitätsmodulator (41) für das Nutzlicht (3).
- 20
9. Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Intensitätsmodulator (41) synchronisiert zur Ablenkung durch die Scaneinrichtung (6) das Nutzlicht (3) in seiner Intensität beeinflusst.
- 25
10. Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Intensitätsmodulator (41) so angesteuert ist, dass das Nutzlicht (3) während des Überstreichens einer einzelnen Feldfacette (8) in seiner Intensität beeinflusst wird.

11. Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Intensitätsmodulator (41) so angesteuert ist, dass das Nutzlicht (3) synchronisiert zum Überstreichen des Pupillenfacettenspiegels in seiner Intensität beeinflusst wird.
- 5
12. Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scaneinrichtung (6) derart angesteuert ist, dass die Ablenkung des Nutzlichts (3) synchronisiert in ihrer Ablenkgeschwindigkeit variiert wird.
- 10
13. Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **gekennzeichnet durch** eine Mehrzahl von mittels der Scaneinrichtung (6) ausgeleuchteten Objektfeldern.
- 15
14. Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 13, **gekennzeichnet durch** eine Mehrzahl von Pupillenfacettenspiegeln (31 bis 36) mit diesen jeweils zugeordneten Objektfeldern, Projektionsoptiken und Bildfeldern.
- 20
15. Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mehrzahl von Pupillenfacettenspiegeln (31 bis 36) von ein und demselben Feldfacettenspiegel (24) ausgeleuchtet werden.
- 25
16. Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 15, **gekennzeichnet durch** eine Mehrzahl von Feldfacettenspiegeln, die von der Scaneinrichtung (22, 6) wechselweise ausgeleuchtet werden.

17. Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Feldfacettenspiegel (7) ein zeilen- und spaltenweise ausgerichtetes Array aus Feldfacetten (8) aufweist.
- 5 18. Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scaneinrichtung einen feldformenden Spiegel aufweist, der um zwei Freiheitsgrade angetrieben verkippar ist.

