



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 206 428.6**

(22) Anmeldetag: **06.07.2023**

(43) Offenlegungstag: **11.07.2024**

(51) Int Cl.: **G02B 5/08 (2006.01)**

G03F 7/20 (2006.01)

G02B 7/195 (2021.01)

(71) Anmelder:
Carl Zeiss SMT GmbH, 73447 Oberkochen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 10 2021 210 093 A1

(72) Erfinder:
**Bartsch, Philipp, 73479 Ellwangen, DE; Monz,
Thomas, 73278 Schlierbach, DE**

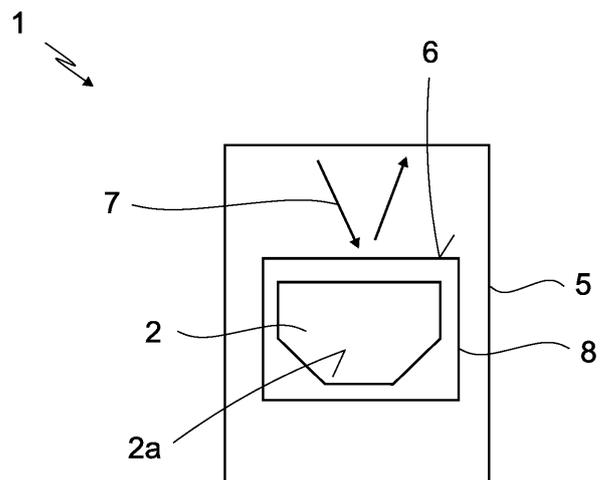
Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung eines optischen Elements sowie Lithografiesystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Herstellung eines Spiegelkörpers (2) für ein optisches Element (116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi) einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage (100), welches eine optische Oberfläche (2a) aufweist, mittels Bondens aus wenigstens zwei Bauteilen (3a, 3b) an einer Kontaktfläche (4) der Bauteile (3a, 3b). Hierzu ist ein Ofen (5) zur Erhitzung des Spiegelkörpers (2) vorgesehen. Erfindungsgemäß ist wenigstens eine Reflexionsfläche (6) zur Reflexion einer Wärmestrahlung (7) vorgesehen und dazu eingerichtet, ein Temperaturprofil des Spiegelkörpers (2) während des Bondens in einem Bereich entlang der optischen Oberfläche (2a) und/oder der Kontaktfläche (4) derart zu homogenisieren, dass der Spiegelkörper (2) in dem gesamten Bereich entlang der optischen Oberfläche (2a) und/oder der Kontaktfläche (4) die gleiche Temperatur aufweist. Die wenigstens eine Reflexionsfläche (6) ist derart angeordnet, dass die Reflexionsfläche (6) wenigstens annähernd senkrecht zu der optischen Oberfläche (2a) und/oder der Kontaktfläche (4) verläuft.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung eines Spiegelkörpers für ein optisches Element einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage, welches eine optische Oberfläche aufweist, mittels Bondens aus wenigstens zwei Bauteilen an einer Kontaktfläche der Bauteile, mit einem Ofen zur Erhitzung des Spiegelkörpers.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Spiegelkörpers für ein optisches Element einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage, welches eine optische Oberfläche aufweist, mittels Bondens aus wenigstens zwei Bauteilen an einer Kontaktfläche der Bauteile, wobei der Spiegelkörper mit einem Ofen erhitzt wird

[0003] Die Erfindung betrifft außerdem ein Lithografiesystem insbesondere eine EUV-Projektionsbelichtungsanlage für die Halbleiterlithografie, mit einem Beleuchtungssystem mit einer Strahlungsquelle sowie einer Optik, welche wenigstens ein optisches Element aufweist.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, dass bei einer Herstellung von wassergekühlten Spiegeln für EUV-Lithografiesysteme in einen Spiegelkörper bzw. einen Spiegelblank Strukturen, wie beispielsweise Kühlkanäle, eingebracht werden. Zum Einbringen der Kühlkanäle in den Spiegelkörper sind beispielsweise Fräsverfahren, Bohrverfahren oder dergleichen bekannt.

[0005] Insbesondere für Bearbeitungsschritte, wie sie Teil eines Fräsverfahrens sein können, ist es bekannt, den Spiegelkörper in wenigstens zwei Bauteile zu zerlegen. Hierdurch können die Strukturen, insbesondere die Kühlkanäle, vorteilhaft in das Spiegelinnere eingebracht werden.

[0006] In der Praxis werden die einzelnen Bauteile in einem thermischen Prozess, insbesondere durch einen Hochtemperaturprozess in einem Ofen, wieder zusammengefügt. Als thermischer Fügeprozess kann insbesondere ein Bonden herangezogen werden.

[0007] Nachteilig bei den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren ist, dass sich Materialeigenschaften des Spiegelkörpers während des thermischen Fügeprozesses ändern können, was zu inhomogenen Eigenschaften des Spiegelkörpers nach dem thermischen Fügeprozess führen kann.

[0008] Hierdurch kann die Zuverlässigkeit des Spiegelkörpers bzw. des auf dem Spiegelkörper basierenden Spiegels beispielsweise bei einem Betrieb des Spiegels in einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage, eingeschränkt sein.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Herstellung eines Spiegelkörpers für ein optisches Element zu schaffen, die die Nachteile des Standes der Technik vermeidet, insbesondere eine Herstellung zuverlässig geformter Spiegelkörper ermöglicht.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Spiegelkörpers für ein optisches Element zu schaffen, das die Nachteile des Standes der Technik vermeidet, insbesondere eine Herstellung zuverlässig geformter Spiegelkörper ermöglicht.

[0012] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den in Anspruch 6 genannten Merkmalen gelöst.

[0013] Der vorliegenden Erfindung liegt außerdem die Aufgabe zugrunde, ein Lithografiesystem, insbesondere eine EUV-Projektionsbelichtungsanlage, zu schaffen, das die Nachteile des Standes der Technik vermeidet, insbesondere zuverlässig geformte optische Elemente aufweist.

[0014] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Lithografiesystem, insbesondere eine Projektionsbelichtungsanlage, mit den in Anspruch 10 genannten Merkmalen gelöst.

[0015] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung eines Spiegelkörpers für ein optisches Element einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage, welches eine optische Oberfläche aufweist, mittels Bondens aus wenigstens zwei Bauteilen an einer Kontaktfläche der Bauteile, mit einem Ofen zur Erhitzung des Spiegelkörpers, umfasst wenigstens eine Reflexionsfläche zur Reflexion einer Wärmestrahlung, welche dazu eingerichtet ist, ein Temperaturprofil des Spiegelkörpers während des Bondens in einem Bereich entlang der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche derart zu homogenisieren, dass der Spiegelkörper in dem gesamten Bereich entlang der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche die gleiche Temperatur aufweist. Hierzu ist die wenigstens eine Reflexionsfläche derart angeordnet, dass die Reflexionsfläche wenigstens annähernd senkrecht zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche verläuft.

[0016] Erfindungsgemäß ist jede der vorgesehenen Reflexionsflächen wenigstens annähernd senkrecht zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche angeordnet.

[0017] Es wird an dieser Stelle jedoch auch eine nicht erfindungsgemäße Konfiguration offenbart, bei der mehrere Reflexionsflächen vorgesehen sind, wobei wenigstens eine der mehreren Reflexionsflächen senkrecht zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche verläuft. Auch diese kann zur Homogenisierung beitragen.

[0018] Mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann eine Beheizung des Spiegelkörpers derart ausgeführt werden, dass sich Materialeigenschaften des Spiegelkörpers, insbesondere eine Nulldurchgangstemperatur bzw. Zero-Crossing-Temperatur (ZCT) nicht oder so gering wie möglich zum Negativen verändern.

[0019] Insbesondere kann mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung erreicht werden, dass jeder Punkt entlang der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche in dem Spiegelkörper eine gleiche zeitliche Temperaturkurve durchläuft.

[0020] Mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vermieden werden, dass sich das optische Element, insbesondere der Spiegel, während des Betriebs aufgrund seiner veränderten Materialeigenschaften nachteilig verformt.

[0021] Mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann das optische Element ferner dergestalt zuverlässig geformt sein, dass es nach Herstellung mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung während des Betriebs eine Form aufweist, welche zwar unweigerlich von einer Idealform abweicht, jedoch tolerierbar deformiert und/oder leicht korrigierbar ist.

[0022] Die Erfinder haben erkannt, dass eine Abweichung von dem Optimalzustand, wonach jeder Punkt im gesamten Spiegelkörper optimalerweise die gleiche zeitliche Temperaturkurve durchläuft, vertretbar ist, sofern diese Bedingung für alle Punkte entlang der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche gegeben ist. Mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann demnach eine räumlich möglichst homogene Temperaturverteilung in einem relevanten Teil des Spiegelkörpers erzielt werden.

[0023] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die wenigstens eine Reflexionsfläche derart angeordnet ist, dass die Reflexionsfläche wenigstens annähernd senkrecht zu der optischen Oberfläche verläuft.

[0024] In einem Fall, in dem die Kontaktfläche bzw. eine Bondebene schräg zur optischen Fläche angeordnet ist, ist es von Vorteil, wenn eine homogene Temperaturverteilung an der optischen Oberfläche über eine homogene Temperaturverteilung an der Kontaktfläche priorisiert wird.

[0025] Im Rahmen der Erfindung sind unter der optischen Oberfläche auch deren Vorläuferflächen im betreffenden Herstellungsabschnitt des optischen Elements zu verstehen.

[0026] Die erfindungsgemäße Vorrichtung eignet sich in besonderer Weise für Spiegelkörper, die Kühlkanäle aufweisen, insbesondere, wenn die Kühlkanäle im Bereich der Kontaktfläche verlaufen.

[0027] Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung kann eine spätere Performanz des auf dem Spiegelkörper basierenden Spiegels dadurch erzielt werden, dass eine homogene Temperaturverteilung vor allem in einer Materialschicht zwischen einer späteren optischen Fläche des Spiegels und vorzugsweise vorgesehenen Kühlkanälen erzielt werden kann.

[0028] Die auch als „kritische Zone“ zu bezeichnende Materialschicht ist insbesondere im Bereich der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche angesiedelt.

[0029] Bereiche und/oder Zonen in dem optischen Element bzw. den Bauteilen sind tendenziell kritischer, je näher sie an der optischen Oberfläche liegen.

[0030] Es kann zur Herstellung von optischen Elementen, die als gekühlte Spiegel ausgebildet sind, vorgesehen sein, dass die Kontaktfläche bzw. die Bondebene so nahe an der optischen Oberfläche wie möglich angeordnet ist. Hierdurch kann diese in einem Betrieb des Spiegels möglichst effektiv gekühlt werden.

