

(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
04. Oktober 2018 (04.10.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/177724 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G03F 7/20 (2006.01) G02B 26/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/055923

(22) Internationales Anmeldedatum:

09. März 2018 (09.03.2018)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

62/478,121 29. März 2017 (29.03.2017) US
10 2017 208 364.6

18. Mai 2017 (18.05.2017) DE

(71) Anmelder: CARL ZEISS SMT GMBH [DE/DE]; Ru-
dolf-Eber-Strasse 2, 73447 Oberkochen (DE).

(72) Erfinder: JÜRGENS, Dirk; Lindenstr. 31/1, 73466
Lauchheim (DE). HILD, Kerstin; Birkachstr. 5, 73529
Schwäbisch Gmünd (DE). GEH, Bernd; 6845 E Jenan Dr,
Scottsdale, Arizona 85254 (US).

(74) Anwalt: HORN KLEIMANN WAITZHOFFER PA-
TENTANWÄLTE PARTG MBB; Ganghoferstr. 29a,
80339 München (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, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) Title: OPTICAL SYSTEM, AND METHOD

(54) Bezeichnung: OPTISCHES SYSTEM SOWIE VERFAHREN

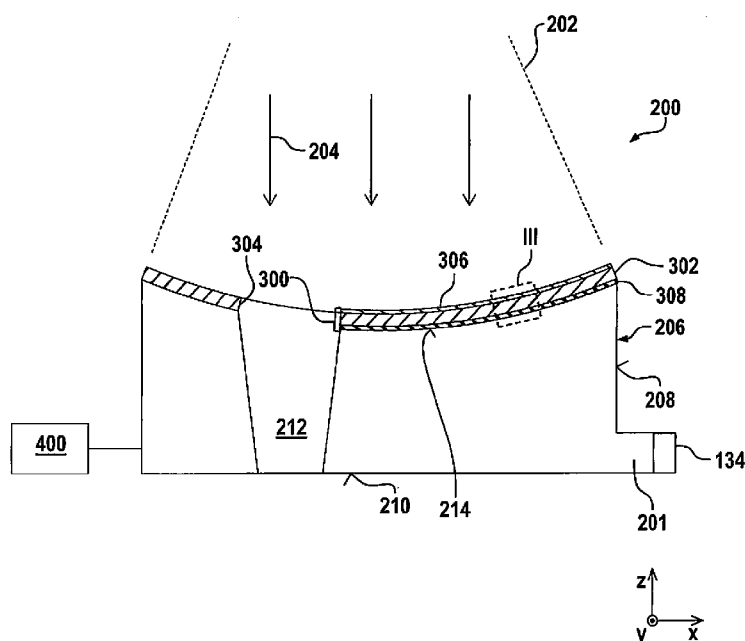


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to an optical system (200) for a lithography machine (100A, 100B), comprising a main mirror element (206), a manipulator device (400) for positioning and/or orienting said main mirror element (206), an optically active surface (306, 306') for reflecting radiation (108A, 108B), and an actuator matrix (308) which is positioned between the main mirror element (206) and the optically active surface (306, 306') and is configured to deform the optically active surface (306, 306') in order to influence the reflective properties thereof, a gap (316) being provided between the actuator matrix (308) and a front side (214) of the main mirror element (206) in order for the actuator matrix (308) to be spaced apart from the main mirror element (206).

(57) Zusammenfassung: Optisches System (200) für eine Lithographieanlage (100A, 100B), aufweisend einen Spiegelgrundkörper

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*
— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

(206), eine Manipulatoreinrichtung (400) zum Positionieren und/oder Orientieren des Spiegelgrundkörpers (206), eine optisch wirksame Fläche (306, 306') zum Reflektieren von Strahlung (108A, 108B), und eine Aktuatorenmatrix (308), die zwischen dem Spiegelgrundkörper (206) und der optisch wirksamen Fläche (306, 306') angeordnet ist und die dazu eingerichtet ist, die optisch wirksamen Fläche (306, 306') zu verformen, um deren Reflexionseigenschaften zu beeinflussen, wobei zwischen der Aktuatorenmatrix (308) und einer Vorderseite (214) des Spiegelgrundkörpers (206) ein Spalt (316) zum Beabstanden der Aktuatorenmatrix (308) von dem Spiegelgrundkörper (206) vorgesehen ist.

OPTISCHES SYSTEM SOWIE VERFAHREN

Die vorliegende Erfindung betrifft ein optisches System für eine Lithographieanlage, ein Verfahren zum Herstellen eines derartigen optischen Systems sowie ein
5 Verfahren zum Austausch eines Spiegels einer Lithographieanlage gegen ein derartiges optisches System.

Der Inhalt der Prioritätsanmeldung DE 10 2017 208 364.6 wird durch Bezugnahme vollumfänglich mit einbezogen.

10 Die Mikrolithographie wird zur Herstellung mikrostrukturierter Bauelemente, wie beispielsweise integrierter Schaltkreise angewendet. Der Mikrolithographieprozess wird mit einer Lithographieanlage durchgeführt, welche eine Beleuchtungssystem und ein Projektionssystem aufweist. Das Bild einer mittels des
15 Beleuchtungssystems beleuchteten Maske (Retikel) wird hierbei mittels des Projektionssystems auf ein mit einer lichtempfindlichen Schicht (Photoresist) beschichtetes und in der Bildebene des Projektionssystems angeordnetes Substrat (z. B. ein Siliziumwafer) projiziert, um die Maskenstruktur auf die lichtempfindliche Beschichtung des Substrats zu übertragen.

20 Getrieben durch das Streben nach immer kleineren Strukturen bei der Herstellung integrierter Schaltungen werden derzeit EUV-Lithographieanlagen entwickelt, welche Licht mit einer Wellenlänge im Bereich von 0,1 nm bis 30 nm, insbesondere 13,5 nm verwenden. Bei solchen EUV-Lithographieanlagen müssen
25 wegen der hohen Absorption der meisten Materialien von Licht dieser Wellenlänge reflektierende Optiken, das heißt Spiegel, anstelle von - wie bisher - brechenden Optiken, das heißt Linsen, eingesetzt werden.

Derartige Spiegel können mit Hilfe einer Manipulatoreinrichtung, beispielsweise
30 mit Hilfe eines sogenannten Lorentz-Aktuators, im Belichtungsbetrieb in mehreren Freiheitsgraden positioniert und/oder orientiert werden. Da die Positionierung und/oder Orientierung mit sehr hohen Beschleunigungen und in hoher Fre-

quenz durchgeführt wird, ist es erforderlich, dass derartige Spiegel sehr steif sind, um eine Deformation aufgrund der Neupositionierung derselben zu verhindern. Um Abbildungsfehler, beispielsweise aufgrund einer Erwärmung eines zu belichtenden Substrats oder des Spiegels, zu korrigieren, ist allerdings eine ge-
5 steuerte Verformung einer Spiegeloberfläche wünschenswert. Eine derartige Verformung ist jedoch nur möglich, wenn der Spiegel entsprechend dünn ist, was wiederum der Forderung nach einer möglichst hohen Steifigkeit widerspricht.

Ein verformbarer dünnwandiger Spiegel ist beispielsweise in der DE 10 2011 081
10 603 A1 beschrieben. Bei diesem adaptiven Spiegel, der insbesondere für eine mikrolithographische Projektionsbelichtungsanlage geeignet ist, die für Wellenlängen von weniger als 50 nm ausgelegt ist, sind hintereinander ein Substrat, eine Anordnung elektrischer Zuleitungen, eine elektrisch isolierende Isolierschicht und eine Anordnung von voneinander elektrisch voneinander isolierten
15 Steuerelektroden angeordnet. Jede Steuerelektrode ist dabei über ein sich durch die Isolierschicht erstreckendes Leiterelement mit einer der Zuleitungen verbunden. Über der Steuerelektrode sind eine piezoelektrische Schicht, eine Gegenelektrode, die sich in einer Projektion entlang einer Aufbaurichtung des Spiegels über mehrere Steuerelektroden hinweg erstreckt, und eine reflektierende Be-
20 schichtung angeordnet. Es ist mindestens ein Leiterelement als vergrabene Durchkontaktierung ausgebildet. Diese besteht aus einem Bereich der Isolierschicht, der durch nachträgliche und lokal begrenzte Bestrahlung mit Teilchen oder elektromagnetischer Strahlung lokal elektrisch leitfähig geworden ist.

25 Vor diesem Hintergrund besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein verbessertes optisches System für eine Lithographieanlage zur Verfügung zu stellen.

Demgemäß wird ein optisches System für eine Lithographieanlage bereitgestellt.
30 Das optische System umfasst einen Spiegelgrundkörper, eine Manipulatoreinrichtung zum Positionieren und/oder Orientieren des Spiegelgrundkörpers, eine optisch wirksame Fläche zum Reflektieren von Strahlung und eine Aktuatoren-

matrix, die zwischen dem Spiegelgrundkörper und der optisch wirksamen Fläche angeordnet ist und die dazu eingerichtet ist, die optisch wirksame Fläche zu verformen, um deren Reflexionseigenschaften zu beeinflussen, wobei zwischen der Aktuatorenmatrix und einer Vorderseite des Spiegelgrundkörpers ein Spalt zum

5 Beabstanden der Aktuatorenmatrix von dem Spiegelgrundkörper vorgesehen ist.

Eine dynamische Verformbarkeit der optisch wirksamen Fläche ist mit Hilfe der Aktuatorenmatrix möglich. Hierdurch können beispielsweise wärmebedingte Verformungen der optisch wirksamen Fläche, des gesamten optischen Systems

10 oder eines zu belichtenden Wafers korrigiert werden. Neben der Verformbarkeit der optisch wirksamen Fläche kann das gesamte optische System mit Hilfe der Manipulatoreinrichtung positioniert und/oder orientiert werden, ohne dass sich der Spiegelgrundkörper verformt.

15 Das optische System ist bevorzugt ein Spiegel, insbesondere ein EUV-Spiegel, für eine EUV-Lithographieanlage. Unter einer Positionierung des Spiegelgrundkörpers ist zu verstehen, dass dieser und somit auch das gesamte optische System entlang einer ersten oder x-Richtung, einer zweiten oder y-Richtung und/oder einer dritten oder z-Richtung translatorisch verlagerbar ist. Unter einer Orien-

20 tierung des Spiegelgrundkörpers ist zu verstehen, dass dieser zusätzlich um diese zuvor genannten Richtungen verkipppbar oder rotierbar ist. Die y-Richtung ist orthogonal zu der x-Richtung und die z-Richtung ist orthogonal zu der x-Richtung und der y-Richtung angeordnet. Hierdurch ergeben sich sechs Freiheitsgrade. Die Manipulatoreinrichtung ist bevorzugt ein sogenannter Lorentz-

25 Aktuator beziehungsweise umfasst zumindest einen oder mehrere Lorentz-Aktuatoren. Die optisch wirksame Fläche ist insbesondere eine hochreflektierende Beschichtung. Die optisch wirksame Fläche kann dazu eingerichtet sein, EUV-Strahlung oder DUV-Strahlung zu reflektieren. Mit Hilfe der Aktuatorenmatrix ist eine dreidimensionale Geometrie der optisch wirksamen Fläche verän-

30 derbar. Die Aktuatorenmatrix umfasst eine Vielzahl an Aktuatoren, insbesondere Piezoaktuatoren, die matrixförmig, das heißt, in Zeilen und Spalten, angeordnet sind. Die Aktuatoren können miteinander verbunden sein. Darunter, dass

sich die Reflexionseigenschaften der optisch wirksamen Fläche verändern, ist zu verstehen, dass sich beispielsweise der Ausfallswinkel von auf die optisch wirksame Fläche auftretender elektromagnetischer Strahlung, insbesondere EUV-Strahlung oder DUV-Strahlung, verändern kann, wenn die optisch wirksame Fläche verformt wird. Der Spiegelgrundkörper kann einen Durchbruch aufweisen, durch den elektromagnetische Strahlung hindurchtreten kann.

EUV steht für „extreme ultraviolet“ und bezeichnet eine Wellenlänge des Arbeitslichts zwischen 0,1 nm und 30 nm. DUV steht für „deep ultraviolet“ und bezeichnet eine Wellenlänge des Arbeitslichts zwischen 30 nm und 250 nm.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Spiegelgrundkörper biegesteif, so dass dieser sich bei dem Positionieren und/oder Orientieren desselben und/oder dem Verformen der optisch wirksamen Fläche nicht verformt.