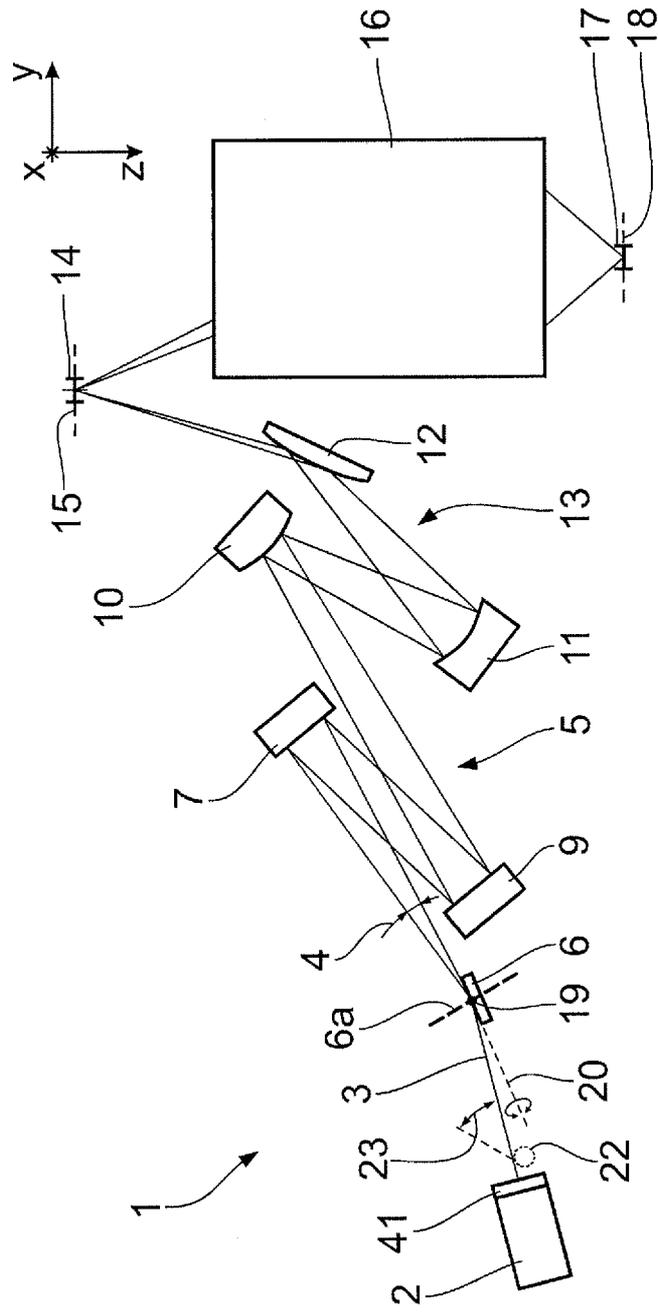


Fig. 1

3/4

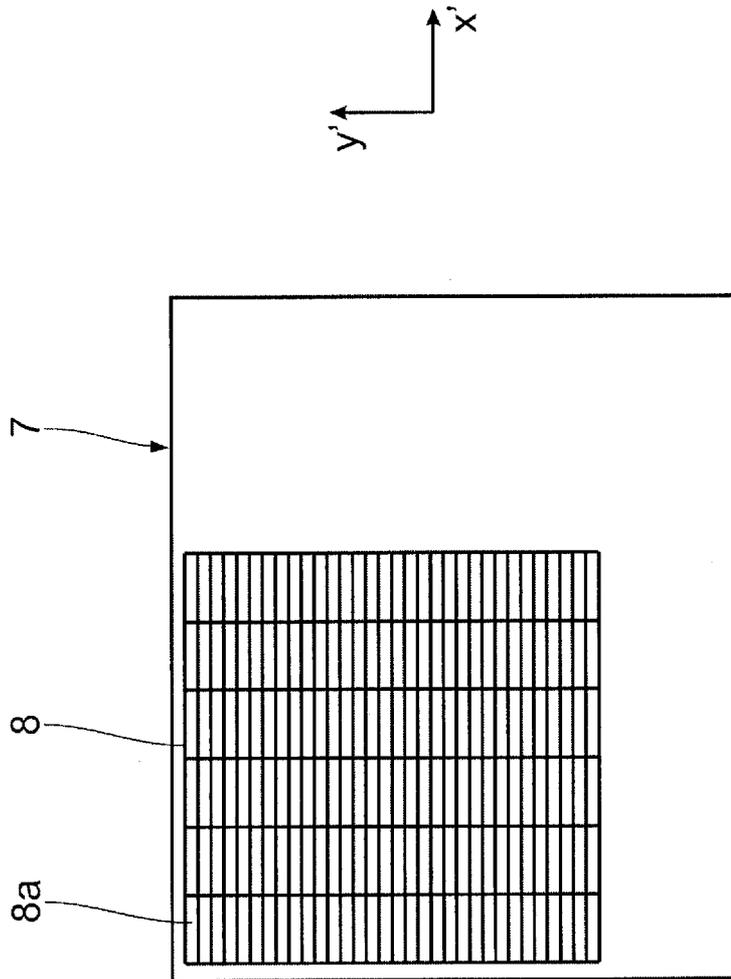


Fig. 3

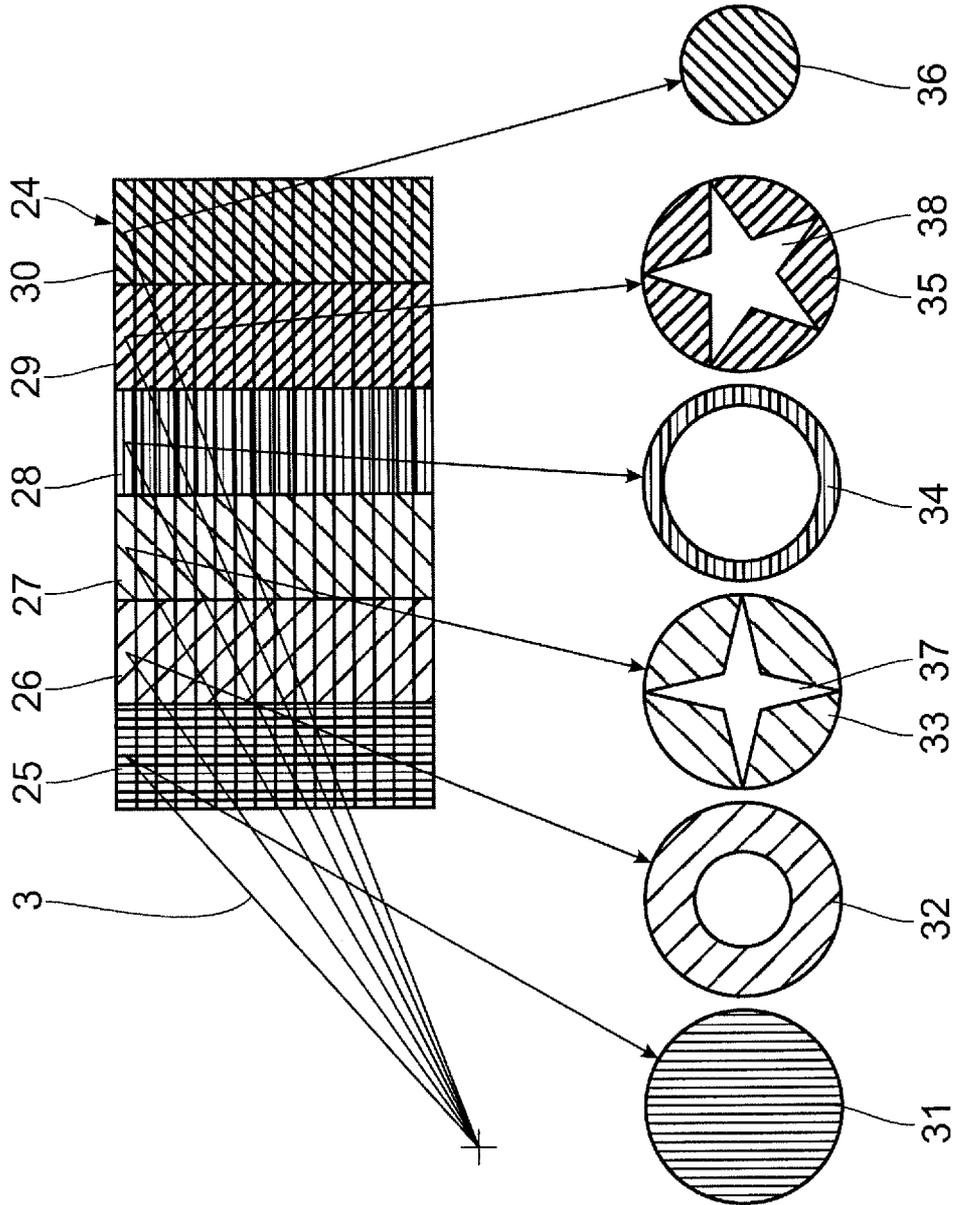


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/067594

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G03F7/20 H05G2/00

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)
G03F 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 practical, search terms used)
EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 896 438 A (MIYAKE AKIRA [JP] ET AL) 20 April 1999 (1999-04-20) columns 5-8; figures 1-3	1, 4, 5, 7, 13-16 2, 3, 6, 17
Y	-----	
X	US 2003/043359 A1 (NAULLEAU PATRICK P [US]) 6 March 2003 (2003-03-06) paragraphs [0030], [0034], [0041]; figures 1, 4a-d	1, 4, 8, 9, 12, 18
Y	EP 1 262 836 A (ASML [NL]) 4 December 2002 (2002-12-04) paragraphs [0065] - [0076]; figures 10-17	2, 3, 17
Y	US 2006/001854 A1 (SINGER WOLFGANG [DE] ET AL) 5 January 2006 (2006-01-05) paragraphs [0043], [0044]	2, 3, 17
	-/--	

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 document 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 21 April 2009	Date of mailing of the international search report 06/05/2009
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Eisner, Klaus
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/067594

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 566 697 A (ASML NETHERLANDS BV [NL]) 24 August 2005 (2005-08-24) figure 3 -----	6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2008/067594

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5896438	A	20-04-1999	JP	3284045 B2	20-05-2002
			JP	9298140 A	18-11-1997
US 2003043359	A1	06-03-2003	US	2003174303 A1	18-09-2003
EP 1262836	A	04-12-2002	NONE		
US 2006001854	A1	05-01-2006	AU	2003238379 A1	19-03-2004
			DE	10240002 A1	11-03-2004
			WO	2004021085 A1	11-03-2004
			EP	1532488 A1	25-05-2005
			JP	2005536899 T	02-12-2005
			US	2007283591 A1	13-12-2007
EP 1566697	A	24-08-2005	CN	1728000 A	01-02-2006
			JP	2005236291 A	02-09-2005
			JP	2009016850 A	22-01-2009