[0031] Dadurch, dass die wenigstens eine Reflexionsfläche derart angeordnet ist, dass die Reflexionsfläche wenigstens annähernd senkrecht zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche verläuft, kann erzielt werden, dass seitliche Flächen des Spiegelkörpers möglichst adiabat gehalten werden.

[0032] Die Verwendung von Reflexionsflächen ermöglicht eine Reduktion eines Strahlungsaustauschs an Seitenflächen des Spiegelkörpers. Dies ist von besonderem Vorteil, da ein Wärmeaustausch einer Oberfläche des Spiegelkörpers mit dem Ofen bei den bei einem Bonden vorliegenden Prozesstemperaturen hauptsächlich über Strahlung stattfindet.

[0033] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die Reduktion des Strahlungsaustauschs durch das Einbringen der wenigstens einen Reflexionsfläche in den Ofen erreicht.

[0034] Bei der wenigstens einen Reflexionsfläche handelt es sich vorzugsweise um eine spiegelnde Oberfläche und/oder eine Oberfläche mit einem

niedrigen Emissionsgrad, insbesondere einem Emissionsgrad von weniger als 0,1, vorzugsweise weniger als 0,06.

[0035] Die wenigstens eine Reflexionsfläche kann derart orientiert sein, dass die Reflexion der Wärmestrahlung zum Spiegelkörper hin oder vom Spiegelkörper weg erfolgt.

[0036] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass mehrere Reflexionsflächen vorgesehen und eingerichtet sind, den Spiegelkörper senkrecht zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche allseitig zu umschließen und/oder eine Ausdehnung des Spiegelkörpers senkrecht zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche vollständig zu überdecken.

[0037] Wird der Spiegelkörper allseits von den Reflexionsflächen umfasst und entlang seiner Ausdehnung senkrecht zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche wenigstens annähernd vollständig überdeckt, so lässt sich die Temperaturverteilung in dem Spiegelkörper derart homogenisieren, dass entlang von zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche parallelen Schichten, bzw. innerhalb von zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche parallelen Schichten, in dem Spiegelkörper jeweils ein homogenes Temperaturprofil ausgebildet wird.

[0038] Eine Temperaturverteilung in dem Spiegelkörper während eines Aufheizens und/oder eines Abkühlens des Spiegelkörpers in dem Ofen ist daher parallel zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche jeweils homogen und weist senkrecht zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche eine Schichtung auf.

[0039] Es kann vorgesehen sein, dass die Reflexionsflächen mindestens genauso „hoch“ sind, wie das aus den Bauteilen ausgebildete Werkstück bzw. der Spiegelkörper.

[0040] Es kann auch vorgesehen sein, die Reflexionsflächen bzw. den reflektierenden Rahmen, auf welchen an späterer Stelle eingegangen wird, höher auszuführen als das Werkstück bzw. den Spiegelkörper. Dies kann dazu dienen, die seitlichen Flächen des Spiegelkörpers noch stärker auch gegen schräg einfallende Wärmestrahlung abzuschirmen.

[0041] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Reflexionsfläche als Beschichtung des Spiegelkörpers ausgebildet ist.

[0042] Eine direkte Aufbringung der Reflexionsfläche als Beschichtung auf den Spiegelkörper hat

den Vorteil, dass hierdurch Strahlungsverluste in einem Zwischenraum zwischen dem Spiegelkörper und der Reflexionsfläche vermieden werden.

[0043] Die Erfinder haben erkannt, dass die erfindungsgemäß beanspruchte Anordnung der wenigstens einen Reflexionsfläche, derart, dass diese wenigstens annähernd senkrecht zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche verläuft, besonders vorteilhaft ist. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass sich auch dann, wenn eine Seitenfläche des Spiegelkörpers nicht vollständig senkrecht zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche, das heißt schräg zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche, verläuft, eine vorteilhafte Homogenisierung des Temperaturprofils innerhalb der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche einstellen kann.

[0044] Von Vorteil ist es insbesondere, wenn die wenigstens eine Reflexionsfläche als reflektierende Schicht auf den Seitenflächen des Spiegelkörpers aufgebracht wird.

[0045] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Reflexionsfläche auf einer in dem Ofen positionierbaren Struktur, vorzugsweise einem Rahmen, ausgebildet ist.

[0046] Wird eine reflektierende Struktur seitlich um den Spiegelkörper herumführend, insbesondere in Form eines Rahmens, in den Ofen eingebracht, so ergibt sich eine hohe Flexibilität bei verschiedenen Geometrien des Spiegelkörpers. Ferner kann hierdurch ein, vorzugsweise geringer, Abstand zwischen der reflektierenden Oberfläche der Reflexionsfläche und der Seitenflächen des Spiegelkörpers erzielt werden. Hierdurch kann eine Kontamination des Spiegelkörpers durch unter Umständen bei den in dem Ofen vorliegenden hohen Temperaturen von der Struktur ausdampfenden Stoffen verhindert werden.

[0047] In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine zu dem Spiegelkörper hin orientierte erste Reflexionsfläche und wenigstens eine von dem Spiegelkörper weg orientierte zweite Reflexionsfläche vorgesehen sind.

[0048] Mithin wird auf diese Weise eine Reflexion nach innen und nach außen ermöglicht.

[0049] Vorzugsweise liegen die erste und die zweite Reflexionsfläche aneinander an und sind zueinander parallel.

[0050] Vorzugsweise weist die wenigstens eine Reflexionsfläche und/oder ein reflektierendes Mate-

rial der wenigstens einen Reflexionsfläche und/oder die als Beschichtung ausgebildete Reflexionsfläche einen geringen Emissionsgrad und/oder einen hohen Reflexionsgrad für eine Wärmestrahlung in dem Ofen auf.

[0051] Neben der Verwendung zweier Reflexionsflächen kann auch eine einzelne Reflexionsfläche verwendet werden, welche eine Reflexion der Wärmestrahlung hin zu dem Spiegelkörper und hin zu dem Ofen ermöglicht.

[0052] Es kann vorgesehen sein, dass die Reflexionsfläche ein Metall aufweist.

[0053] Es kann vorgesehen sein, dass die Reflexionsfläche als Metallbeschichtung, insbesondere als Aluminium-Beschichtung der Seitenflächen des Spiegelkörpers, ausgebildet ist.

[0054] Vorteilhaft kann auch eine Weiterbildung der Vorrichtung sein, bei der die Reflexionsfläche und/oder die Struktur hitzebeständig sind.

[0055] Insbesondere weisen die Reflexionsfläche und/oder die Struktur bzw. das für die Struktur verwendete Material eine derartige Temperaturbeständigkeit auf, dass eine Vermeidung von Kontaminationen des Spiegelmaterials des Spiegelkörpers gegeben ist.

[0056] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren mit den in Anspruch 6 genannten Merkmalen.

[0057] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Spiegelkörpers für ein optisches Element einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage, welches eine optische Oberfläche aufweist, mittels Bondens aus wenigstens zwei Bauteilen an einer Kontaktfläche der Bauteile wird der Spiegelkörper mit einem Ofen erhitzt wird. Erfindungsgemäß wird ein Temperaturprofil des Spiegelkörpers während des Bondens in einem Bereich entlang der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche durch wenigstens eine Reflexionsfläche derart homogenisiert, dass der Spiegelkörper in dem gesamten Bereich entlang der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche auf einer gleichen Temperatur gehalten wird. Hierbei werden der Spiegelkörper und die wenigstens eine Reflexionsfläche in dem Ofen derart relativ zueinander angeordnet, dass die optische Oberfläche und/oder die Kontaktfläche wenigstens annähernd senkrecht zu der wenigstens einen Reflexionsfläche verläuft.

[0058] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vor allem in einer Materialschicht zwischen einer späteren optischen Fläche des Spiegels und, vorzugsweise in dem Spiegelkörper ausgebildeten, Kühlkanälen eine vorteilhaft homogene Temperatur-

verteilung erzielt werden. Die Kühlkanäle sind dabei in der Regel entlang eine Ebene der Kontaktfläche bzw. angrenzend an die Kontaktfläche ausgebildet. Eine homogene Temperaturverteilung in dem Bereich zwischen der Kontaktfläche und der optischen Oberfläche des Spiegels ist für eine spätere Performanz des Spiegels besonders relevant. Die optische Oberfläche und/oder die Kontaktfläche können daher als „kritische Zone“ bezeichnet werden.

[0059] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, den Spiegelkörper lediglich auf der Oberseite und Unterseite zu erhitzen bzw. reduziert eine Wärmeleitung über die Seitenflächen. Hierdurch ergibt sich innerhalb der kritischen Zone eine vorteilhaft homogene Temperaturverteilung.

[0060] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann vorgesehen sein, dass bei dem Bonden eine Temperatur von 800 °C bis 1.000 °C in dem Ofen vorherrscht. Hierdurch kann unter Umständen die ZCT sowie ein wasserstoffinduziertes Ausgasen des Spiegelkörpers beeinflusst werden. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine Erhaltung der vorteilhaften Spiegeleigenschaften auch unter den vorbeschriebenen hohen Temperaturen.

[0061] Ferner können thermische Spannungen, welche bei den vorgenannten hohen Temperaturen entstehen können, durch das erfindungsgemäße Verfahren reduziert werden.

[0062] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich in besonderer Weise zur Herstellung von Spiegeln zum Betrieb in einem senkrechten Einfall („normal incidence mirror“) und/oder von Spiegeln im Betrieb in einem streifenden Einfall („grazing incidence mirror“).

[0063] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass der Spiegelkörper von mehreren Reflexionsflächen senkrecht zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche allseitig umschlossen und/oder senkrecht zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche vollständig überdeckt wird.

[0064] Wird ein Emissionsgrad an den Seitenflächen des Spiegelkörpers reduziert, so stellt sich ein in der Höhe des Spiegelkörpers geschichtetes Temperaturprofil ein. Es treten lediglich geringe Temperaturgradienten in seitlicher Richtung auf, so dass sich ein wesentlich homogeneres Temperaturprofil in einer Richtung parallel zu der optischen Oberfläche und/oder der Kontaktfläche einstellt.

[0065] Hierdurch kann ein Risiko einer inhomogenen Veränderung des ZCT reduziert werden.

[0066] Ferner kann ein Risiko eines Einbringens unerwünschter Spannungen und Verformungen während des Bondprozesses reduziert werden.

[0067] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass der Spiegelkörper in einem Rahmen angeordnet wird, dessen Mantelfläche durch die wenigstens eine Reflexionsfläche ausgebildet wird.