Der Spiegelgrundkörper ist insbesondere als massiver und einteiliger beziehungsweise monolithischer Materialblock ausgebildet. Hierdurch ist eine Verformung des Spiegelgrundkörpers auch bei einer sehr schnellen und hochfrequenten Verlagerung ausgeschlossen. Beispielsweise kann der Spiegelgrundkörper ein Quarzglasblock sein. Aufgrund der Steifigkeit des Spiegelgrundkörpers kann daher das gesamte optische System mit Hochfrequenz Lorentz-aktuiert werden ohne dass sich der Spiegelgrundkörper verformt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist zwischen der optisch wirksamen Fläche und der Aktuatorenmatrix ein Spiegelsubstrat angeordnet, an dem die Aktuatorenmatrix befestigt, insbesondere verklebt oder gebondet, ist.

Das Spiegelsubstrat kann einen zu dem Durchbruch des Spiegelgrundkörpers korrespondierenden Durchbruch aufweisen, durch den elektromagnetische Strahlung hindurchtreten kann. Insbesondere ist die Aktuatorenmatrix mit Hilfe eines stoffschlüssigen Verbindungsverfahrens mit dem Spiegelsubstrat verbunden. Bei stoffschlüssigen Verbindungen werden die Verbindungspartner durch

atomare oder molekulare Kräfte zusammengehalten. Stoffschlüssige Verbindungen sind nicht lösbare Verbindungen, die sich nur durch Zerstörung der Verbindungsmittel trennen lassen. Beim Bonden, insbesondere beim silikatischen Bonden, werden die beteiligten Glasoberflächen durch eine alkalische Flüssigkeit vorübergehend angelöst, ehe durch eine nachfolgende Wärmebehandlung die Feuchtigkeit wieder ausgetrieben und eine stoffschlüssige, feste Verbindung geschaffen wird. Beim direkten Bonden werden die Glasoberflächen gereinigt und über einen Plasma-Prozess aktiviert und hydrophilisiert. Danach werden die zu verbindenden Oberflächen kontaktiert und durch eine Wärmebehandlung unter Druck im Vakuum verbunden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind der Spiegelgrundkörper und das Spiegelsubstrat aus demselben Material, insbesondere aus Quarzglas, gefertigt.

Das Spiegelsubstrat ist im Vergleich zum Spiegelgrundkörper vorzugsweise dünnwandig und schalenförmig. Hierdurch ist das Spiegelsubstrat im Vergleich zum Spiegelgrundkörper elastisch verformbar. Das Spiegelsubstrat kann eine sphärische, das heißt, kugelförmige, Geometrie aufweisen. Der Spiegelgrundkörper weist bevorzugt eine korrespondierend gekrümmte Vorderseite auf, auf der das Spiegelsubstrat angeordnet ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Spiegelsubstrat fest mit dem Spiegelgrundkörper verbunden, insbesondere verklebt oder gebondet.

Bevorzugt ist das Spiegelsubstrat nur in Bereichen, in denen die Aktuatorenmatrix nicht vorgesehen ist, mit dem Spiegelgrundkörper verbunden. Die Aktuatorenmatrix ist an einer Rückseite des Spiegelsubstrats vorgesehen, wobei die Aktuatorenmatrix nicht die vollständige Rückseite bedeckt. Der Rückseite abgewandt weist das Spiegelsubstrat insbesondere eine Vorderseite auf, an der die optisch wirksame Fläche vorgesehen ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Aktuatorenmatrix an einer Rückseite des Spiegelsubstrats vorgesehen, wobei an einer Vorderseite des Spiegelsubstrats die optisch wirksame Fläche, insbesondere eine hochreflektierende Beschichtung, vorgesehen ist, und wobei eine Breitenausdehnung und eine Längenausdehnung der Aktuatorenmatrix größer als eine Breitenausdehnung und eine Längenausdehnung der optisch wirksamen Fläche ist.

Bevorzugt ist die Aktuatorenmatrix mit der Rückseite stoffschlüssig verbunden. Die optisch wirksame Fläche kann eine rechteckförmige Geometrie aufweisen und bildet einen sogenannten „Footprint“ des optischen Systems beziehungsweise des Spiegelsubstrats. Nur der Footprint ist optisch aktiv, das heißt, reflektiert elektromagnetische Strahlung. Die Aktuatorenmatrix ist demnach ebenfalls rechteckförmig und steht sowohl in der Längenausdehnung als auch in der Breitenausdehnung über die optisch wirksame Fläche über, so dass die optisch wirksame Fläche auch in Randbereichen verformbar ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Aktuatorenmatrix sowohl mit einer Vorderseite des Spiegelgrundkörpers als auch mit einer Rückseite des Spiegelsubstrats fest verbunden, insbesondere verklebt oder gebondet.

Bevorzugt ist die Aktuatorenmatrix sowohl mit der Vorderseite als auch mit der Rückseite stoffschlüssig verbunden. Bei einer Bestromung einzelner Aktuatoren der Aktuatorenmatrix dehnen diese sich in der z-Richtung aus. Gleichzeitig kontrahieren die Aktuatoren in der x-Richtung. Dadurch dass sich der jeweilige Aktuator in der z-Richtung ausdehnt und sich dabei auf der Vorderseite des Spiegelgrundkörpers abstützt und dadurch, dass sich der Aktuator in der x-Richtung kontrahiert, verformt sich das Spiegelsubstrat und damit auch die optisch wirksame Fläche lokal.

Zwischen der Aktuatorenmatrix und einer Vorderseite des Spiegelgrundkörpers ist ein Spalt zum Beabstanden der Aktuatorenmatrix von dem Spiegelgrundkörper vorgesehen.

Hierdurch hat nur die Kontraktion in der x-Richtung und nicht die Expansion in der z-Richtung einen Einfluss auf die Verformung der optisch wirksamen Fläche. Die Rückseite des Spiegelsubstrats ist in den Bereichen, in denen die Aktuatorenmatrix nicht vorgesehen ist, dann bevorzugt direkt mit der Vorderseite des Spiegelgrundkörpers verbunden. Bei einer Bestromung der Aktuatoren dehnen diese sich in der z-Richtung aus und kontrahieren sich gleichzeitig in der x-Richtung. Dadurch, dass sich die Aktuatoren aufgrund des Spalts nicht auf der Vorderseite des Spiegelgrundkörpers abstützen, hat die Verformung in der z-Richtung keinen Einfluss auf die Geometrie der optisch wirksamen Fläche. Die Kontraktion in der x-Richtung führt jedoch zu einer entsprechenden Verformung des Spiegelsubstrats und der optisch wirksamen Fläche. Der Spalt ist so bemessen, dass die Aktuatoren nie in Kontakt mit der Vorderseite des Spiegelgrundkörpers gelangen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Spiegelsubstrat im Bereich der Aktuatorenmatrix mit Hilfe von stiftförmigen Verbindungselementen mit dem Spiegelgrundkörper verbunden.

Die Verbindungselemente können auch als Verbindungspins bezeichnet werden. Die Verbindungselemente sind vorzugsweise aus demselben Material gefertigt wie das Spiegelsubstrat und der Spiegelgrundkörper. Beispielsweise sind die Verbindungselemente mit dem Spiegelsubstrat und dem Spiegelgrundkörper verklebt oder gebondet. Die Verbindungselemente können zylinderförmig sein. In dem Spiegelsubstrat und/oder in dem Spiegelgrundkörper können Bohrungen vorgesehen sein, in denen die Verbindungselemente aufgenommen sind. Die Verbindungselemente überbrücken den Spalt. Im Bereich der Verbindungselemente kann die Aktuatorenmatrix ausgespart sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform stützt sich das Spiegelsubstrat mit zumindest einem Stützabschnitt an dem Spiegelgrundkörper ab.

Der Spalt kann beispielsweise als Tasche oder Ausnehmung ausgebildet sein. Bevorzugt ist jedoch nur ein Stützabschnitt vorgesehen. Bei dieser Ausführungsform des optischen Systems kann der Spiegelgrundkörper beispielsweise nicht als monolithischer Block ausgebildet sondern mehrteilig sein. Insbesondere kann
5 der Spiegelgrundkörper ein Unterteil und ein Oberteil umfassen. Eine Vorderseite des Unterteils kann mit einer Rückseite des Oberteils gebondet, insbesondere planargebondet, sein. Das Oberteil ist mit dem Spiegelsubstrat bevorzugt fest verbunden, insbesondere verklebt oder gebondet, oder materialeinstückig mit diesem ausgebildet. Das Oberteil ist in einem Bereich hinter dem Spiegelsubstrat
10 insbesondere mit einer Ausnehmung versehen, die den sich hinter der Aktuatorenmatrix befindlichen Spalt bildet. Das Spiegelsubstrat kann beidseitig mit Stützabschnitten des Oberteils an dem Unterteil abgestützt sein. Einer der Stützabschnitte ist dabei optional. Dadurch, dass das Spiegelsubstrat materialeinstückig mit dem Oberteil ausgebildet sein kann, kann auf ein Spiegelsubstrat
15 in Form eines separaten Bauteils verzichtet werden.

Ferner wird eine Lithographieanlage, insbesondere eine EUV-Lithographieanlage oder eine DUV-Lithographieanlage, mit einem derartigen optischen System vorgeschlagen.

20

Die Lithographieanlage kann mehrere derartige optische Systeme aufweisen. Insbesondere kann das optische System einen Spiegel der Lithographieanlage unter Weiternutzung vorhandener Schnittstellen ersetzen.

25 Weiterhin wird ein Verfahren zum Herstellen eines optischen Systems vorgeschlagen. Das Verfahren umfasst die Schritte: a) Bereitstellen eines Spiegelgrundkörperrohlings, b) Reduzieren einer Dicke des Spiegelgrundkörperrohlings, um einen Spiegelgrundkörper zu erhalten, und c) Verbinden einer Spiegeleinrichtung mit dem Spiegelgrundkörper.

30

Die Spiegeleinrichtung kann das Spiegelsubstrat, die Aktuatorenmatrix und die optisch wirksame Fläche umfassen. Der Spiegelgrundkörperrohling wird auch

zur Herstellung bekannter Lorentz-aktuierter Spiegel verwandt. Dadurch, dass zum Herstellen des optischen Systems der bekannte Spiegelgrundkörperrohling verwendet wird, kann das optische System mit minimalen Anpassungen in die Lithographieanlage integriert werden. Vorzugsweise wird die Spiegeleinrichtung

5 stoffschlüssig mit dem Spiegelgrundkörper verbunden, beispielsweise verklebt oder gebondet. Das Reduzieren der Dicke kann mit Hilfe eines materialabtragenden Fertigungsverfahrens, beispielsweise mittel Schleifen, durchgeführt werden. Beispielsweise kann der Spiegelgrundkörperrohling in dem Schritt a) auch nur als virtuelles Modell, insbesondere als CAD-Model (Engl.: computer-aided de-

10 sign), bereitgestellt werden. Die Dicke wird dann ebenfalls virtuell reduziert. Das heißt, der Spiegelgrundkörper kann beispielsweise direkt aus einem monolithischen Materialblock ohne den Zwischenschritt des Fertigens des Spiegelgrundkörperrohlings hergestellt werden. Der Spiegelgrundkörperrohling kann hierzu abgeschliffen werden. Alternativ kann auch ein vorhandener Spiegel aus der Li-

15 thographieanlage ausgebaut werden und zu einem derartigen optischen System umgebaut werden. Hierzu wird der Spiegel bearbeitet, um den Spiegelgrundkörper zu erhalten, mit dem dann die Spiegeleinrichtung verbunden wird.

Gemäß einer Ausführungsform wird vor dem Verbinden der Spiegeleinrichtung mit dem Spiegelgrundkörper in dem Schritt c) die Spiegeleinrichtung hergestellt,

20 wobei bei dem Herstellen der Spiegeleinrichtung eine Aktuatorenmatrix der Spiegeleinrichtung zwischen dem Spiegelgrundkörper und einem Spiegelsubstrat der Spiegeleinrichtung angeordnet wird.

25 Die Aktuatorenmatrix ist insbesondere sandwichartig zwischen dem Spiegelgrundkörper und dem Spiegelsubstrat angeordnet. Bei dem Herstellen der Spiegeleinrichtung wird das Spiegelsubstrat als schalenförmiges Bauteil gefertigt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Aktuatorenmatrix vor dem

30 Verbinden der Spiegeleinrichtung mit dem Spiegelgrundkörper in dem Schritt c) mit dem Spiegelsubstrat verbunden, insbesondere verklebt oder gebondet.