			KR	20060042072 A	12-05-2006
			SG	114736 A1	28-09-2005
			US	2007206172 A1	06-09-2007
			US	2005179884 A1	18-08-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/067594

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV. G03F7/20 H05G2/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G03F 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, INSPEC, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 896 438 A (MIYAKE AKIRA [JP] ET AL) 20. April 1999 (1999-04-20)	1, 4, 5, 7; 13-16
Y	Spalten 5-8; Abbildungen 1-3	2, 3, 6, 17
X	US 2003/043359 A1 (NAULLEAU PATRICK P [US]) 6. März 2003 (2003-03-06) Absätze [0030], [0034], [0041]; Abbildungen 1, 4a-d	1, 4, 8, 9, 12, 18
Y	EP 1 262 836 A (ASML [NL]) 4. Dezember 2002 (2002-12-04) Absätze [0065] - [0076]; Abbildungen 10-17	2, 3, 17
Y	US 2006/001854 A1 (SINGER WOLFGANG [DE] ET AL) 5. Januar 2006 (2006-01-05) Absätze [0043], [0044]	2, 3, 17
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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* älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
21. April 2009		06/05/2009
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 Eisner, Klaus

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/067594

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 566 697 A (ASML NETHERLANDS BV [NL]) 24. August 2005 (2005-08-24) Abbildung 3 -----	6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/067594

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 5896438	A	20-04-1999	JP 3284045 B2 JP 9298140 A	20-05-2002 18-11-1997
US 2003043359	A1	06-03-2003	US 2003174303 A1	18-09-2003
EP 1262836	A	04-12-2002	KEINE	
US 2006001854	A1	05-01-2006	AU 2003238379 A1 DE 10240002 A1 WO 2004021085 A1 EP 1532488 A1 JP 2005536899 T US 2007283591 A1	19-03-2004 11-03-2004 11-03-2004 25-05-2005 02-12-2005 13-12-2007
EP 1566697	A	24-08-2005	CN 1728000 A JP 2005236291 A JP 2009016850 A KR 20060042072 A SG 114736 A1 US 2007206172 A1 US 2005179884 A1	01-02-2006 02-09-2005 22-01-2009 12-05-2006 28-09-2005 06-09-2007 18-08-2005