[0068] Durch die Verwendung eines Rahmens ergibt sich eine hohe Flexibilität bei der relativen Anordnung des Spiegelkörpers relativ zu der wenigstens einen Reflexionsfläche.

[0069] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass in wenigstens eines der Bauteile vor dem Bonden an der Kontaktfläche wenigstens eine Vertiefung, vorzugsweise eine Rinne eingebracht wird, und wobei durch das Bonden der Bauteile wenigstens ein Kühlkanal in dem Spiegelkörper ausgebildet wird.

[0070] Es kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Spiegelkörper aus einem Titanium-Silikatglas ausgebildet ist.

[0071] Vorzugsweise sind genau zwei Bauteile vorgesehen.

[0072] Bei Spiegeln, welche wenigstens einen Kühlkanal aufweisen, ist die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit besonderen Vorteilen verbunden, da vor allem die Materialschicht zwischen der späteren optischen Oberfläche des Spiegels und dem wenigstens einen Kühlkanal für eine spätere Performanz des Spiegels relevant ist.

[0073] Die Erfindung betrifft außerdem ein Lithografiesystem mit den Anspruch 10 genannten Merkmalen.

[0074] Das erfindungsgemäße Lithografiesystem, insbesondere eine EUV-Projektionsbelichtungsanlage für die Halbleiterlithografie, umfasst ein Beleuchtungssystem mit einer Strahlungsquelle sowie einer Optik, welche wenigstens ein optisches Element aufweist. Erfindungsgemäß ist wenigstens ein Spiegelkörper wenigstens eines der optischen Elemente wenigstens teilweise mittels der vorbeschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder mittels des vorbeschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellt.

[0075] Das erfindungsgemäße Lithografiesystem zeichnet sich durch vorteilhaft zuverlässige optische Elemente aus. Hierdurch wird eine hohe Produktionsstabilität bei der Herstellung von Halbleiterbauteilen ermöglicht.

[0076] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Lithografiesystems kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine wenigstens teilweise mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellte Spiegelkörper wenigstens einen Kühlkanal aufweist.

[0077] Besonders Spiegel, deren Spiegelkörper wenigstens einen Kühlkanal aufweisen, profitieren in besonderem Maße von einer Herstellung mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0078] In besonderem Maße eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren und/oder die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung von Spiegelkörpern oder Spiegeln von EUV-Projektionsbelichtungsanlagen.

[0079] Allerdings ist die erfindungsgemäße Vorrichtung und/oder das erfindungsgemäße Verfahren auch vorteilhaft einsetzbar bei einer Herstellung anderer optischer Elemente, wie beispielsweise Retikeln und/oder Linsen.

[0080] Von mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten optischen Elementen profitieren sowohl EUV-Projektionsbelichtungsanlagen als auch DUV-Projektionsbelichtungsanlagen. Generell sind die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von optischen Elementen, welche einen gebondeten Körper mit Kühlkanälen aufweisen, geeignet.

[0081] Merkmale, die im Zusammenhang mit einem der Gegenstände der Erfindung, namentlich gegeben durch die erfindungsgemäße Vorrichtung, das erfindungsgemäße Verfahren oder das erfindungsgemäße Lithografiesystem, beschrieben wurden, sind auch für die anderen Gegenstände der Erfindung vorteilhaft umsetzbar. Ebenso können Vorteile, die im Zusammenhang mit einem der Gegenstände der Erfindung genannt wurden, auch auf die anderen Gegenstände der Erfindung bezogen verstanden werden.

[0082] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben.

[0083] Die Figuren zeigen jeweils bevorzugte Ausführungsbeispiele, in denen einzelne Merkmale der vorliegenden Erfindung in Kombination miteinander dargestellt sind. Merkmale eines Ausführungsbeispiels sind auch losgelöst von den anderen Merkmalen des gleichen Ausführungsbeispiels umsetzbar und können dementsprechend von einem Fachmann ohne Weiteres zu weiteren sinnvollen Kombinationen

nen und Unterkombinationen mit Merkmalen anderer Ausführungsbeispiele verbunden werden.

[0084] In den Figuren sind funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0085] Es zeigen:

Fig. 1 eine EUV-Projektionsbelichtungsanlage im Meridionalschnitt;

Fig. 2 eine DUV-Projektionsbelichtungsanlage;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer möglichen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung temperierten Spiegelkörpers;

Fig. 5 eine blockdiagrammartige Darstellung einer möglichen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines auf herkömmliche Weise temperierten Spiegelkörpers;

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Temperaturkurve eines Spiegelkörpers;

Fig. 8 eine schematische Darstellung von Wärmeübergangskoeffizienten eines Spiegelkörpers; und

Fig. 9 eine schematische Darstellung von Temperaturkurven eines Spiegelkörpers unter dem erfindungsgemäßen Verfahren.

[0086] Im Folgenden werden zunächst unter Bezugnahme auf **Fig. 1** exemplarisch die wesentlichen Bestandteile einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100 für die Mikrolithografie als Beispiel für ein Lithographiesystem beschrieben. Die Beschreibung des grundsätzlichen Aufbaus der EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100 sowie deren Bestandteile sei hierbei nicht einschränkend verstanden.

[0087] Ein Beleuchtungssystem 101 der EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100 weist neben einer Strahlungsquelle 102 eine Beleuchtungsoptik 103 zur Beleuchtung eines Objektfeldes 104 in einer Objektebene 105 auf. Belichtet wird hierbei ein im Objektfeld 104 angeordnetes Retikel 106. Das Retikel 106 ist von einem Retikelhalter 107 gehalten. Der Retikelhalter 107 ist über einen Retikelverlagerungsantrieb 108 insbesondere in einer Scanrichtung verlagerbar.

[0088] In **Fig. 1** ist zur Erläuterung ein kartesisches xyz-Koordinatensystem eingezeichnet. Die x-Richtung verläuft senkrecht in die Zeichenebene hinein. Die y-Richtung verläuft horizontal und die z-Richtung verläuft vertikal. Die Scanrichtung verläuft in **Fig. 1**

längs der y-Richtung. Die z-Richtung verläuft senkrecht zur Objektebene 105.

[0089] Die EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100 umfasst eine Projektionsoptik 109. Die Projektionsoptik 109 dient zur Abbildung des Objektfeldes 104 in ein Bildfeld 110 in einer Bildebene 111. Die Bildebene 111 verläuft parallel zur Objektebene 105. Alternativ ist auch ein von 0° verschiedener Winkel zwischen der Objektebene 105 und der Bildebene 111 möglich.

[0090] Abgebildet wird eine Struktur auf dem Retikel 106 auf eine lichtempfindliche Schicht eines im Bereich des Bildfeldes 110 in der Bildebene 111 angeordneten Wafers 112. Der Wafer 112 wird von einem Waferhalter 113 gehalten. Der Waferhalter 113 ist über einen Waferverlagerungsantrieb 114 insbesondere längs der y-Richtung verlagerbar. Die Verlagerung einerseits des Retikels 106 über den Retikelverlagerungsantrieb 108 und andererseits des Wafers 112 über den Waferverlagerungsantrieb 114 kann synchronisiert zueinander erfolgen.

[0091] Bei der Strahlungsquelle 102 handelt es sich um eine EUV-Strahlungsquelle. Die Strahlungsquelle 102 emittiert insbesondere EUV-Strahlung 115, welche im Folgenden auch als Nutzstrahlung oder Beleuchtungsstrahlung bezeichnet wird. Die Nutzstrahlung 115 hat insbesondere eine Wellenlänge im Bereich zwischen 5 nm und 30 nm. Bei der Strahlungsquelle 102 kann es sich um eine Plasmaquelle handeln, zum Beispiel um eine LPP-Quelle („Laser Produced Plasma“, mithilfe eines Lasers erzeugtes Plasma) oder um eine DPP-Quelle („Gas Discharged Produced Plasma“, mittels Gasentladung erzeugtes Plasma). Es kann sich auch um eine synchrotronbasierte Strahlungsquelle handeln. Bei der Strahlungsquelle 102 kann es sich um einen Freie-Elektronen-Laser („Free-Electron-Laser“, FEL) handeln.

[0092] Die Beleuchtungsstrahlung 115, die von der Strahlungsquelle 102 ausgeht, wird von einem Kollektor 116 gebündelt. Bei dem Kollektor 116 kann es sich um einen Kollektor mit einer oder mit mehreren ellipsoidalen und/oder hyperboloiden Reflexionsflächen handeln. Die mindestens eine Reflexionsfläche des Kollektors 116 kann im streifenden Einfall („Grazing Incidence“, GI), also mit Einfallswinkeln größer als 45°, oder im normalen Einfall („Normal Incidence“, NI), also mit Einfallswinkeln kleiner als 45°, mit der Beleuchtungsstrahlung 115 beaufschlagt werden. Der Kollektor 116 kann einerseits zur Optimierung seiner Reflektivität für die Nutzstrahlung 115 und andererseits zur Unterdrückung von Falschlicht strukturiert und/oder beschichtet sein.

[0093] Nach dem Kollektor 116 propagiert die Beleuchtungsstrahlung 115 durch einen Zwischenfokus in einer Zwischenfokusebene 117. Die Zwischen-

fokusebene 117 kann eine Trennung zwischen einem Strahlungsquellenmodul, aufweisend die Strahlungsquelle 102 und den Kollektor 116, und der Beleuchtungsoptik 103 darstellen.

[0094] Die Beleuchtungsoptik 103 umfasst einen Umlenkspiegel 118 und diesem im Strahlengang nachgeordnet einen ersten Facettenspiegel 119. Bei dem Umlenkspiegel 118 kann es sich um einen planen Umlenkspiegel oder alternativ um einen Spiegel mit einer über die reine Umlenkungswirkung hinaus bündelbeeinflussenden Wirkung handeln. Alternativ oder zusätzlich kann der Umlenkspiegel 118 als Spektralfilter ausgeführt sein, der eine Nutzwellenlänge der Beleuchtungsstrahlung 115 von Falschlicht einer hiervon abweichenden Wellenlänge trennt. Sofern der erste Facettenspiegel 119 in einer Ebene der Beleuchtungsoptik 103 angeordnet ist, die zur Objektebene 105 als Feldebene optisch konjugiert ist, wird dieser auch als Feldfacettenspiegel bezeichnet. Der erste Facettenspiegel 119 umfasst eine Vielzahl von einzelnen ersten Facetten 120, welche im Folgenden auch als Feldfacetten bezeichnet werden. Von diesen Facetten 120 sind in der **Fig. 1** nur beispielhaft einige dargestellt.