Die Aktuatorenmatrix wird bevorzugt stoffschlüssig mit dem Spiegelsubstrat verbunden. Insbesondere wird die Aktuatorenmatrix an einer Rückseite des Spiegelsubstrats befestigt.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Aktuatorenmatrix mit einer Rückseite des Spiegelsubstrats verbunden, wobei auf eine der Aktuatorenmatrix abgewandte Vorderseite des Spiegelsubstrats eine optisch wirksame Fläche, insbesondere eine hochreflektierende Beschichtung, aufgebracht wird.
- 10 Die optisch wirksame Fläche wird zusammen mit dem Spiegelsubstrat mit Hilfe der Aktuatorenmatrix verformt. Die Aktuatorenmatrix wird so angebracht, dass diese in einer Längenausdehnung und in einer Breitenausdehnung über die optisch wirksame Fläche übersteht.
- 15 Ferner wird ein Verfahren zum Austausch eines Spiegels einer Lithographieanlage gegen ein optisches System, das einen Spiegelgrundkörper, eine Manipulatoreinrichtung zum Positionieren und/oder Orientieren des Spiegelgrundkörpers, eine optisch wirksame Fläche zum Reflektieren von Strahlung, und eine Aktua-
- 20 torenmatrix umfasst, die zwischen dem Spiegelgrundkörper und der optisch wirksamen Fläche angeordnet ist und die dazu eingerichtet ist, die optisch wirksamen Fläche zu verformen, um deren Reflexionseigenschaften zu beeinflussen, vorgeschlagen. Das Verfahren umfasst die Schritte: a) Ausbau des Spiegels aus der Lithographieanlage, und b) Einbau des optischen Systems in die Lithogra-
- 25 phieanlage, wobei bei dem Einbau des optischen Systems für den Spiegel vorhandene Schnittstellen der Lithographieanlage genutzt werden.

Die Manipulatoreinrichtung ist bevorzugt eine Manipulatoreinrichtung eines vorhandenen Spiegels, die auch für das optische System verwendet wird. Insbesondere können die vorhandenen Schnittstellen, insbesondere Aktuatoren, Fas-

30 sungen und die Komponentenmesstechnik der Lithographieanlage, insbesondere eines Projektionssystems der Lithographieanlage, weiter verwendet werden.

Ferner weist das optische System die gleichen Abmessungen und das gleiche optische Design wie bekannte Spiegel auf.

Weitere mögliche Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale oder Ausführungsformen. Dabei wird der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der Erfindung hinzufügen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung. Im Weiteren wird die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

Fig. 1A zeigt eine schematische Ansicht einer EUV-Lithographieanlage;

Fig. 1B zeigt eine schematische Ansicht einer DUV-Lithographieanlage;

Fig. 2 zeigt eine schematische Schnittansicht einer Ausführungsform eines optischen Systems für eine Lithographieanlage gemäß Fig. 1A oder 1B;

Fig. 3 zeigt die Detailansicht III gemäß Fig. 2;

Fig. 4 zeigt eine Weiterbildung des optischen Systems gemäß Fig. 2;

Fig. 5 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform eines optischen Systems für eine Lithographieanlage gemäß Fig. 1A oder 1B;

Fig. 6 zeigt die Detailansicht VI gemäß Fig. 5;

Fig. 7 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform eines optischen Systems für eine Lithographieanlage gemäß Fig. 1A oder 1B;

Fig. 8 zeigt die Detailansicht IIX gemäß Fig. 7;

5

Fig. 9 zeigt einen Verfahrensschritt einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Herstellen des optischen Systems gemäß Fig. 2;

10

Fig. 10 zeigt einen weiteren Verfahrensschritt des Verfahrens zum Herstellen des optischen Systems gemäß Fig. 2;

Fig. 11 zeigt einen weiteren Verfahrensschritt des Verfahrens zum Herstellen des optischen Systems gemäß Fig. 2;

15

Fig. 12 zeigt einen weiteren Verfahrensschritt des Verfahrens zum Herstellen des optischen Systems gemäß Fig. 2;

Fig. 13 zeigt ein schematisches Blockdiagramm des Verfahrens gemäß den Fig. 9 bis 12; und

20

Fig. 14 zeigt ein schematisches Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Austausch eines Spiegels einer Lithographieanlage gegen ein optisches System gemäß den Fig. 2, 5 oder 7.

25

In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen worden, soweit nichts Gegenteiliges angegeben ist. Soweit ein Bezugszeichen vorliegend mehrere Bezugslinien aufweist, heißt dies, dass das entsprechende Element mehrfach vorhanden ist. Bezugszeichenlinien, die auf verdeckte Details weisen, sind gestrichelt dargestellt. Ferner sollte beachtet werden, dass die Darstellungen in den Figuren nicht notwendigerweise maßstabsge-

30 recht sind.

Fig. 1A zeigt eine schematische Ansicht einer EUV-Lithographieanlage 100A, welche ein Strahlformungs- und Beleuchtungssystem 102 und ein Projektions-
system 104 umfasst. Dabei steht EUV für „extremes Ultraviolett“ (Engl.: extreme
ultraviolet, EUV) und bezeichnet eine Wellenlänge des Arbeitslichts zwischen 0,1
5 nm und 30 nm. Das Strahlformungs- und Beleuchtungssystem 102 und das Pro-
jektionssystem 104 sind jeweils in einem nicht gezeigten Vakuum-Gehäuse vor-
gesehen, wobei jedes Vakuum-Gehäuse mit Hilfe einer nicht dargestellten Eva-
kuierungsvorrichtung evakuiert wird. Die Vakuum-Gehäuse sind von einem
nicht dargestellten Maschinenraum umgeben, in welchem die Antriebsvorrich-
10 tungen zum mechanischen Verfahren beziehungsweise Einstellen der optischen
Elemente vorgesehen sind. Ferner können auch elektrische Steuerungen und
dergleichen in diesem Maschinenraum vorgesehen sein.

Die EUV-Lithographieanlage 100A weist eine EUV-Lichtquelle 106A auf. Als
15 EUV-Lichtquelle 106A kann beispielsweise eine Plasmaquelle (oder ein Syn-
chrotron) vorgesehen sein, welche Strahlung 108A im EUV-Bereich (extrem ult-
ravioletter Bereich), also beispielsweise im Wellenlängenbereich von 5 nm bis 20
nm, aussendet. Im Strahlformungs- und Beleuchtungssystem 102 wird die EUV-
Strahlung 108A gebündelt und die gewünschte Betriebswellenlänge aus der
20 EUV-Strahlung 108A herausgefiltert. Die von der EUV-Lichtquelle 106A erzeug-
te EUV-Strahlung 108A weist eine relativ niedrige Transmissivität durch Luft
auf, weshalb die Strahlführungsräume im Strahlungs- und Beleuchtungssystem
102 und im Projektionssystem 104 evakuiert sind.

25 Das in Fig. 1A dargestellte Strahlformungs- und Beleuchtungssystem 102 weist
fünf Spiegel 110, 112, 114, 116, 118 auf. Nach dem Durchgang durch das Strahl-
formungs- und Beleuchtungssystem 102 wird die EUV-Strahlung 108A auf eine
Photomaske (Engl.: reticle) 120 geleitet. Die Photomaske 120 ist ebenfalls als re-
flektives optisches Element ausgebildet und kann außerhalb der Systeme 102,
30 104 angeordnet sein. Weiter kann die EUV-Strahlung 108A mittels eines Spie-
gels 122 auf die Photomaske 120 gelenkt werden. Die Photomaske 120 weist eine

Struktur auf, welche mittels des Projektionssystems 104 verkleinert auf einen Wafer 124 oder dergleichen abgebildet wird.

Das Projektionssystem 104 (auch als Projektionsobjektiv bezeichnet) weist sechs
5 Spiegel M1 bis M6 zur Abbildung der Photomaske 120 auf den Wafer 124 auf. Dabei können einzelne Spiegel M1 bis M6 des Projektionssystems 104 symmetrisch zu einer optischen Achse 126 des Projektionssystems 104 angeordnet sein. Es sollte beachtet werden, dass die Anzahl der Spiegel der EUV-Lithographieanlage 100A nicht auf die dargestellte Anzahl beschränkt ist. Es
10 können auch mehr oder weniger Spiegel vorgesehen sein. Des Weiteren sind die Spiegel in der Regel an ihrer Vorderseite zur Strahlformung gekrümmt.

Fig. 1B zeigt eine schematische Ansicht einer DUV-Lithographieanlage 100B, welche ein Strahlformungs- und Beleuchtungssystem 102 und ein Projektions-
15 system 104 umfasst. Dabei steht DUV für „tiefes Ultraviolett“ (Engl.: deep ultraviolet, DUV) und bezeichnet eine Wellenlänge des Arbeitslichts zwischen 30 nm und 250 nm. Das Strahlformungs- und Beleuchtungssystem 102 und das Projektionssystem 104 können - wie bereits mit Bezug zu Fig. 1A beschrieben - in einem Vakuumgehäuse angeordnet und/oder von einem Maschinenraum mit entspre-
20 chenden Antriebsvorrichtungen umgeben sein.

Die DUV-Lithographieanlage 100B weist eine DUV-Lichtquelle 106B auf. Als DUV-Lichtquelle 106B kann beispielsweise ein ArF-Excimerlaser vorgesehen sein, welcher Strahlung 108B im DUV-Bereich bei beispielsweise 193 nm emit-
25 tiert.

Das in Fig. 1B dargestellte Strahlformungs- und Beleuchtungssystem 102 leitet die DUV-Strahlung 108B auf eine Photomaske 120. Die Photomaske 120 ist als transmissives optisches Element ausgebildet und kann außerhalb der Systeme
30 102, 104 angeordnet sein. Die Photomaske 120 weist eine Struktur auf, welche mittels des Projektionssystems 104 verkleinert auf einen Wafer 124 oder dergleichen abgebildet wird.

Das Projektionssystem 104 weist mehrere Linsen 128 und/oder Spiegel 130 zur Abbildung der Photomaske 120 auf den Wafer 124 auf. Dabei können einzelne Linsen 128 und/oder Spiegel 130 des Projektionssystems 104 symmetrisch zu einer optischen Achse 126 des Projektionssystems 104 angeordnet sein. Es sollte beachtet werden, dass die Anzahl der Linsen und Spiegel der DUV-Lithographieanlage 100B nicht auf die dargestellte Anzahl beschränkt ist. Es können auch mehr oder weniger Linsen und/oder Spiegel vorgesehen sein. Des Weiteren sind die Spiegel in der Regel an ihrer Vorderseite zur Strahlformung gekrümmt.

Ein Luftspalt zwischen der letzten Linse 128 und dem Wafer 124 kann durch ein flüssiges Medium 132 ersetzt sein, welches einen Brechungsindex > 1 aufweist. Das flüssige Medium 132 kann beispielsweise hochreines Wasser sein. Ein solcher Aufbau wird auch als Immersionslithographie bezeichnet und weist eine erhöhte photolithographische Auflösung auf.

Fig. 2 zeigt eine schematische Schnittansicht einer Ausführungsform eines optischen Systems 200 für eine Lithographieanlage, insbesondere für eine EUV- oder DUV-Lithographieanlage 100A, 100B. Das optische System 200 ist ein Spiegel, insbesondere ein EUV-Spiegel. Beispielsweise kann das optische System 200 einen der Spiegel M1 bis M6, 130 oder einen weiteren, nicht gezeigten, Spiegel ersetzen. Insbesondere kann das optische System 200 Teil eines Projektionssystems 104 sein.

Das optische System 200 umfasst einen Strahlengang 202. Im Belichtungsbetrieb fällt Licht 204 durch das optische System 200. Bei dem Licht 204 kann es sich insbesondere um die EUV- oder DUV-Strahlung 108A, 108B handeln (Fig. 1A und Fig. 1B).

Das optische System 200 ist manipulierbar. Hierzu können Aktuatoren vorgesehen sein. Das optische System 200 ist bevorzugt Lorentz-aktuiert. Hierzu ist dem

optischen System 200 ein Lorentz-Aktuator zugeordnet, mit dessen Hilfe das optische System 200 verkipppbar ist. Hierbei aktuiert ein elektromagnetischer Aktuator ein Magnelement. Das optische System 200 umfasst Schnittstellen 201 zum Projektionssystem 104, zu den Aktuatoren und/oder zu einer Komponentenmesstechnik. Beispielsweise ist das optische System 200 in einer dem Projektionssystem 104 zugeordneten Fassung aufgenommen.