[0095] Die ersten Facetten 120 können als makroskopische Facetten ausgeführt sein, insbesondere als rechteckige Facetten oder als Facetten mit bogenförmiger oder teilkreisförmiger Randkontur. Die ersten Facetten 120 können als plane Facetten oder alternativ als konvex oder konkav gekrümmte Facetten ausgeführt sein.

[0096] Wie beispielsweise aus der DE 10 2008 009 600 A1 bekannt ist, können die ersten Facetten 120 selbst jeweils auch aus einer Vielzahl von Einzelspiegeln, insbesondere einer Vielzahl von Mikrosiegeln, zusammengesetzt sein. Der erste Facettenspiegel 119 kann insbesondere als mikroelektromechanisches System (MEMS-System) ausgebildet sein. Für Details wird auf die DE 10 2008 009 600 A1 verwiesen.

[0097] Zwischen dem Kollektor 116 und dem Umlenkspiegel 118 verläuft die Beleuchtungsstrahlung 115 horizontal, also längs der y-Richtung.

[0098] Im Strahlengang der Beleuchtungsoptik 103 ist dem ersten Facettenspiegel 119 nachgeordnet ein zweiter Facettenspiegel 121. Sofern der zweite Facettenspiegel 121 in einer Pupillenebene der Beleuchtungsoptik 103 angeordnet ist, wird dieser auch als Pupillenfacettenspiegel bezeichnet. Der zweite Facettenspiegel 121 kann auch beabstandet zu einer Pupillenebene der Beleuchtungsoptik 103 angeordnet sein. In diesem Fall wird die Kombination aus dem ersten Facettenspiegel 119 und dem zweiten Facettenspiegel 121 auch als spekulärer Reflektor bezeichnet. Spekulare Reflektoren sind bekannt

aus der US 2006/0132747 A1, der EP 1 614 008 B1 und der US 6,573,978.

[0099] Der zweite Facettenspiegel 121 umfasst eine Mehrzahl von zweiten Facetten 122. Die zweiten Facetten 122 werden im Falle eines Pupillenfacettenspiegels auch als Pupillenfacetten bezeichnet.

[0100] Bei den zweiten Facetten 122 kann es sich ebenfalls um makroskopische Facetten, die beispielsweise rund, rechteckig oder auch hexagonal berandet sein können, oder alternativ um aus Mikrosiegeln zusammengesetzte Facetten handeln. Diesbezüglich wird ebenfalls auf die DE 10 2008 009 600 A1 verwiesen.

[0101] Die zweiten Facetten 122 können plane oder alternativ konvex oder konkav gekrümmte Reflexionsflächen aufweisen.

[0102] Die Beleuchtungsoptik 103 bildet somit ein doppelt facettiertes System. Dieses grundlegende Prinzip wird auch als Fliegenaugeintegrator („Fly's Eye Integrator“) bezeichnet.

[0103] Es kann vorteilhaft sein, den zweiten Facettenspiegel 121 nicht exakt in einer Ebene, welche zu einer Pupillenebene der Projektionsoptik 109 optisch konjugiert ist, anzuordnen.

[0104] Mit Hilfe des zweiten Facettenspiegels 121 werden die einzelnen ersten Facetten 120 in das Objektfeld 104 abgebildet. Der zweite Facettenspiegel 121 ist der letzte bündelformende oder auch tatsächlich der letzte Spiegel für die Beleuchtungsstrahlung 115 im Strahlengang vor dem Objektfeld 104.

[0105] Bei einer weiteren, nicht dargestellten Ausführung der Beleuchtungsoptik 103 kann im Strahlengang zwischen dem zweiten Facettenspiegel 121 und dem Objektfeld 104 eine Übertragungsoptik angeordnet sein, die insbesondere zur Abbildung der ersten Facetten 120 in das Objektfeld 104 beiträgt. Die Übertragungsoptik kann genau einen Spiegel, alternativ aber auch zwei oder mehr Spiegel aufweisen, welche hintereinander im Strahlengang der Beleuchtungsoptik 103 angeordnet sind. Die Übertragungsoptik kann insbesondere einen oder zwei Spiegel für senkrechten Einfall (NI-Spiegel, „Normal Incidence“-Spiegel) und/oder einen oder zwei Spiegel für streifenden Einfall (GI-Spiegel, „Gracing Incidence“-Spiegel) umfassen.

[0106] Die Beleuchtungsoptik 103 hat bei der Ausführung, die in der **Fig. 1** gezeigt ist, nach dem Kollektor 116 genau drei Spiegel, nämlich den Umlenkspiegel 118, den Feldfacettenspiegel 119 und den Pupillenfacettenspiegel 121.

[0107] Bei einer weiteren Ausführung der Beleuchtungsoptik 103 kann der Umlenkspiegel 118 auch entfallen, so dass die Beleuchtungsoptik 103 nach dem Kollektor 116 dann genau zwei Spiegel aufweisen kann, nämlich den ersten Facettenspiegel 119 und den zweiten Facettenspiegel 121.

[0108] Die Abbildung der ersten Facetten 120 mittels der zweiten Facetten 122 beziehungsweise mit den zweiten Facetten 122 und einer Übertragungsoptik in die Objektebene 105 ist regelmäßig nur eine näherungsweise Abbildung.

[0109] Die Projektionsoptik 109 umfasst eine Mehrzahl von Spiegeln M_i , welche gemäß ihrer Anordnung im Strahlengang der EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100 durchnummeriert sind.

[0110] Bei dem in der **Fig. 1** dargestellten Beispiel umfasst die Projektionsoptik 109 sechs Spiegel M_1 bis M_6 . Alternativen mit vier, acht, zehn, zwölf oder einer anderen Anzahl an Spiegeln M_i sind ebenso möglich. Der vorletzte Spiegel M_5 und der letzte Spiegel M_6 haben jeweils eine Durchtrittsöffnung für die Beleuchtungsstrahlung 115. Bei der Projektionsoptik 109 handelt es sich um eine doppelt obskurierte Optik. Die Projektionsoptik 109 hat eine bildseitige numerische Apertur, die größer ist als 0,5 und die auch größer sein kann als 0,6 und die beispielsweise 0,7 oder 0,75 betragen kann.

[0111] Reflexionsflächen der Spiegel M_i können als Freiformflächen ohne Rotationssymmetrieachse ausgeführt sein. Alternativ können die Reflexionsflächen der Spiegel M_i als asphärische Flächen mit genau einer Rotationssymmetrieachse der Reflexionsflächenform gestaltet sein. Die Spiegel M_i können, genauso wie die Spiegel der Beleuchtungsoptik 103, hoch reflektierende Beschichtungen für die Beleuchtungsstrahlung 115 aufweisen. Diese Beschichtungen können als Multilayer-Beschichtungen, insbesondere mit alternierenden Lagen aus Molybdän und Silizium, gestaltet sein.

[0112] Die Projektionsoptik 109 hat einen großen Objekt-Bildversatz in der y-Richtung zwischen einer y-Koordinate eines Zentrums des Objektfeldes 104 und einer y-Koordinate des Zentrums des Bildfeldes 110. Dieser Objekt-Bild-Versatz in der y-Richtung kann in etwa so groß sein wie ein z-Abstand zwischen der Objektebene 105 und der Bildebene 111.

[0113] Die Projektionsoptik 109 kann insbesondere anamorphotisch ausgebildet sein. Sie weist insbesondere unterschiedliche Abbildungsmaßstäbe β_x , β_y in x- und y-Richtung auf. Die beiden Abbildungsmaßstäbe β_x , β_y der Projektionsoptik 109 liegen bevorzugt bei $(\beta_x, \beta_y) = (+/- 0,25, +/- 0,125)$. Ein positiver Abbildungsmaßstab β bedeutet eine Abbildung ohne Bildumkehr. Ein negatives Vorzeichen für den

Abbildungsmaßstab β bedeutet eine Abbildung mit Bildumkehr.

[0114] Die Projektionsoptik 109 führt somit in x-Richtung, das heißt in Richtung senkrecht zur Scanrichtung, zu einer Verkleinerung im Verhältnis 4:1.

[0115] Die Projektionsoptik 109 führt in y-Richtung, das heißt in Scanrichtung, zu einer Verkleinerung von 8:1.

[0116] Andere Abbildungsmaßstäbe sind ebenso möglich. Auch vorzeichengleiche und absolut gleiche Abbildungsmaßstäbe in x- und y-Richtung, zum Beispiel mit Absolutwerten von 0,125 oder von 0,25, sind möglich.

[0117] Die Anzahl von Zwischenbildebenen in der x- und in der y-Richtung im Strahlengang zwischen dem Objektfeld 104 und dem Bildfeld 110 kann gleich sein oder kann, je nach Ausführung der Projektionsoptik 109, unterschiedlich sein. Beispiele für Projektionsoptiken mit unterschiedlichen Anzahlen derartiger Zwischenbilder in x- und y-Richtung sind bekannt aus der US 2018/0074303 A1.

[0118] Jeweils eine der Pupillenfacetten 122 ist genau einer der Feldfacetten 120 zur Ausbildung jeweils eines Beleuchtungskanals zur Ausleuchtung des Objektfeldes 104 zugeordnet. Es kann sich hierdurch insbesondere eine Beleuchtung nach dem Köhlerschen Prinzip ergeben. Das Fernfeld wird mit Hilfe der Feldfacetten 120 in eine Vielzahl an Objektfeldern 104 zerlegt. Die Feldfacetten 120 erzeugen eine Mehrzahl von Bildern des Zwischenfokus auf den diesen jeweils zugeordneten Pupillenfacetten 122.

[0119] Die Feldfacetten 120 werden jeweils von einer zugeordneten Pupillenfacette 122 einander überlagernd zur Ausleuchtung des Objektfeldes 104 auf das Retikel 106 abgebildet. Die Ausleuchtung des Objektfeldes 104 ist insbesondere möglichst homogen. Sie weist vorzugsweise einen Uniformitätsfehler von weniger als 2% auf. Die Felduniformität kann über die Überlagerung unterschiedlicher Beleuchtungskanäle erreicht werden.

[0120] Durch eine Anordnung der Pupillenfacetten kann geometrisch die Ausleuchtung der Eintrittspupille der Projektionsoptik 109 definiert werden. Durch Auswahl der Beleuchtungskanäle, insbesondere der Teilmenge der Pupillenfacetten, die Licht führen, kann die Intensitätsverteilung in der Eintrittspupille der Projektionsoptik 109 eingestellt werden. Diese Intensitätsverteilung wird auch als Beleuchtungssetting bezeichnet.

[0121] Eine ebenfalls bevorzugte Pupillenuniformität im Bereich definiert ausgeleuchteter Abschnitte

einer Beleuchtungspupille der Beleuchtungsoptik 103 kann durch eine Umverteilung der Beleuchtungskanäle erreicht werden.