Das optische System 200 umfasst einen Spiegelgrundkörper 206. Der Spiegelgrundkörper 206 ist beispielsweise aus Quarzglas gefertigt. An dem Spiegelgrundkörper 206 sind mehrere Schnittstellen 201 vorgesehen. Beispielsweise sind drei um einen Umfang des Spiegelgrundkörpers 206 verteilte Schnittstellen 201 vorgesehen. Bevorzugt sind die Schnittstellen 201 aus demselben Material gefertigt wie der Spiegelgrundkörper 206. Dabei können die Schnittstellen 201 materialeinstückig mit dem Spiegelgrundkörper 206 ausgebildet sein. Die Schnittstellen 201 sind beispielsweise als seitlich an dem Spiegelgrundkörper 206 vorgesehene Laschen oder Fortsätze ausgebildet, in denen ein Durchbruch oder eine Bohrung vorgesehen ist. Diese Schnittstellen 201 wirken mit Schnittstellen 134 der Lithographieanlage 100A, 100B, insbesondere des Projektionssystems 104, zusammen. Die Schnittstellen 134 können beispielsweise eine Fassung, ein Gehäuse, eine Thermalanbindung oder eine Komponentenmesstechnik umfassen.

Der Spiegelgrundkörper 206 ist als monolithischer, das heißt, einteiliger, Block ausgebildet. Der Spiegelgrundkörper 206 kann auch als Spiegelkörper bezeichnet werden. Der Spiegelgrundkörper 206 kann die zuvor erwähnten Schnittstellen 201 umfassen. Der Spiegelgrundkörper 206 ist biegesteif. Hierdurch wird bei dem Aktuieren des optischen Systems 200 verhindert, dass sich der Spiegelgrundkörper 206 verformt. Der Spiegelgrundkörper 206 kann eine zylinderförmige, insbesondere eine kreiszylinderförmige, Geometrie aufweisen. Die Geometrie des Spiegelgrundkörpers 206 ist jedoch grundsätzlich beliebig. Der Spiegelgrundkörper 206 umfasst beispielsweise eine Außen- oder Mantelfläche 208 und eine dem Strahlengang 202 abgewandte plane Rückseite 210. In dem Spiegel-

grundkörper 206 ist ein Durchbruch 212 vorgesehen, durch den Licht 204 durch das optische System 200 durchtreten kann.

Der Spiegelgrundkörper 206 umfasst ferner eine dem Strahlengang 202 zugewandte gewölbte Vorderseite 214. Die Vorderseite 214 kann beispielsweise kugelförmig gewölbt sein. Insbesondere ist die Vorderseite 214 konkav. Die Vorderseite 214 kann jedoch eine beliebige dreidimensional geformte Fläche sein.

Der Vorderseite 214 ist eine Spiegeleinrichtung 300 des optischen Systems 200 zugeordnet. Die Spiegeleinrichtung 300 ist schalenförmig. Die Spiegeleinrichtung 300 kann auch als Spiegelschale oder verformbare Spiegelschale bezeichnet werden. Die Spiegeleinrichtung 300 umfasst ein Spiegelsubstrat 302, das vorzugsweise aus demselben Material gefertigt ist wie der Spiegelgrundkörper 206. Beispielsweise ist das Spiegelsubstrat 302 aus Quarzglas gefertigt. Das Spiegelsubstrat 302 ist schalenförmig und elastisch verformbar. Das Spiegelsubstrat 302 weist einen zu dem Durchbruch 212 korrespondierenden Durchbruch 304 auf, durch den Licht 204 hindurchtreten kann.

Das Spiegelsubstrat 302 weist eine optisch wirksame Fläche 306 auf, die der Vorderseite 214 des Spiegelgrundkörpers 206 abgewandt ist. Die optisch wirksame Fläche 306 ist beispielsweise eine hochreflektierende Schicht, die geeignet ist, Licht 204 zu reflektieren. Die optisch wirksame Fläche 306 ist bevorzugt kleiner als eine Oberfläche des Spiegelsubstrats 302. Insbesondere bildet die optisch wirksame Fläche 306 einen sogenannten „Footprint“ des optischen Systems 200. Nur der Footprint ist optisch wirksam. Die optisch wirksame Fläche 306 ist beispielsweise rechteckförmig.

Zwischen dem Spiegelsubstrat 302 und dem Spiegelgrundkörper 206 ist eine Aktuatorenmatrix 308 angeordnet, die dazu eingerichtet ist, das Spiegelsubstrat 302 elastisch zu verformen. Die Aktuatorenmatrix 308 umfasst eine Vielzahl raster- oder matrixförmig angeordneter Aktuatoren, insbesondere Piezoaktuatoren. Die Aktuatorenmatrix 308 bedeckt dabei vorzugsweise nicht das gesamte Spie-

gelsubstrat 302 sondern erstreckt sich vorzugsweise in dem Bereich, in dem auch die optisch wirksame Fläche 306 vorgesehen ist. Das heißt, die Aktuatorenmatrix 308 ist bevorzugt ebenfalls rechteckförmig, wobei eine Breitenausdehnung und eine Längenausdehnung der Aktuatorenmatrix 308 größer als eine Breitenausdehnung und eine Längenausdehnung der optisch wirksamen Fläche 306 ist, so dass die Aktuatorenmatrix 308 in Richtung der Längenausdehnung und in Richtung der Breitenausdehnung jeweils beidseitig über die optisch wirksame Fläche 306 übersteht.

Dem optischen System 200 ist eine Manipulatoreinrichtung 400 zugeordnet, die mit dem Spiegelgrundkörper 206 gekoppelt ist. Die Manipulatoreinrichtung 400 kann einen oder mehrere Aktuatoren, insbesondere Lorentz-Aktuatoren, umfassen. Mit Hilfe der Manipulatoreinrichtung 400 ist der Spiegelgrundkörper 206 in mehreren Freiheitsgraden, beispielsweise in sechs Freiheitsgraden, insbesondere in drei translatorischen und drei rotatorischen Freiheitsgraden positionierbar. Insbesondere ist der Spiegelgrundkörper 206 und somit das optische System 200 entlang einer ersten oder x-Richtung x, einer zweiten oder y-Richtung y und/oder einer dritten oder z-Richtung z translatorisch verlagerbar und zusätzlich um diese Richtungen x, y, z verkippbar. Mit Hilfe der Manipulatoreinrichtung 400 ist der Spiegelgrundkörper 206 hochfrequent verlagerbar und/oder verkippbar. Das heißt, der Spiegelgrundkörper 206 kann mit hoher Frequenz linear verlagert und/oder verkippt werden. Dabei verformt sich der Spiegelgrundkörper 206 aufgrund seiner Steifigkeit nicht.

Fig. 3 zeigt die Detailansicht III gemäß Fig. 2. Wie die Fig. 3 zeigt, ist die optisch wirksame Fläche 306 an einer Vorderseite 310 des Spiegelsubstrats 302 und die Aktuatorenmatrix 308 an einer Rückseite 312 des Spiegelsubstrats 302 vorgesehen. Die Aktuatorenmatrix 308 kann auf die Rückseite 312 aufgeklebt oder mit dieser gebondet sein. Die Aktuatorenmatrix 308 umfasst eine Vielzahl Aktuatoren 314. Beispielsweise umfasst die Aktuatorenmatrix 308 sechzehn mal acht Aktuatoren 314. Die Aktuatoren 314 kontaktieren einander beziehungsweise sind miteinander verbunden. Jeder Aktuator 314 ist mittels einer nicht gezeigten

Verkabelung einzeln ansteuerbar. Die Aktuatoren 314 können auch mit der Vorderseite 214 des Spiegelgrundkörpers 206 fest verbunden, insbesondere verklebt oder gebondet, sein. Die Rückseite 312 des Spiegelsubstrats 302 ist in den Bereichen, in denen die Aktuatorenmatrix 308 nicht vorgesehen ist, direkt mit der Vorderseite 214 des Spiegelgrundkörpers 206 verbunden. Beispielsweise sind die Vorderseite 214 und die Rückseite 312 verklebt oder gebondet.

Bei einer Bestromung der Aktuatoren 314 dehnen diese sich in der z-Richtung z aus. Gleichzeitig kontrahieren die Aktuatoren 314 in der x-Richtung x. Der bestromte Zustand eines der Aktuatoren 314 ist in der Fig. 3 mit dem Bezugszeichen 314' versehen. Dadurch dass sich der jeweilige Aktuator 314' in der z-Richtung z ausdehnt und sich dabei auf der Vorderseite 214 des Spiegelgrundkörpers 206 abstützt und dadurch, dass sich der Aktuator 314' in der x-Richtung x kontrahiert, verformt sich das Spiegelsubstrat 302 und damit auch die optisch wirksame Fläche 306 lokal. Ein verformter Zustand der optisch wirksamen Fläche 306 ist in der Fig. 3 mit dem Bezugszeichen 306' bezeichnet.

Fig. 4 zeigt eine Weiterbildung der Spiegeleinrichtung 300 gemäß Fig. 3. Die Spiegeleinrichtung 300 gemäß der Fig. 4 unterscheidet sich von der Spiegeleinrichtung 300 gemäß der Fig. 3 dadurch, dass die Aktuatorenmatrix 308 nicht mit der Vorderseite 214 des Spiegelgrundkörpers 206 verbunden ist. Zwischen der Aktuatorenmatrix 308 und der Vorderseite 214 ist ein Spalt 316 vorgesehen. Die Rückseite 312 des Spiegelsubstrats 302 ist in den Bereichen, in denen die Aktuatorenmatrix 308 nicht vorgesehen ist, direkt mit der Vorderseite 214 des Spiegelgrundkörpers 206 verbunden. Beispielsweise sind die Vorderseite 214 und die Rückseite 312 verklebt oder gebondet.

Bei einer Bestromung der Aktuatoren 314 dehnen diese sich wieder in der z-Richtung z aus und kontrahieren sich gleichzeitig in der x-Richtung x. Ein bestromter Aktuator 314 ist in der Fig. 4 mit dem Bezugszeichen 314' bezeichnet. Dadurch, dass sich der Aktuator 314' nicht auf der Vorderseite 214 des Spiegelgrundkörpers 206 abstützt, hat die Verformung in der z-Richtung z keinen Ein-

fluss auf die Geometrie der optisch wirksamen Fläche 306. Die Kontraktion in der x-Richtung x führt jedoch zu einer entsprechenden Verformung des Spiegelsubstrats 302 und der optisch wirksamen Fläche 306. Die verformte optisch wirksame Fläche 306 ist in der Fig. 4 mit dem Bezugszeichen 306' bezeichnet.

5

Fig. 5 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform eines optischen Systems 200. Bei dieser Ausführungsform des optischen Systems 200 ist das Spiegelsubstrat 302 in dem Bereich, in dem die Aktuatorenmatrix 308 vorgesehen ist, mit Hilfe von Verbindungspins oder Verbindungselementen 318 fest mit dem Spiegelgrundkörper 206 verbunden.

10

Fig. 6 zeigt die Detailansicht VI gemäß Fig. 5. Die Verbindungselemente 318 sind vorzugsweise aus demselben Material gefertigt wie das Spiegelsubstrat 302 und der Spiegelgrundkörper 206. Beispielsweise sind die Verbindungselemente 318 mit dem Spiegelsubstrat 302 und dem Spiegelgrundkörper 206 verklebt oder gebondet. Die Verbindungselemente 318 können zylinderförmig sein. In dem Spiegelsubstrat 302 und/oder in dem Spiegelgrundkörper 206 können Bohrungen vorgesehen sein, in denen die Verbindungselemente 318 aufgenommen sind. Die Funktionalität der Spiegeleinrichtung 300 gemäß der Fig. 6 entspricht dabei der Funktionalität der Spiegeleinrichtung 300 gemäß der Fig. 4.

15

20

Fig. 7 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform eines optischen Systems 200. Bei dieser Ausführungsform des optischen Systems 200 ist der Spiegelgrundkörper 206 nicht als monolithischer Block ausgebildet sondern mehrteilig. Insbesondere umfasst der Spiegelgrundkörper 206 ein Unterteil 216 und ein Oberteil 218. Eine Vorderseite 220 des Unterteils 216 ist mit einer Rückseite 222 des Oberteils 218 gebondet, insbesondere planargebondet. Das Oberteil 218 ist mit dem Spiegelsubstrat 302 fest verbunden, insbesondere verklebt oder gebondet, oder materialeinstückig mit diesem ausgebildet.

25

30

Das Oberteil 218 ist in einem Bereich hinter dem Spiegelsubstrat 302 mit einer Ausnehmung versehen, die den Spalt 316 bildet. Das Spiegelsubstrat 320 ist

beidseitig mit Stützabschnitten 224, 226 des Oberteils 218 an dem Unterteil 216 abgestützt. Der Stützabschnitt 226 ist dabei optional. Dadurch, dass das Spiegelsubstrat 302 materialeinstückig mit dem Oberteil 218 ausgebildet sein kann, kann auf ein Spiegelsubstrat in Form eines separaten Bauteils verzichtet werden.
5 Rückseitig an dem Spiegelsubstrat 302 ist wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen des optischen Systems 200 die Aktuatorenmatrix 308 vorgesehen.

Fig. 8 zeigt die Detailansicht IIX gemäß Fig. 7. Die Funktionalität der Spiegeleinrichtung 300 gemäß der Fig. 8 entspricht dabei der Funktionalität der Spiegeleinrichtung 300 gemäß der Fig. 4.
10

Fig. 9 bis 13 zeigen schematisch eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Herstellen eines optischen Systems 200 gemäß der Fig. 2. Das Verfahren ist jedoch analog zur Herstellung der Ausführungsformen des optischen Systems 200 gemäß den Fig. 5 und 7 geeignet.
15

Wie in den Fig. 9 und 13 gezeigt, wird in einem Schritt S1 ein Spiegelgrundkörperrohling 228, wie er in Lithographieanlagen 100A, 100B zur Herstellung aktuierbarer Spiegel M1 bis M6 oder 130 Anwendung findet, bereitgestellt. Zum Herstellen derartiger bekannter Spiegel M1 bis M6 oder 130 kann der Spiegelgrundkörperrohling 228 mit einer optisch wirksamen Fläche 306 versehen werden.
20

In einem Schritt S2 (Fig. 10) wird der Spiegelgrundkörperrohling 228 derart bearbeitet, dass der Spiegelgrundkörper 206 gebildet wird. Hierzu wird eine Dicke d_0 des Spiegelgrundkörperrohlings 228 um eine Dicke Δd reduziert. Dies kann beispielsweise mittels eines abtragenden Fertigungsverfahrens erfolgen. Die Dicke Δd beträgt beispielsweise einen Zentimeter.
25

Beispielsweise kann der Spiegelgrundkörperrohling 228 in dem Schritt S1 auch nur als virtuelles Modell, insbesondere als CAD-Modell, bereitgestellt werden. Die Dicke d_0 wird dann ebenfalls virtuell um die Dicke Δd reduziert. Das heißt, der
30

Spiegelgrundkörper 206 kann beispielsweise direkt aus einem monolithischen Materialblock ohne den Zwischenschritt des Fertigens des Spiegelgrundkörperrohlings 228 hergestellt werden.

- 5 In einem Schritt S3 (Fig. 11) wird die Spiegeleinrichtung 300 hergestellt beziehungsweise bereitgestellt. Hierbei wird das schalenförmige Spiegelsubstrat 302 vorderseitig beschichtet, um die optisch wirksame Fläche 306 zu erhalten. Rückseitig wird an dem Spiegelsubstrat 302 die Aktuatorenmatrix 308 befestigt. Die Aktuatorenmatrix 308 wird beispielsweise rückseitig an das Spiegelsubstrat 302
10 angeklebt oder gebondet. Die Aktuatorenmatrix 308 wird dabei nur in dem Bereich des Spiegelsubstrats 302 vorgesehen, in dem auch die optisch wirksame Fläche 306 vorgesehen ist.

- In einem Schritt S4 (Fig. 12) wird die Spiegeleinrichtung 300 fest mit dem Spiegelgrundkörper 206 verbunden. Beispielsweise wird die Spiegeleinrichtung 300
15 auf den Spiegelgrundkörper 206 aufgeklebt oder gebondet. Die Aktuatorenmatrix 308 ist dabei sandwichartig zwischen dem Spiegelgrundkörper 206 und dem Spiegelsubstrat angeordnet.

- 20 Die Fig. 14 zeigt ein schematisches Blockdiagramm einer Ausführungsform eines weiteren Verfahrens, nämlich eines Verfahrens zum Austausch eines Spiegels M1 bis M6 oder 130 der Lithographieanlage 100A, 100B gegen ein derartiges optisches System 200. In einem Schritt S10 wird der entsprechende Spiegel M1 bis M6 oder 130 aus der Lithographieanlage 100A, 100B ausgebaut. In einem weiteren Schritt S20 wird das optische System 200 in die Lithographieanlage 100A,
25 100B eingebaut, wobei bei dem Einbau des optischen Systems 200 die für den Spiegel M1 bis M6 oder 130 vorhandenen Schnittstellen 134 der Lithographieanlage 100A, 100B genutzt werden. Der ausgebauten Spiegel M1 bis M6 oder 130 kann auch in dem Verfahren gemäß Fig. 13 in ein optisches System 200 umge-
30 baut werden.

Dadurch, dass zum Herstellen des optischen Systems 200 der bekannte Spiegelgrundkörperrohling 228 verwendet wird, kann das optische System 200 mit minimalen Anpassungen in die Lithographieanlage 100A, 100B integriert werden. Insbesondere können die vorhandenen Schnittstellen 134, insbesondere Aktuatoren, Fassungen und die Komponentenmesstechnik der Lithographieanlage 100A, 100B, insbesondere des Projektionssystems 104, weiter verwendet werden. Ferner weist das optische System 200 die gleichen Abmessungen und das gleiche optische Design wie bekannte Spiegel auf. Weiterhin kann aufgrund der Steifigkeit des Spiegelgrundkörpers 206 das gesamte optische System 200 mit Hochfrequenz Lorentz-aktuiert werden ohne dass sich der Spiegelgrundkörper 206 verformt.

Eine dynamische Verformbarkeit der optisch wirksamen Fläche 306 ist jedoch mit Hilfe der zwischen dem Spiegelsubstrat 302 und dem Spiegelgrundkörper 206 angeordneten Aktuatorenmatrix 308 möglich. Hierdurch können beispielsweise wärmebedingte Verformungen der optisch wirksamen Fläche 306 oder des Wafers 124 (Engl.: field curvature correction) korrigiert werden.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist sie vielfältig modifizierbar.

BEZUGSZEICHENLISTE

	100A	EUV-Lithographieanlage
	100B	DUV-Lithographieanlage
5	102	Strahlformungs- und Beleuchtungssystem
	104	Projektionssystem
	106A	EUV-Lichtquelle
	106B	DUV-Lichtquelle
	108A	EUV-Strahlung
10	108B	DUV-Strahlung
	110	Spiegel
	112	Spiegel
	114	Spiegel
	116	Spiegel
15	118	Spiegel
	120	Photomaske
	122	Spiegel
	124	Wafer
	126	optische Achse
20	128	Linse
	130	Spiegel
	132	Immersionsflüssigkeit
	134	Schnittstelle
	200	optisches System
25	201	Schnittstelle
	202	Strahlengang
	204	Licht
	206	Spiegelgrundkörper
	208	Mantelfläche
30	210	Rückseite
	212	Durchbruch
	214	Vorderseite

	216	Unterteil
	218	Oberteil
	220	Vorderseite
	222	Rückseite
5	224	Stützabschnitt
	226	Stützabschnitt
	228	Spiegelgrundkörperrohling
	300	Spiegeleinrichtung
	302	Spiegelsubstrat
10	304	Durchbruch
	306	optisch wirksame Fläche
	306'	optisch wirksame Fläche
	308	Aktuatorenmatrix
	310	Vorderseite
15	312	Rückseite
	314	Aktuator
	314'	Aktuator
	316	Spalt
	318	Verbindungselement
20	400	Manipulatoreinrichtung
	d_0	Dicke
	M1	Spiegel
	M2	Spiegel
25	M3	Spiegel
	M4	Spiegel
	M5	Spiegel
	M6	Spiegel
	S1	Schritt
30	S2	Schritt
	S3	Schritt
	S4	Schritt

	S10	Schritt
	S20	Schritt
	x	x-Richtung
	y	y-Richtung
5	z	z-Richtung
	Δd	Dicke

PATENTANSPRÜCHE

1. Optisches System (200) für eine Lithographieanlage (100A, 100B), aufweisend
5 einen Spiegelgrundkörper (206),
eine Manipulatoreinrichtung (400) zum Positionieren und/oder Orientieren des Spiegelgrundkörpers (206),
eine optisch wirksame Fläche (306, 306') zum Reflektieren von Strahlung (108A, 108B), und
10 eine Aktuatorenmatrix (308), die zwischen dem Spiegelgrundkörper (206) und der optisch wirksamen Fläche (306, 306') angeordnet ist und die dazu eingerichtet ist, die optisch wirksame Fläche (306, 306') zu verformen, um deren Reflexionseigenschaften zu beeinflussen, wobei zwischen der Aktuatorenmatrix (308) und einer Vorderseite (214) des Spiegelgrundkörpers (206) ein Spalt (316) zum
15 Beabstanden der Aktuatorenmatrix (308) von dem Spiegelgrundkörper (206) vorgesehen ist.
2. Optisches System nach Anspruch 1, wobei der Spiegelgrundkörper (206) biegesteif ist, so dass dieser sich bei dem Positionieren und/oder Orientieren desselben und/oder dem Verformen der optisch wirksamen Fläche (306, 306') nicht verformt.
20
3. Optisches System nach Anspruch 1 oder 2, wobei zwischen der optisch wirksamen Fläche (306, 306') und der Aktuatorenmatrix (308) ein Spiegelsubstrat
25 (302) angeordnet ist, an dem die Aktuatorenmatrix (308) befestigt, insbesondere verklebt oder gebondet, ist.
4. Optisches System nach Anspruch 3, wobei der Spiegelgrundkörper (206) und das Spiegelsubstrat (302) aus demselben Material, insbesondere aus Quarzglas,
30 gefertigt sind.

5. Optisches System nach Anspruch 3 oder 4, wobei das Spiegelsubstrat (302) fest mit dem Spiegelgrundkörper (206) verbunden, insbesondere verklebt oder gebondet, ist.

5 6. Optisches System nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei die Aktuatorenmatrix (308) an einer Rückseite (312) des Spiegelsubstrats (302) vorgesehen ist, wobei an einer Vorderseite (310) des Spiegelsubstrats (302) die optisch wirksame Fläche (306, 306'), insbesondere eine hochreflektierende Beschichtung, vorgesehen ist, und wobei eine Breitenausdehnung und eine Längenausdehnung der Ak-
10 tuatorenmatrix (308) größer als eine Breitenausdehnung und eine Längenausdehnung der optisch wirksamen Fläche (306, 306') ist.

7. Optisches System nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei die Aktuatorenmatrix (308) sowohl mit einer Vorderseite (214) des Spiegelgrundkörpers (206)
15 als auch mit einer Rückseite (312) des Spiegelsubstrats (302) fest verbunden, insbesondere verklebt oder gebondet, ist.

8. Optisches System nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei das Spiegelsubstrat (302) im Bereich der Aktuatorenmatrix (308) mit Hilfe von stiftförmigen
20 Verbindungselementen (318) mit dem Spiegelgrundkörper (206) verbunden ist.

9. Optisches System nach einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei sich das Spiegelsubstrat (302) mit zumindest einem Stützabschnitt (224, 226) an dem Spiegelgrundkörper (206) abstützt.

25

10. Verfahren zum Herstellen eines optischen Systems (200), mit den Schritten:

a) Bereitstellen (S1) eines Spiegelgrundkörperrohrlings (228),

b) Reduzieren (S2) einer Dicke (d_0) des Spiegelgrundkörperrohrlings (228), um einen Spiegelgrundkörper (206) zu erhalten, und

30 c) Verbinden (S4) einer Spiegeleinrichtung (300) mit dem Spiegelgrundkörper (206).

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei vor dem Verbinden (S4) der Spiegeleinrichtung (300) mit dem Spiegelgrundkörper (206) in dem Schritt c) die Spiegeleinrichtung (300) hergestellt wird (S3), und wobei bei dem Herstellen (S3) der Spiegeleinrichtung (300) eine Aktuatorenmatrix (308) der Spiegeleinrichtung
5 (300) zwischen dem Spiegelgrundkörper (206) und einem Spiegelsubstrat (302) der Spiegeleinrichtung (300) angeordnet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Aktuatorenmatrix (308) vor dem Verbinden (S4) der Spiegeleinrichtung (300) mit dem Spiegelgrundkörper (206)
10 in dem Schritt c) mit dem Spiegelsubstrat (302) verbunden, insbesondere verklebt oder gebondet, wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die Aktuatorenmatrix (308) mit einer Rückseite (312) des Spiegelsubstrats (302) verbunden wird, und wobei auf eine
15 der Aktuatorenmatrix (308) abgewandte Vorderseite (310) des Spiegelsubstrats (302) eine optisch wirksame Fläche (306, 306'), insbesondere eine hochreflektierende Beschichtung, aufgebracht wird.