[0122] Im Folgenden werden weitere Aspekte und Details der Ausleuchtung des Objektfeldes 104 sowie insbesondere der Eintrittspupille der Projektionsoptik 109 beschrieben.

[0123] Die Projektionsoptik 109 kann insbesondere eine homozentrische Eintrittspupille aufweisen. Diese kann zugänglich sein. Sie kann auch unzugänglich sein.

[0124] Die Eintrittspupille der Projektionsoptik 109 lässt sich regelmäßig mit dem Pupillenfacettenspiegel 121 nicht exakt ausleuchten. Bei einer Abbildung der Projektionsoptik 109, welche das Zentrum des Pupillenfacettenspiegels 121 telezentrisch auf den Wafer 112 abbildet, schneiden sich die Aperturstrahlen oftmals nicht in einem einzigen Punkt. Es lässt sich jedoch eine Fläche finden, in welcher der paarweise bestimmte Abstand der Aperturstrahlen minimal wird. Diese Fläche stellt die Eintrittspupille oder eine zu ihr konjugierte Fläche im Ortsraum dar. Insbesondere zeigt diese Fläche eine endliche Krümmung.

[0125] Es kann sein, dass die Projektionsoptik 109 unterschiedliche Lagen der Eintrittspupille für den tangentialen und für den sagittalen Strahlengang aufweist. In diesem Fall sollte ein abbildendes Element, insbesondere ein optisches Bauelement der Übertragungsoptik, zwischen dem zweiten Facettenspiegel 121 und dem Retikel 106 bereitgestellt werden. Mit Hilfe dieses optischen Bauelements kann die unterschiedliche Lage der tangentialen Eintrittspupille und der sagittalen Eintrittspupille berücksichtigt werden.

[0126] Bei der in der **Fig. 1** dargestellten Anordnung der Komponenten der Beleuchtungsoptik 103 ist der Pupillenfacettenspiegel 121 in einer zur Eintrittspupille der Projektionsoptik 109 konjugierten Fläche angeordnet. Der erste Feldfacettenspiegel 119 ist verkippt zur Objektebene 105 angeordnet. Der erste Facettenspiegel 119 ist verkippt zu einer Anordnungsebene angeordnet, die vom Umlenkspiegel 118 definiert ist.

[0127] Der erste Facettenspiegel 119 ist verkippt zu einer Anordnungsebene angeordnet, die vom zweiten Facettenspiegel 121 definiert ist.

[0128] In **Fig. 2** ist eine beispielhafte DUV-Projektionsbelichtungsanlage 200 dargestellt. Die DUV-Projektionsbelichtungsanlage 200 weist ein Beleuchtungssystem 201, eine Retikelstage 202 genannten Einrichtung zur Aufnahme und exakten Positionierung eines Retikels 203, durch welches die späteren

Strukturen auf einem Wafer 204 bestimmt werden, einen Waferhalter 205 zur Halterung, Bewegung und exakten Positionierung des Wafers 204 und eine Abbildungseinrichtung, nämlich eine Projektionsoptik 206, mit mehreren optischen Elementen, insbesondere Linsen 207, die über Fassungen 208 in einem Objektivgehäuse 209 der Projektionsoptik 206 gehalten sind, auf.

[0129] Alternativ oder ergänzend zu den dargestellten Linsen 207 können diverse refraktive, diffraktive und/oder reflexive optische Elemente, unter anderem auch Spiegel, Prismen, Abschlussplatten und dergleichen, vorgesehen sein.

[0130] Das grundsätzliche Funktionsprinzip der DUV-Projektionsbelichtungsanlage 200 sieht vor, dass die in das Retikel 203 eingebrachten Strukturen auf den Wafer 204 abgebildet werden.

[0131] Das Beleuchtungssystem 201 stellt einen für die Abbildung des Retikels 203 auf den Wafer 204 benötigten Projektionsstrahl 210 in Form elektromagnetischer Strahlung bereit. Als Quelle für diese Strahlung kann ein Laser, eine Plasmaquelle oder dergleichen Verwendung finden. Die Strahlung wird in dem Beleuchtungssystem 201 über optische Elemente so geformt, dass der Projektionsstrahl 210 beim Auftreffen auf das Retikel 203 die gewünschten Eigenschaften hinsichtlich Durchmesser, Polarisation, Form der Wellenfront und dergleichen aufweist.

[0132] Mittels des Projektionsstrahls 210 wird ein Bild des Retikels 203 erzeugt und von der Projektionsoptik 206 entsprechend verkleinert auf den Wafer 204 übertragen. Dabei können das Retikel 203 und der Wafer 204 synchron verfahren werden, so dass praktisch kontinuierlich während eines sogenannten Scanvorganges Bereiche des Retikels 203 auf entsprechende Bereiche des Wafers 204 abgebildet werden.

[0133] Optional kann ein Luftspalt zwischen der letzten Linse 207 und dem Wafer 204 durch ein flüssiges Medium ersetzt sein, welches einen Brechungsindex größer 1,0 aufweist. Das flüssige Medium kann beispielsweise hochreines Wasser sein. Ein solcher Aufbau wird auch als Immersionslithographie bezeichnet und weist eine erhöhte photolithographische Auflösung auf.

[0134] Die Verwendung der Erfindung ist nicht auf den Einsatz in Projektionsbelichtungsanlagen 100, 200, insbesondere auch nicht mit dem beschriebenen Aufbau, beschränkt. Die Erfindung eignet sich für beliebige Lithographiesysteme bzw. Mikrolithographiesysteme, insbesondere jedoch für Projektionsbelichtungsanlagen, mit dem beschriebenen Aufbau. Die Erfindung eignet sich auch für EUV-Projektionsbelichtungsanlagen, welche eine geringere bildsei-

tige numerische Apertur als jene, die im Zusammenhang mit **Fig. 1** beschrieben ist, sowie keinen obskurten Spiegel M5 und/oder M6 aufweisen. Insbesondere eignet sich die Erfindung auch für EUV-Projektionsbelichtungsanlagen, welche eine bildseitige numerische Apertur von 0,25 bis 0,5, vorzugsweise 0,3 bis 0,4, besonders bevorzugt 0,33, aufweisen. Die Erfindung sowie die nachfolgenden Ausführungsbeispiele sind ferner nicht auf eine spezifische Bauform beschränkt zu verstehen.

[0135] Die nachfolgenden Figuren stellen die Erfindung lediglich beispielhaft und stark schematisiert dar.

[0136] **Fig. 3** zeigt eine schematische Darstellung einer möglichen Ausführungsform einer Vorrichtung 1 zur Herstellung eines Spiegelkörpers 2.

[0137] Die Vorrichtung 1 zur Herstellung des Spiegelkörpers 2 insbesondere für ein optisches Element 116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi für die Projektionsbelichtungsanlage 100, welches wenigstens eine optische Oberfläche 2a aufweist, mittels Bondens aus wenigstens zwei Bauteilen 3a, 3b (siehe **Fig. 4**) an einer Kontaktfläche 4 (siehe **Fig. 4** der Bauteile 3a, 3b), umfasst einen Ofen 5 zur Erhitzung des Spiegelkörpers 2. Bei der Vorrichtung 1 ist wenigstens eine Reflexionsfläche 6 zur Reflexion einer Wärmestrahlung 7 vorgesehen und dazu eingerichtet, ein Temperaturprofil des Spiegelkörpers 2 während des Bondens in einem Bereich entlang der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 derart zu homogenisieren, dass der Spiegelkörper 2 in dem gesamten Bereich entlang der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 die gleiche Temperatur aufweist. Hierbei ist die wenigstens eine Reflexionsfläche 6 derart angeordnet, dass die Reflexionsfläche 6 wenigstens annähernd senkrecht zu der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 verläuft.

[0138] In dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel sind mehrere Reflexionsflächen 6 vorgesehen und dazu eingerichtet, den Spiegelkörper 2 senkrecht zu der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 allseitig zu umschließen und/oder eine Ausdehnung des Spiegelkörpers 2 senkrecht zu der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 wenigstens annähernd vollständig zu überdecken.

[0139] In dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 1 ist die wenigstens eine Reflexionsfläche 6 auf einer in dem Ofen 5 positionierbaren Struktur in dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel vorzugsweise einem Rahmen 8 ausgebildet.

[0140] In einer nicht dargestellten Ausführungsform kann die wenigstens eine Reflexionsfläche 6 alternativ oder ergänzend als Beschichtung des Spiegelkörpers 2 ausgebildet sein.

[0141] Gemäß dem Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 1 nach **Fig. 3** sind die Reflexionsfläche 6 und der Rahmen 8, vorzugsweise bis zu einer Temperatur von mindestens 1000°C, hitzebeständig.

[0142] Gemäß einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel können wenigstens eine zu dem Spiegelkörper 2 hin orientierte erste Reflexionsfläche 6 und wenigstens eine von dem Spiegelkörper 2 weg orientierte zweite Reflexionsfläche 6 vorgesehen sein.

[0143] Es kann vorgesehen sein, dass die Reflexionsfläche 6 von einer Seitenfläche des Spiegelkörpers 2 um einen Abstand beabstandet ist, welcher 1 % bis 10 %, vorzugsweise 5 % +/- 2%, einer Ausdehnung des Spiegelkörpers 2 senkrecht zu der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 beträgt.

[0144] In der Draufsicht nach **Fig. 3** ist eine Oberseite des Spiegelkörpers 2 dargestellt.

[0145] **Fig. 4** zeigt eine schematische Darstellung eines Spiegelkörpers 2, der mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 temperiert ist.

[0146] In **Fig. 4** ist eine Ausführungsform des Spiegelkörpers 2 dargestellt, bei der der Spiegelkörper 2 aus den beiden Bauteilen 3a und 3b ausgebildet ist, welche entlang der Kontaktfläche 4 miteinander verbunden sind. Entlang der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 hat sich durch die Temperierung mittels der Vorrichtung 1 ein homogenes Temperaturprofil ausgebildet. Senkrecht zu der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 ist das Temperaturprofil geschichtet.

[0147] Bei dem in **Fig. 4** dargestellten Beispiel erfolgt der Wärmeaustausch zwischen dem Spiegelkörpers 2 und dem Ofen 5 vorwiegend von oben und von unten bzw. unter einem reduzierten Emissionsgrad an den Seitenflächen des Spiegelkörpers 2.

[0148] **Fig. 5** zeigt eine blockdiagrammartige Darstellung einer möglichen Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung des Spiegelkörpers 2.

[0149] Bei dem Verfahren zur Herstellung des Spiegelkörpers 2 für das optische Element 116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi, insbesondere einen Spiegel, einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100, welches die optische Oberfläche 2a aufweist, mittels Bondens aus wenigstens zwei Bauteilen 3a, 3b an der Kontaktfläche 4 der Bauteile 3a, 3b wird in einem Erhit-

zungsblock 20 der Spiegelkörper 2 mit dem Ofen 5 erhitzt.

[0150] In einem Homogenisierungsblock 21 wird ein Temperaturprofil des Spiegelkörpers 2 während des Bondens in einem Bereich entlang der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 durch die wenigstens eine Reflexionsfläche 6 derart homogenisiert, dass der Spiegelkörper 2 in dem gesamten Bereich entlang der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 auf einer gleichen Temperatur gehalten wird.

[0151] In einem Anordnungsblock 22 werden der Spiegelkörper 2 und die wenigstens eine Reflexionsfläche 6 in dem Ofen 5 derart relativ zueinander angeordnet, dass die optische Oberfläche 2a und/oder die Kontaktfläche 4 wenigstens annähernd senkrecht zu der wenigstens einen Reflexionsfläche 6 verläuft.

[0152] Im Rahmen des Homogenisierungsblocks 21 und/oder des Anordnungsblocks 22 wird der Spiegelkörper 2 vorzugsweise von mehreren Reflexionsflächen 6 senkrecht zu der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 allseitig umschlossen und/oder senkrecht zu der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 vollständig überdeckt.

[0153] Im Rahmen des Anordnungsblocks 22 wird der Spiegelkörper 2 ferner vorzugsweise in einem Rahmen 8 angeordnet, dessen Mantelfläche durch die wenigstens eine Reflexionsfläche 6 ausgebildet wird.

[0154] Bei der Ausführungsform des Verfahrens gemäß **Fig. 5** wird ferner vorzugsweise in wenigstens eines der Bauteile 3a, 3b vor dem Bonden an der Kontaktfläche 4 wenigstens eine Vertiefung, vorzugsweise eine Rinne eingebracht, wobei durch das Bonden der Bauteile 3a, 3b wenigstens ein Kühlkanal 9 (siehe **Fig. 4**) in dem Spiegelkörper 2 ausgebildet wird.

[0155] Vorzugsweise wird die wenigstens eine Vertiefung, insbesondere durch Fräsen, derart eingebracht, dass die wenigstens eine Vertiefung in der Kontaktfläche 4 offen ist.

[0156] Die in **Fig. 5** dargestellten Blöcke sind vorzugsweise chronologisch, wie in **Fig. 5** dargestellt, geordnet. Allerdings sind auch andere Anordnungen möglich und sinnvoll.

[0157] **Fig. 6** zeigt eine schematische Darstellung eines auf herkömmliche Weise temperierten Spiegelkörpers 2.

[0158] Durch das Fehlen der seitlich angeordneten erfindungsgemäßen Reflexionsflächen 6 stellt sich

auch ein Temperaturgradient innerhalb der optischen Oberfläche 2a und/oder der Kontaktfläche 4 ein.

[0159] In dem herkömmlichen Fall einer gleichmäßigen Beheizung von allen Seiten ergibt sich der in **Fig. 6** dargestellte heiße Kern im Inneren des Spiegelkörpers 2 mit Temperaturgradienten zu der gesamten Oberfläche des Spiegelkörpers in alle Raumrichtungen.

[0160] Bei dem in **Fig. 6** dargestellten Beispiel herrscht ein gleichmäßiger Wärmeaustausch von allen Seiten des Spiegelkörpers 2 und damit ein einheitlicher Emissionsgrad an der kompletten Oberfläche des Spiegelkörpers 2 vor.

[0161] **Fig. 7** zeigt eine beispielhafte Darstellung einer Temperaturkurve zum Bonden eines Spiegelkörpers 2 aus Titanium-Silikatglas aus zwei Bauteilen 3a, 3b.

[0162] **Fig. 8** zeigt eine schematische Darstellung von Wärmeübergangskoeffizienten durch Strahlung und durch Konvektion an dem Spiegelkörper 2 in Abhängigkeit der Temperatur.

[0163] **Fig. 8** zeigt insbesondere einen Vergleich des Wärmeübergangs durch Strahlung und durch Konvektion in Abhängigkeit von der Temperatur des Spiegelkörpers 2. Der Wärmeübergang durch Strahlung, in **Fig. 8** als S gekennzeichnet, wurde auf Basis gängiger Emissionsgrade für Titanium-Silikatglas und Ofenmaterialien und eine Temperaturdifferenz von 10 K zwischen Ofenwand und Spiegelkörper 2 abgeschätzt. Zum Vergleich sind Wärmeübergangskoeffizienten dargestellt, in **Fig. 8** als V gekennzeichnet, welche sich bei einer Strahlung mit einem Emissionsgrad von 0,05, wie dieser zum Beispiel auf polierten metallischen Oberflächen auftritt, ergeben oder für natürliche Konvektion zu erwarten sind.

[0164] **Fig. 8** zeigt deutlich, dass der Wärmeübergang bei den im Ofen 5 bei dem Bonden vorherrschenden Temperaturen stark durch Strahlung des Spiegelkörpers 2 dominiert wird. Des Weiteren ist deutlich zu erkennen, dass der Wärmeübergang durch Strahlung durch eine reflektierende Oberfläche bzw. Reflexionsfläche 6 mit einem niedrigen Emissionsgrad von 0,05 sehr stark reduziert werden kann.

[0165] **Fig. 9** zeigt eine schematische Darstellung von Temperaturkurven des Spiegelkörpers 2 bei dem erfindungsgemäßen Verfahren.

[0166] In **Fig. 9** sind Ergebnisse von Finite-Elements-Simulationen zu sehen, bei denen an Seitenflächen des Spiegelkörpers 2 jeweils unterschiedliche Wärmeübergangskoeffizienten angenommen wurden. Zum einen wurde der Wärmeübergangskoeffizient entsprechend dem Wärmeübergang, der mit

einer Emissivität von Titanium-Silikatglas zu erwarten ist, und einmal mit einer Emissivität von 0,05 simuliert.

[0167] In beiden Fällen wurde ein Abkühlvorgang simuliert, wobei der gesamte Spiegelkörper 2 zu Beginn der Simulation auf einer Starttemperatur vollständig durchgewärmt angenommen wurde.

[0168] Fig. 9 zeigt den Temperaturverlauf einer Maximaltemperatur, einer Minimaltemperatur und einer Mitteltemperatur in dem Spiegelkörper 2 im Verlauf der Zeit für beide vorherbeschriebene Fälle. Die Temperaturverläufe der beiden Fälle sind sehr ähnlich. Der Fall, bei dem der Wärmeaustausch vorwiegend über die Oberseite und die Unterseite des Spiegelkörpers 2 stattfindet, kühlt etwas langsamer ab.

[0169] In Fig. 9 sind die Temperaturverläufe, welche unter Annahme eines einheitlichen Emissionsgrads für Titanium-Silikatglas an der gesamten Oberfläche des Spiegelkörpers 2 angenommen wurden, mit durchgezogenen Linien dargestellt. Die Temperaturverläufe, welche unter Annahme eines reduzierten Emissionsgrads an den Seitenflächen des Spiegelkörpers 2, d. h. mit einem Wärmeübergang, welcher praktisch ausschließlich an der Oberseite und der Unterseite des Spiegelkörpers 2 stattfindet, simuliert wurden, gestrichelt dargestellt.

[0170] Die Erfindung eignet sich in besonderem Maße für Spiegelkörper 2, bei denen es sich vorzugsweise um Spiegelkörper 2 für die Spiegel 116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage, insbesondere der in Fig. 1 prinzipmäßig gezeigten EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100 handelt. Bei der Projektionsbelichtungsanlage 100 gemäß Fig. 1 für die Halbleiterlithografie ist vorzugsweise wenigstens einer der Spiegelkörper der Spiegel 116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi mit der vorherbeschriebenen Vorrichtung hergestellt. Alternativ und/oder ergänzend ist wenigstens einer der Spiegelkörper der Spiegel 116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi mit dem vorherbeschriebenen Verfahren hergestellt.

[0171] Bei dem Spiegelkörper 2 des erfindungsgemäßen Lithographiesystems kann es sich insbesondere um den Spiegelkörper 2 für den Spiegel M2 der in Fig. 1 dargestellten EUV-Projektionsbelichtungsanlage 100 handeln.

[0172] Die Erfindung kann auch im Zusammenhang mit optischen Elementen, insbesondere Linsen 207 von DUV-Projektionsbelichtungsanlagen 200 Anwendung finden. Das Ausführungsbeispiel ist dabei analog derart zu verstehen, dass es sich bei dem optischen Element um eine Linse 207 der DUV-Projektionsbelichtungsanlage 200, handelt.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung
2	Spiegelkörper
2a	optische Oberfläche
3a,b	Bauteil
4	Kontaktfläche
5	Ofen
6	Reflexionsfläche
7	Wärmestrahlung
8	Rahmen
9	Kühlkanal
20	Erhitzungsblock
21	Homogenisierungsblock
22	Anordnungsblock
100	EUV-Projektionsbelichtungsanlage
101	Beleuchtungssystem
102	Strahlungsquelle
103	Beleuchtungsoptik
104	Objektfeld
105	Objektebene
106	Retikel
107	Retikelhalter
108	Retikelverlagerungsantrieb
109	Projektionsoptik
110	Bildfeld
111	Bildebene
112	Wafer
113	Waferhalter
114	Waferverlagerungsantrieb
115	EUV- / Nutz- / Beleuchtungsstrahlung
116	Kollektor
117	Zwischenfokusebene
118	Umlenkspiegel
119	erster Facettenspiegel / Feldfacettenspiegel
120	erste Facetten / Feldfacetten
121	zweiter Facettenspiegel / Pupillenfacettenspiegel
122	zweite Facetten / Pupillenfacetten
200	DUV-Projektionsbelichtungsanlage
201	Beleuchtungssystem

202	Retikelstage
203	Retikel
204	Wafer
205	Waferhalter
206	Projektionsoptik
207	Linse
208	Fassung
209	Objektivgehäuse
210	Projektionsstrahl
Mi	Spiegel

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102008009600 A1 [0096, 0100]
- US 20060132747 A1 [0098]
- EP 1614008 B1 [0098]
- US 6573978 [0098]
- US 20180074303 A1 [0117]

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Herstellung eines Spiegelkörpers (2) für ein optisches Element (116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi) einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage (100), welches eine optische Oberfläche (2a) aufweist, mittels Bondens aus wenigstens zwei Bauteilen (3a, 3b) an einer Kontaktfläche (4) der Bauteile (3a, 3b), mit einem Ofen (5) zur Erhitzung des Spiegelkörpers (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Reflexionsfläche (6) zur Reflexion einer Wärmestrahlung (7) vorgesehen und dazu eingerichtet ist, ein Temperaturprofil des Spiegelkörpers (2) während des Bondens in einem Bereich entlang der optischen Oberfläche (2a) und/oder der Kontaktfläche (4) derart zu homogenisieren, dass der Spiegelkörper (2) in dem gesamten Bereich entlang der optischen Oberfläche (2a) und/oder der Kontaktfläche (4) die gleiche Temperatur aufweist, wobei die wenigstens eine Reflexionsfläche (6) derart angeordnet ist, dass die Reflexionsfläche (6) wenigstens annähernd senkrecht zu der optischen Oberfläche (2a) und/oder der Kontaktfläche (4) verläuft.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Reflexionsflächen (6) vorgesehen und eingerichtet sind, den Spiegelkörper (2) senkrecht zu der optischen Oberfläche (2a) und/oder der Kontaktfläche (4) allseitig zu umschließen und/oder eine Ausdehnung des Spiegelkörpers (2) senkrecht zu der optischen Oberfläche (2a) und/oder der Kontaktfläche (4) vollständig zu überdecken.