14. Verfahren zum Austausch eines Spiegels (M1 – M6, 130) einer Lithographieanlage (100A, 100B) gegen ein optisches System (200), das einen Spiegelgrundkörper (206), eine Manipulatoreinrichtung (400) zum Positionieren und/oder Orientieren des Spiegelgrundkörpers (206), eine optisch wirksame Fläche (306, 306') zum Reflektieren von Strahlung (108A, 108B), und eine Aktuatorenmatrix (308) umfasst, die zwischen dem Spiegelgrundkörper (206) und der optisch wirksamen
20 Fläche (306, 306') angeordnet ist und die dazu eingerichtet ist, die optisch wirksamen Fläche (306, 306') zu verformen, um deren Reflexionseigenschaften zu beeinflussen, mit den Schritten:

a) Ausbau (S10) des Spiegels (M1 – M6, 130) aus der Lithographieanlage (100a, 100B), und

30 b) Einbau (S20) des optischen Systems (200) in die Lithographieanlage (100A, 100B), wobei bei dem Einbau (S20) des optischen Systems (200) für den Spiegel

(M1 – M6, 130) vorhandene Schnittstellen (134) der Lithographieanlage (100A, 100B) genutzt werden.

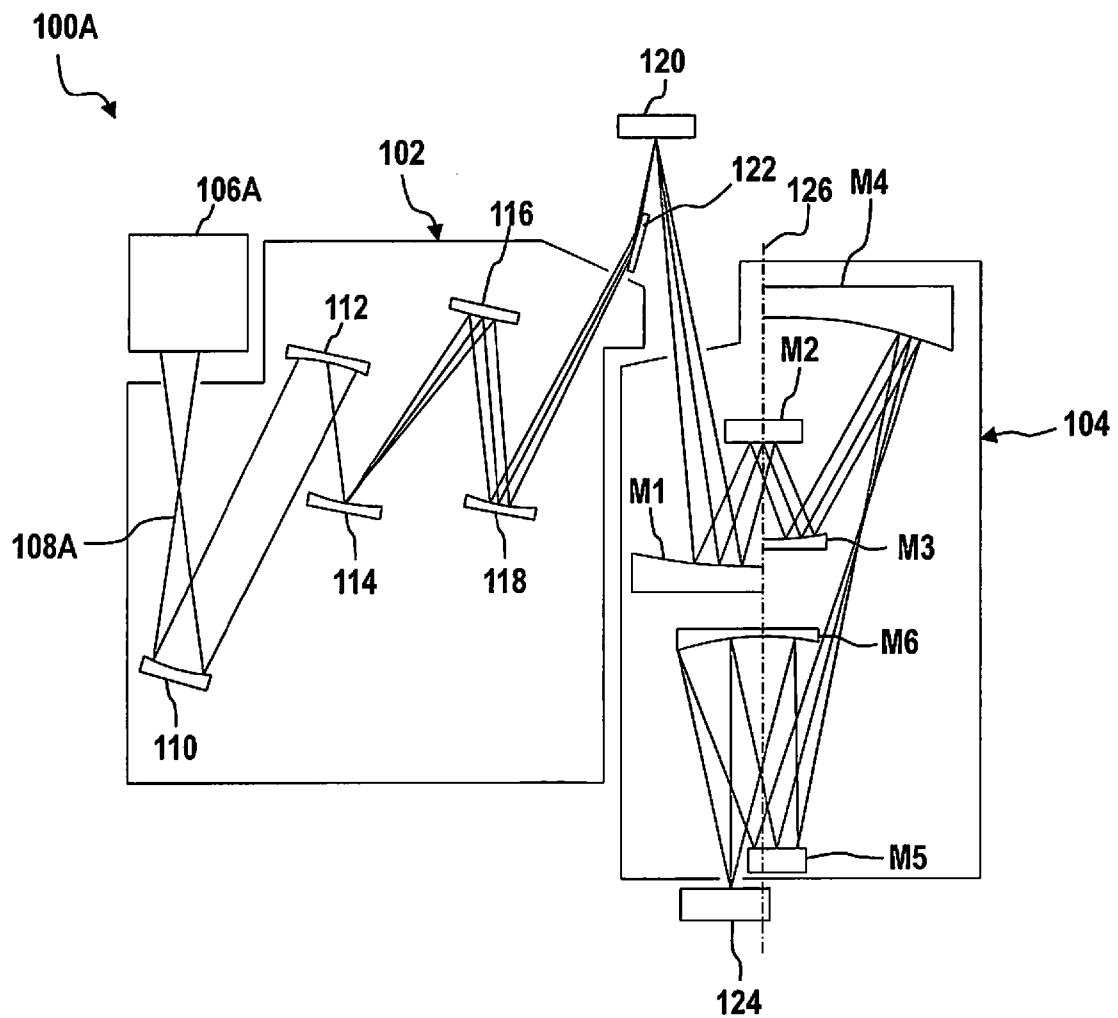


Fig. 1A

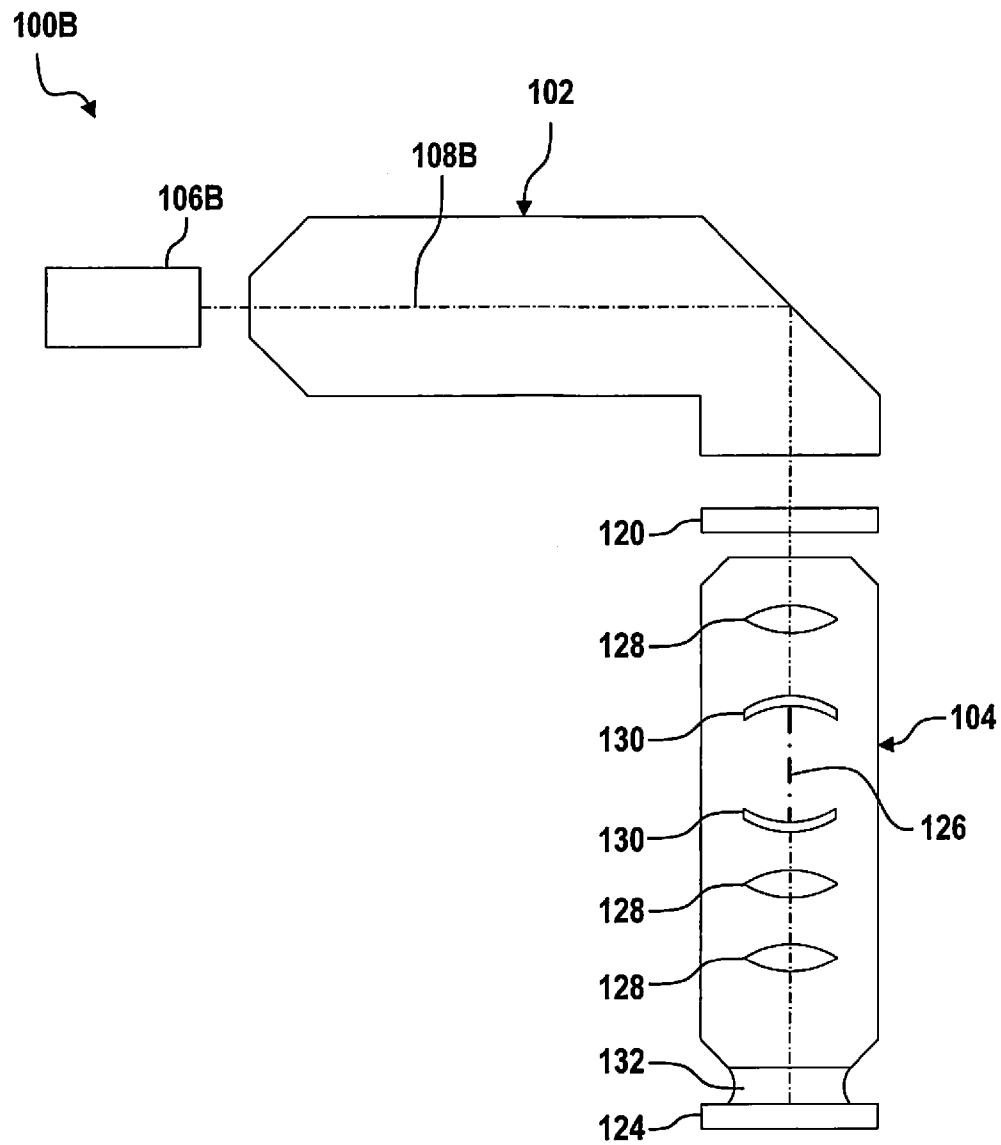


Fig. 1B

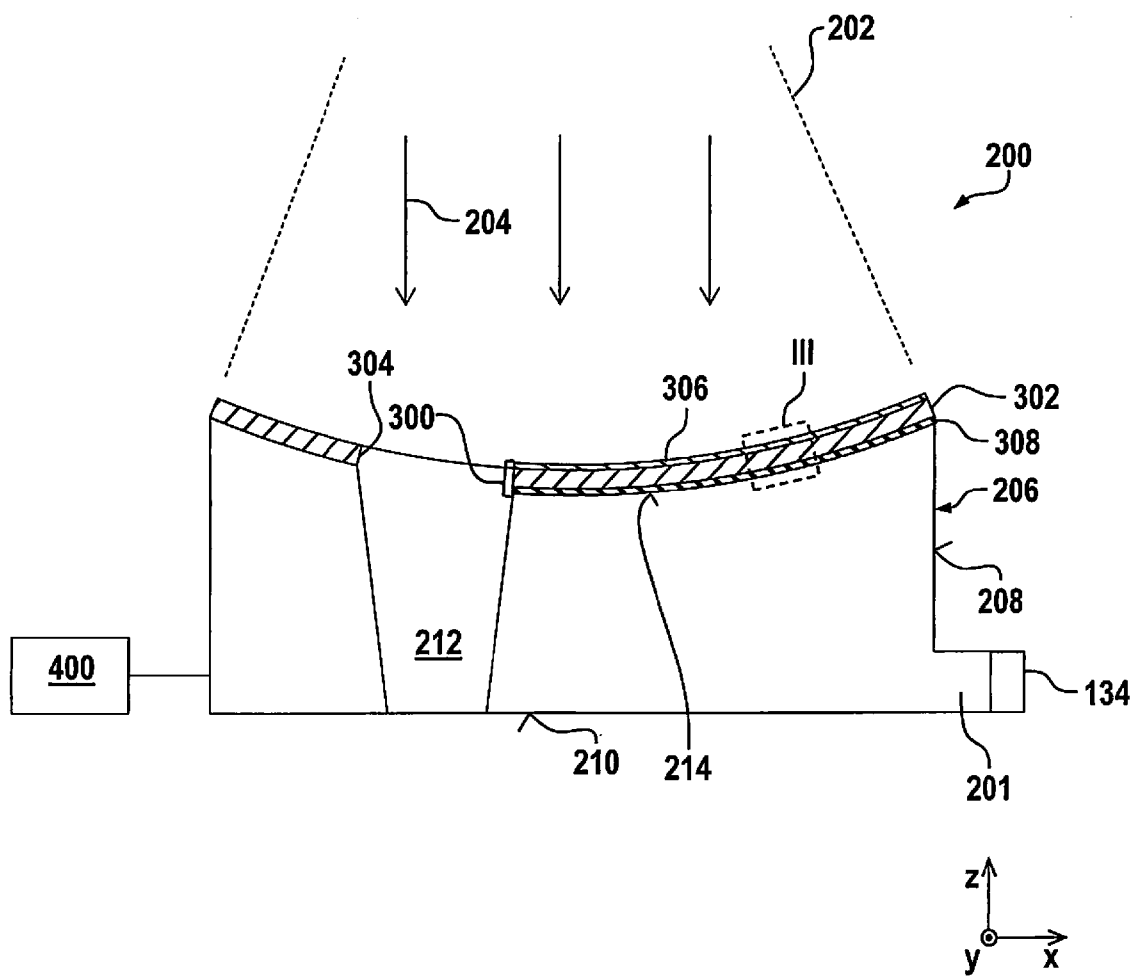


Fig. 2

4/9

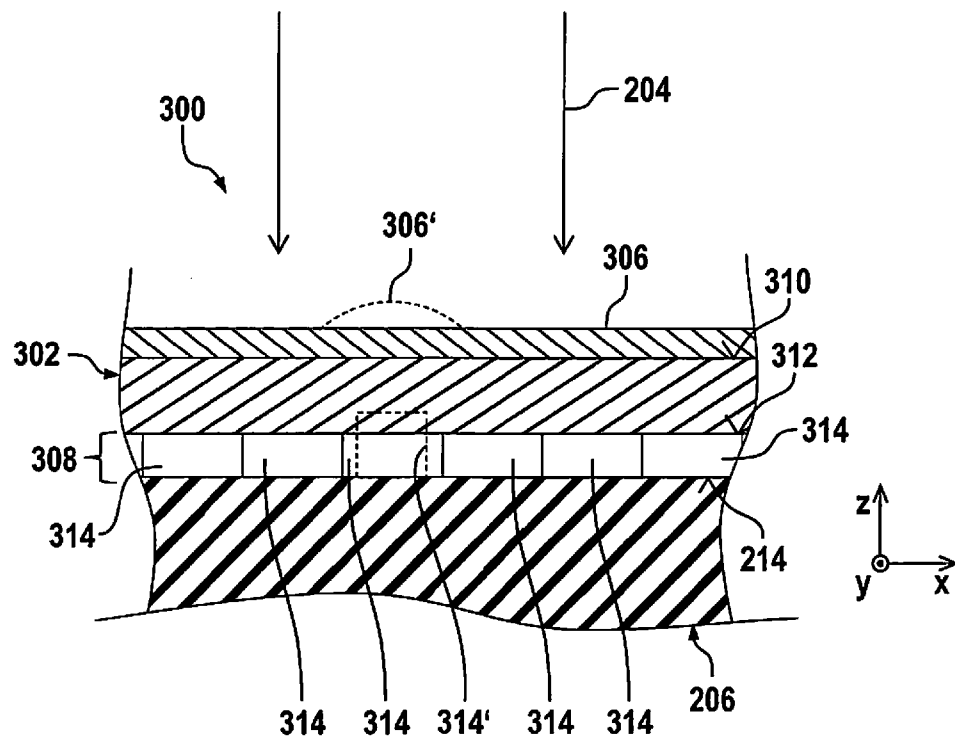


Fig. 3

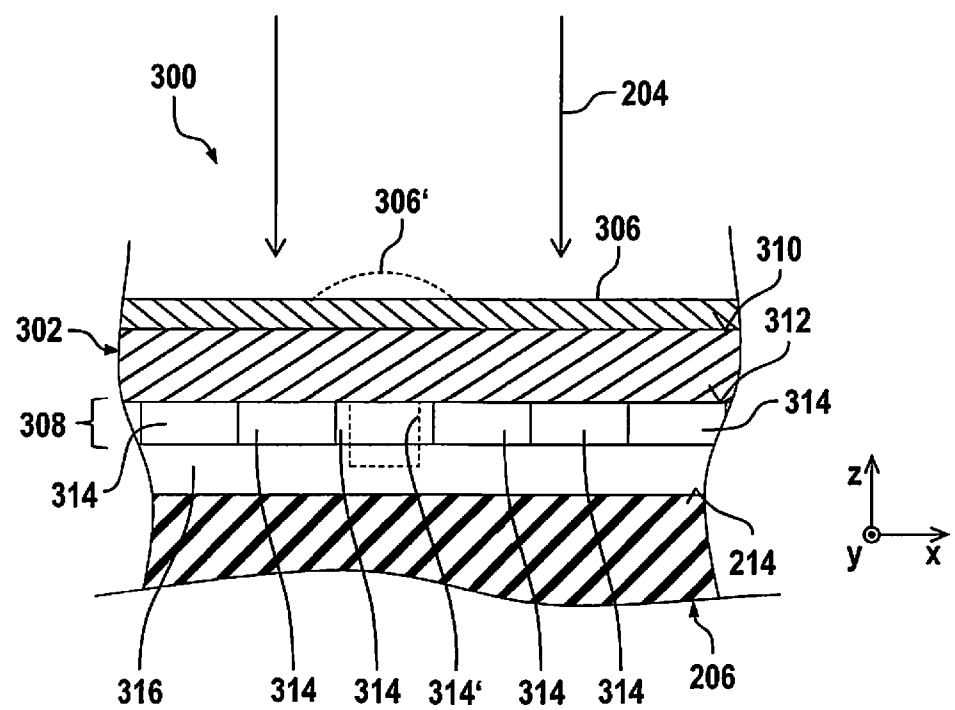


Fig. 4

5/9

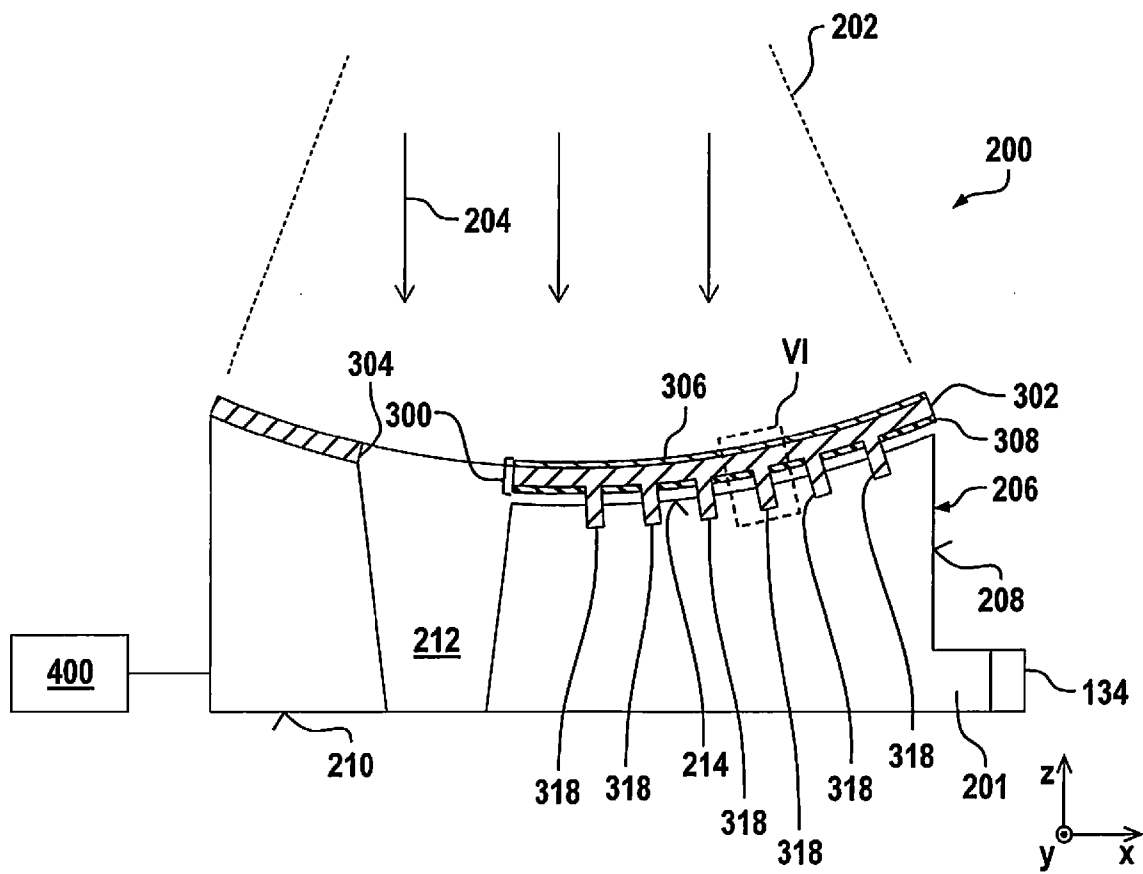


Fig. 5

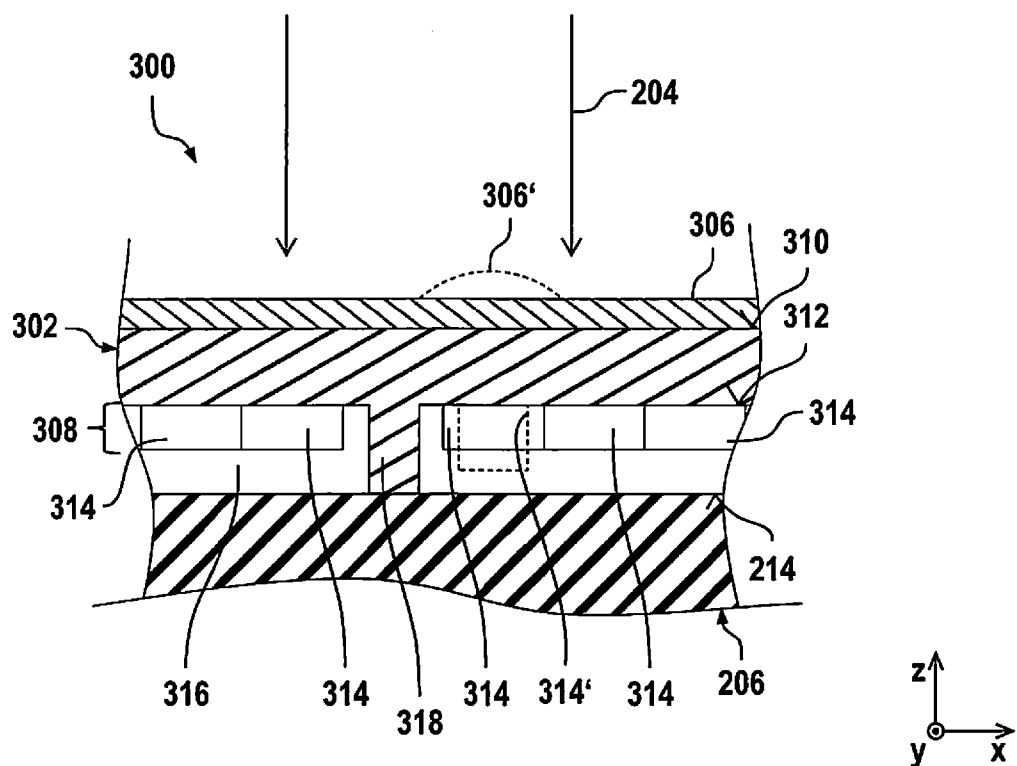


Fig. 6

6/9

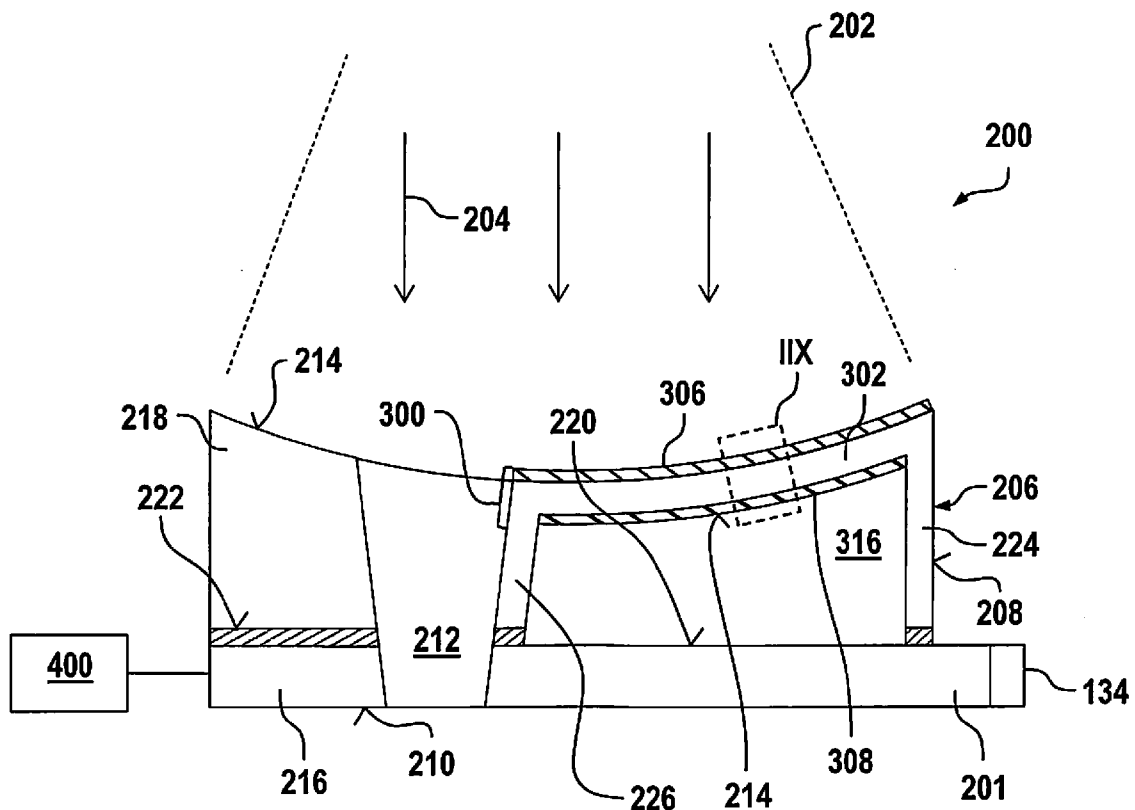


Fig. 7

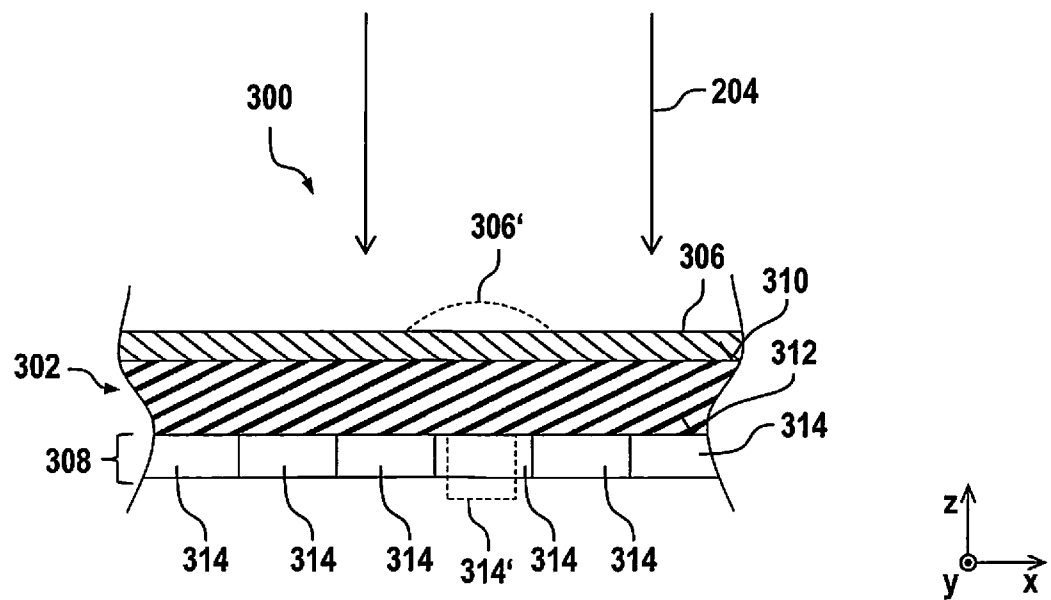


Fig. 8

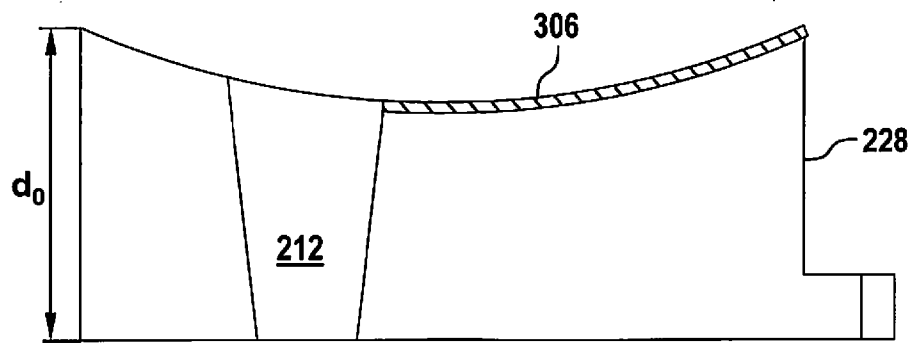


Fig. 9

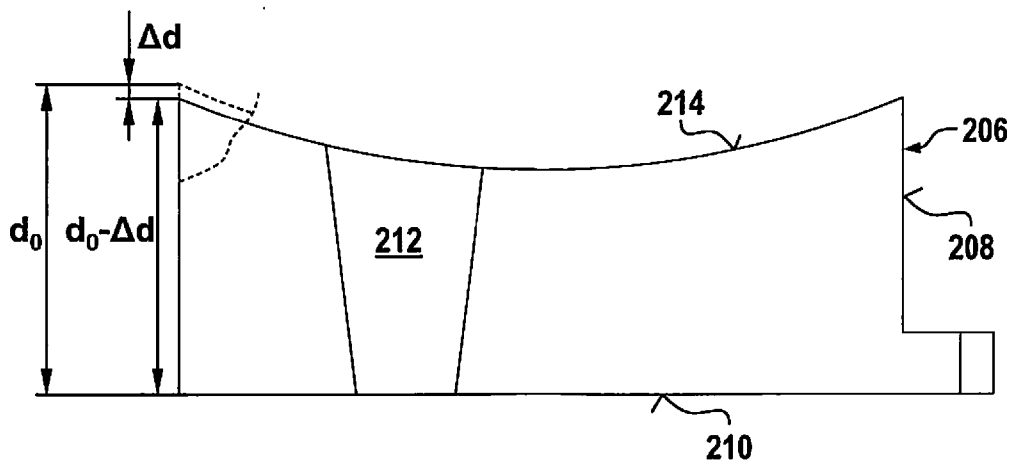


Fig. 10

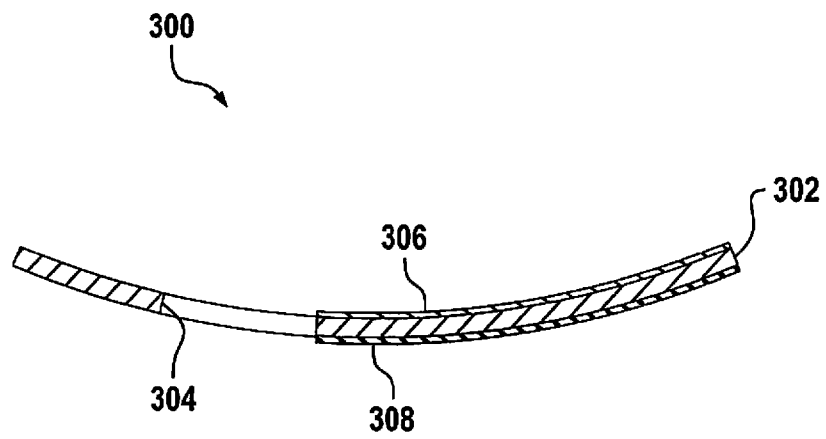


Fig. 11

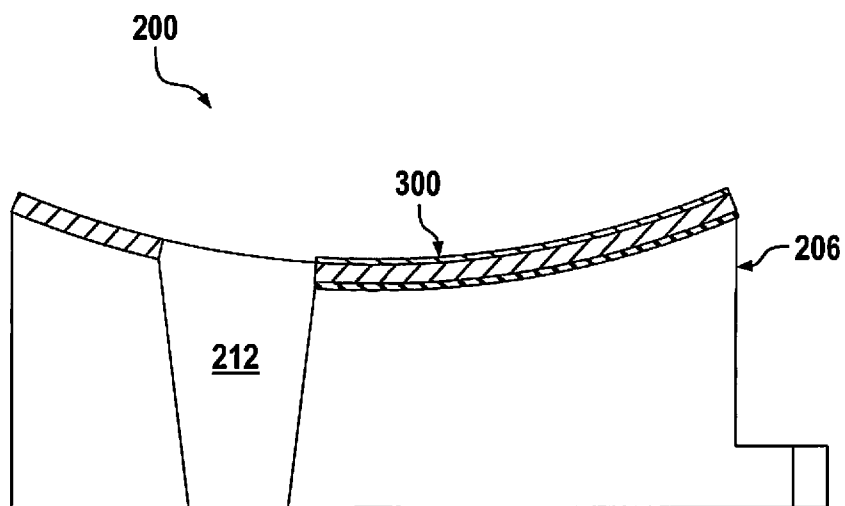


Fig. 12

9/9

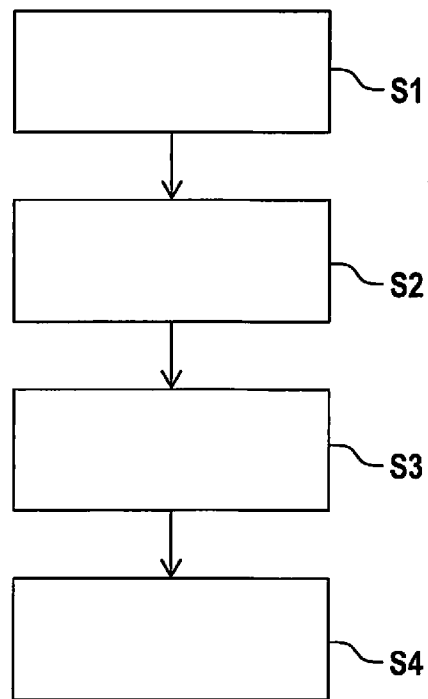


Fig. 13

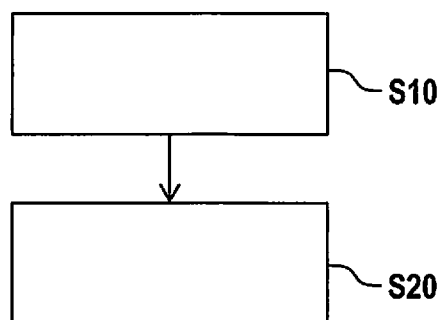