3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Reflexionsfläche (6) als Beschichtung des Spiegelkörpers (2) ausgebildet ist.

4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Reflexionsfläche (6) auf einer in dem Ofen (5) positionierbaren Struktur, vorzugsweise einem Rahmen (8), ausgebildet ist.

5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine zu dem Spiegelkörper (2) hin orientierte erste Reflexionsfläche (6) und wenigstens eine von dem Spiegelkörper (2) weg orientierte zweite Reflexionsfläche (6) vorgesehen sind.

6. Verfahren zur Herstellung eines Spiegelkörpers (2) für ein optisches Element (116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi) einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage (100), welches eine optische Oberfläche (2a) aufweist, mittels Bondens aus wenigstens zwei Bauteilen (3a, 3b) an einer Kontaktfläche (4) der Bauteile (3a, 3b), wobei der Spiegelkörper (2)

mit einem Ofen (5) erhitzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Temperaturprofil des Spiegelkörpers (2) während des Bondens in einem Bereich entlang der optischen Oberfläche (2a) und/oder der Kontaktfläche (4) durch wenigstens eine Reflexionsfläche (6) derart homogenisiert wird, dass der Spiegelkörper (2) in dem gesamten Bereich entlang der optischen Oberfläche (2a) und/oder der Kontaktfläche (4) auf einer gleichen Temperatur gehalten wird, wobei der Spiegelkörper (2) und die wenigstens eine Reflexionsfläche (6) in dem Ofen (5) derart relativ zueinander angeordnet werden, dass die optische Oberfläche (2a) und/oder die Kontaktfläche (4) wenigstens annähernd senkrecht zu der wenigstens einen Reflexionsfläche (6) verläuft.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spiegelkörper (2) von mehreren Reflexionsflächen (6) senkrecht zu der optischen Oberfläche (2a) und/oder der Kontaktfläche (4) allseitig umschlossen und/oder senkrecht zu der optischen Oberfläche (2a) und/oder der Kontaktfläche (4) vollständig überdeckt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spiegelkörper (2) in einem Rahmen (8) angeordnet wird, dessen Mantelfläche durch die wenigstens eine Reflexionsfläche (6) ausgebildet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass in wenigstens eines der Bauteile (3a, 3b) vor dem Bonden an der Kontaktfläche (4) wenigstens eine Vertiefung, vorzugsweise eine Rinne eingebracht wird, und wobei durch das Bonden der Bauteile (3a,3b) durch die Vertiefung wenigstens ein Kühlkanal (9) in dem Spiegelkörper (2) ausgebildet wird.

10. Lithografiesystem, insbesondere EUV-Projektionsbelichtungsanlage (100) für die Halbleiterlithografie, mit einem Beleuchtungssystem (101) mit einer Strahlungsquelle (102) sowie einer Optik (103, 109), welche wenigstens ein optisches Element (116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Spiegelkörper (2) wenigstens eines der optischen Elemente (116, 118, 119, 120, 121, 122, Mi) wenigstens teilweise

- mittels einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und/oder
- mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 6 bis 9 hergestellt ist.

11. Lithografiesystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine wenigstens teilweise

- mittels einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und/oder
- mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprü-

che 6 bis 9 hergestellte Spiegelkörper (2) wenigstens einen Kühlkanal (4) aufweist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