Fig. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/055923**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G03F 7/20**(2006.01)i; **G02B 26/08**(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)

G03F; G02B

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, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007280609 A1 (ITO HIROHITO [JP]) 06 December 2007 (2007-12-06) paragraphs [0031] - [0038], [0056] - [0058]; figures 1, 8	1-9
A	DE 102011075316 A1 (ZEISS CARL SMT GMBH [DE]) 08 November 2012 (2012-11-08) paragraphs [0024] - [0043]; figure 3	1-9
A	US 2004202898 A1 (VAN DIJSELDONK ANTONIUS JOHAN [NL] ET AL) 14 October 2004 (2004-10-14) paragraphs [0072] - [0074]; figure 7	1-9



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

21 June 2018

Date of mailing of the international search report

05 September 2018

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

Eisner, Klaus

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/055923

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 1-9

Optical system for a lithography machine.

2. Claims: 10-13

Method for producing an optical system.

3. Claim: 14

Method for replacing a mirror by an optical system.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1-9**

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/055923

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2007280609	A1	06 December 2007	JP	2007317713	A	06 December 2007
				KR	20070113114	A	28 November 2007
				TW	200745651	A	16 December 2007
				US	2007280609	A1	06 December 2007
DE	102011075316	A1	08 November 2012	DE	102011075316	A1	08 November 2012
				JP	6033849	B2	30 November 2016
				JP	2014518011	A	24 July 2014
				US	2014125995	A1	08 May 2014
				WO	2012150215	A1	08 November 2012
US	2004202898	A1	14 October 2004	JP	3822072	B2	13 September 2006
				JP	2002083767	A	22 March 2002
				KR	20020006601	A	23 January 2002
				TW	575771	B	11 February 2004
				US	2002011573	A1	31 January 2002
				US	2004202898	A1	14 October 2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G03F7/20 G02B26/08
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G03F G02B

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, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2007/280609 A1 (ITO HIROHITO [JP]) 6. Dezember 2007 (2007-12-06) Absätze [0031] - [0038], [0056] - [0058]; Abbildungen 1, 8	1-9
A	DE 10 2011 075316 A1 (ZEISS CARL SMT GMBH [DE]) 8. November 2012 (2012-11-08) Absätze [0024] - [0043]; Abbildung 3	1-9
A	US 2004/202898 A1 (VAN DIJSSELDONK ANTONIUS JOHAN [NL] ET AL) 14. Oktober 2004 (2004-10-14) Absätze [0072] - [0074]; Abbildung 7	1-9



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

21. Juni 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/09/2018

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

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-9

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-9

Optisches System für eine Lithographieanlage

2. Ansprüche: 10-13

Verfahren zum Herstellen eines optischen Systems

3. Anspruch: 14

Verfahren zum Austausch eines Spiegels gegen ein optisches System

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/055923

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007280609 A1	06-12-2007	JP 2007317713 A KR 20070113114 A TW 200745651 A US 2007280609 A1	06-12-2007 28-11-2007 16-12-2007 06-12-2007

DE 102011075316 A1	08-11-2012	DE 102011075316 A1 JP 6033849 B2 JP 2014518011 A US 2014125995 A1 WO 2012150215 A1	08-11-2012 30-11-2016 24-07-2014 08-05-2014 08-11-2012

US 2004202898 A1	14-10-2004	JP 3822072 B2 JP 2002083767 A KR 20020006601 A TW 575771 B US 2002011573 A1 US 2004202898 A1	13-09-2006 22-03-2002 23-01-2002 11-02-2004 31-01-2002 14-10-2004