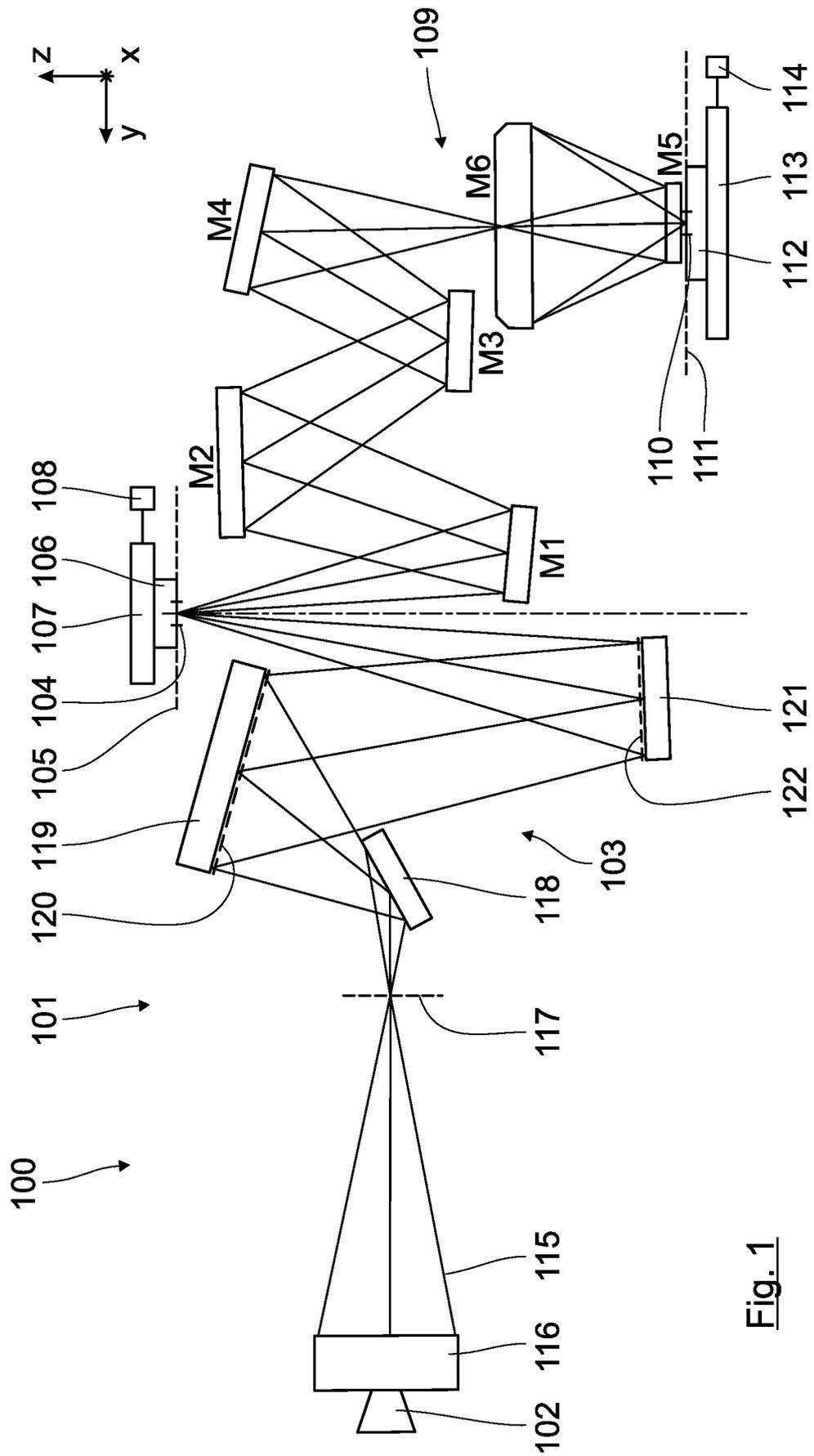


Fig. 1

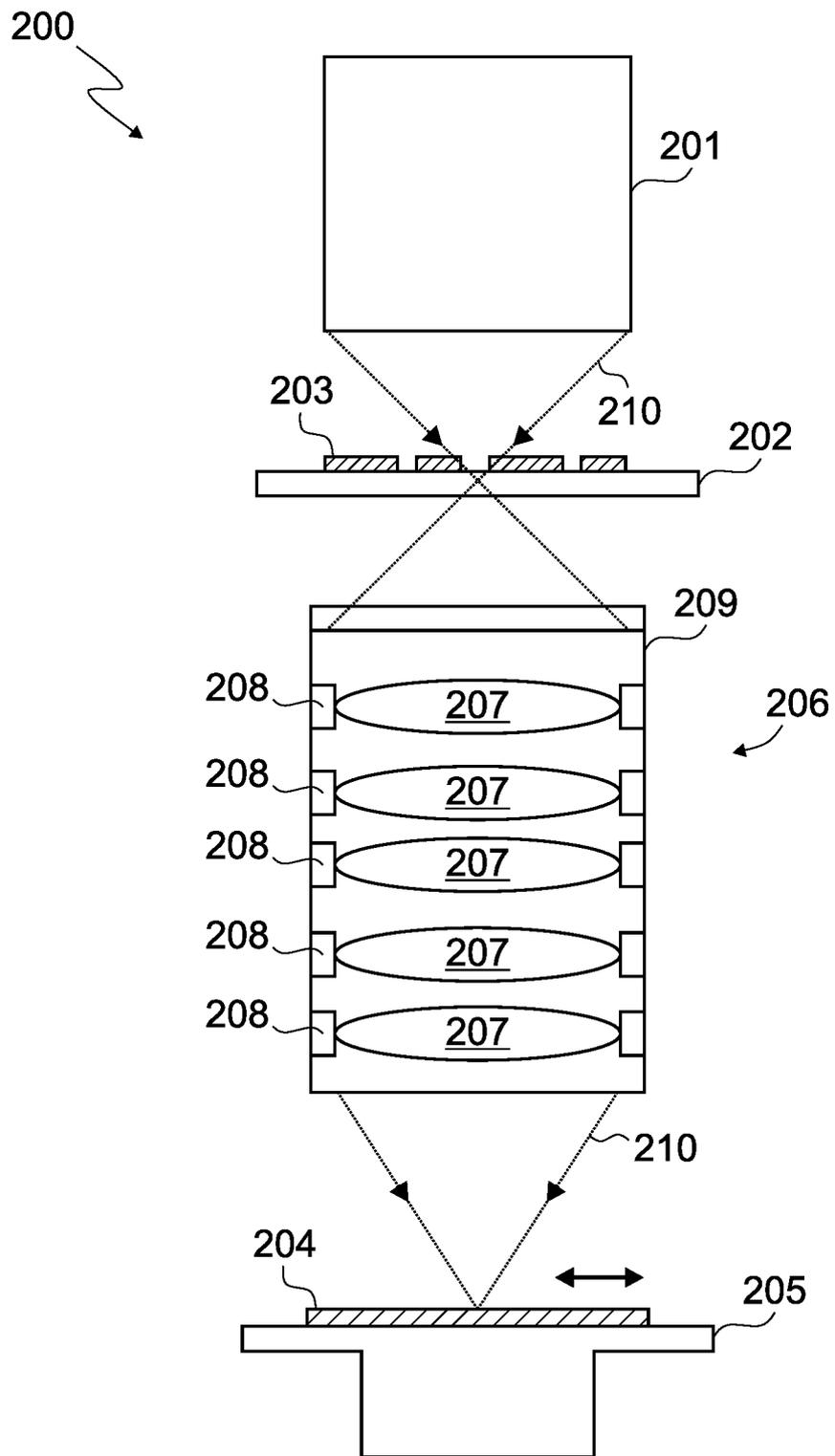


Fig. 2

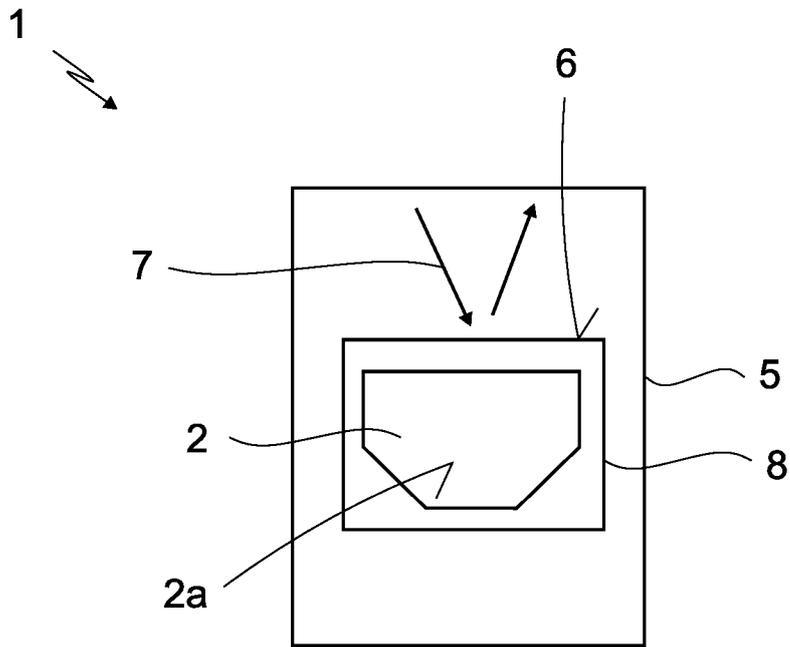


Fig. 3

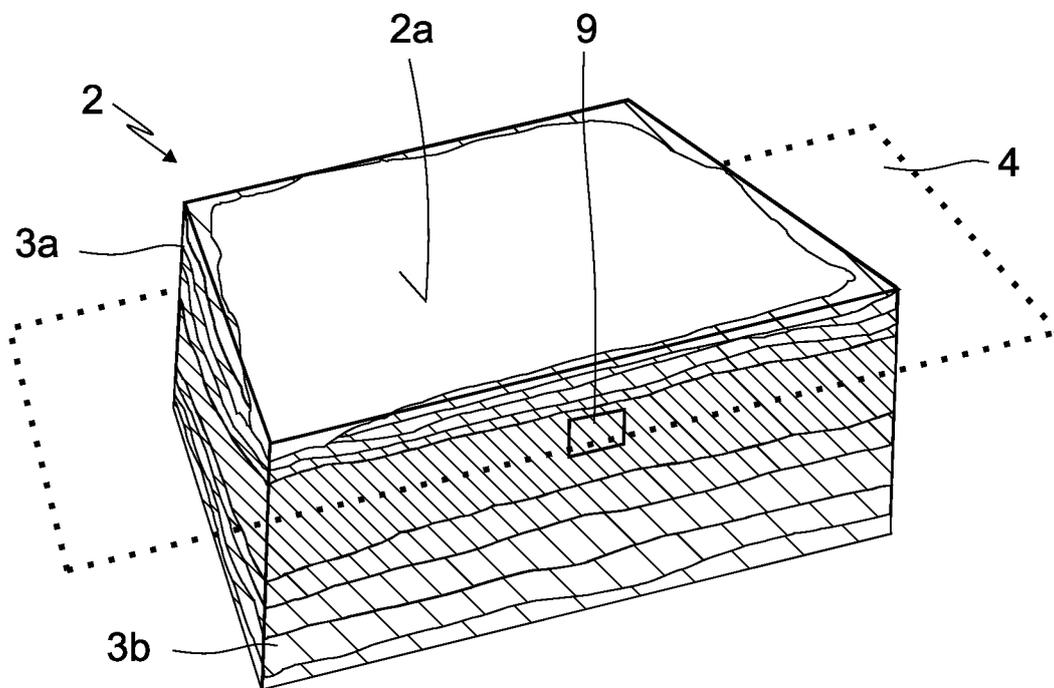


Fig. 4

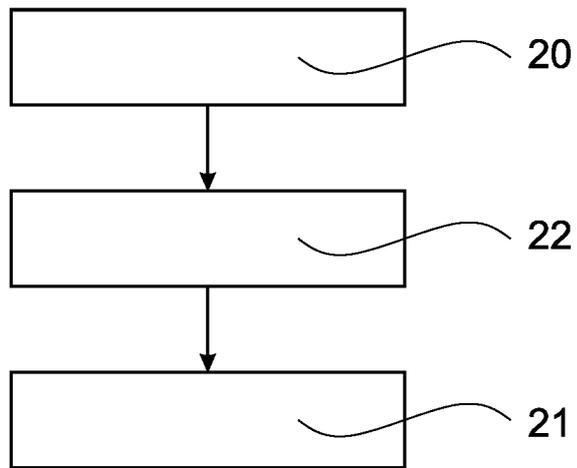


Fig. 5

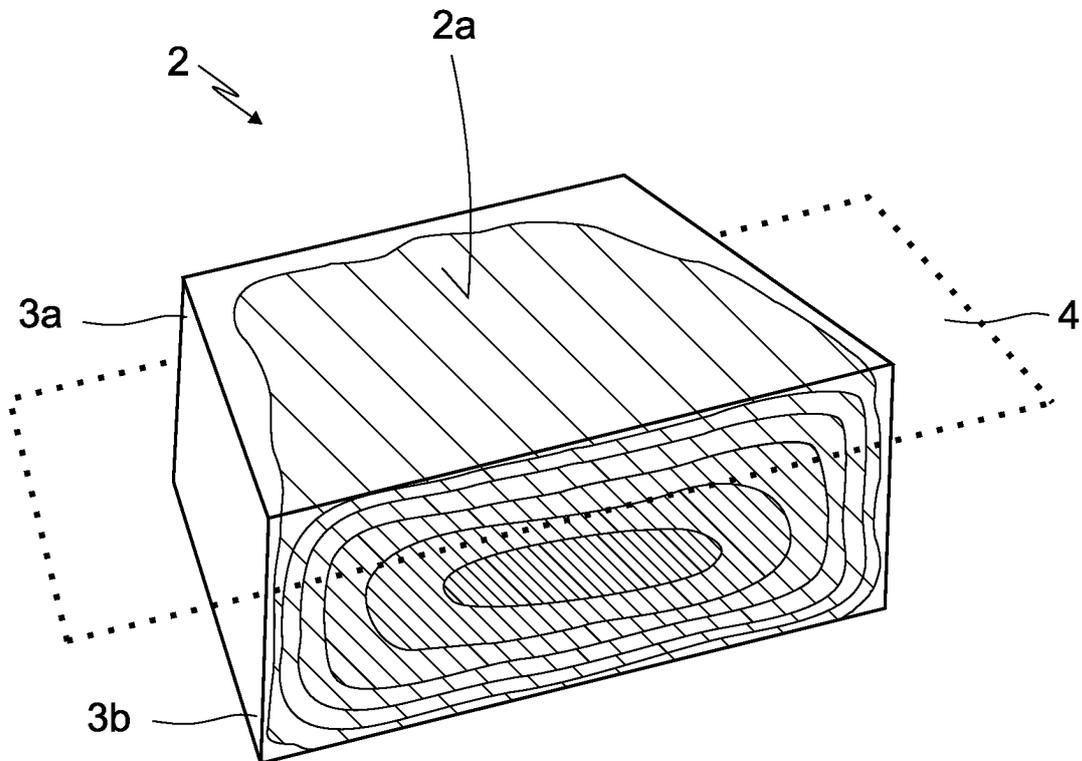


Fig. 6

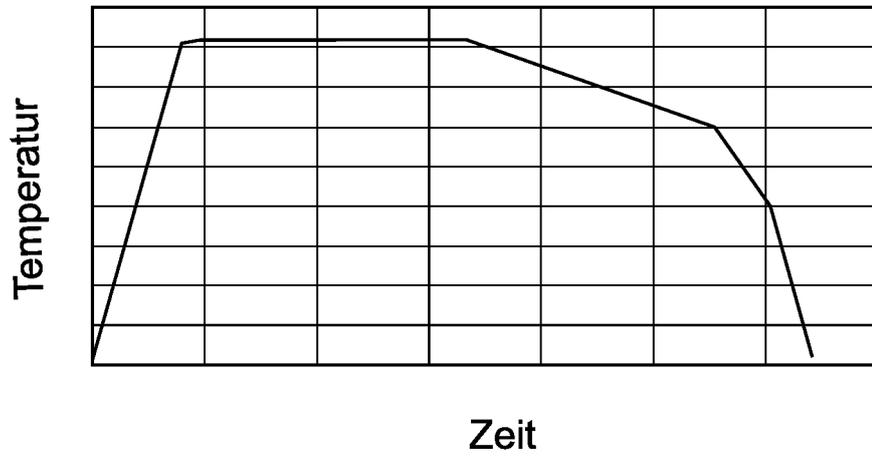
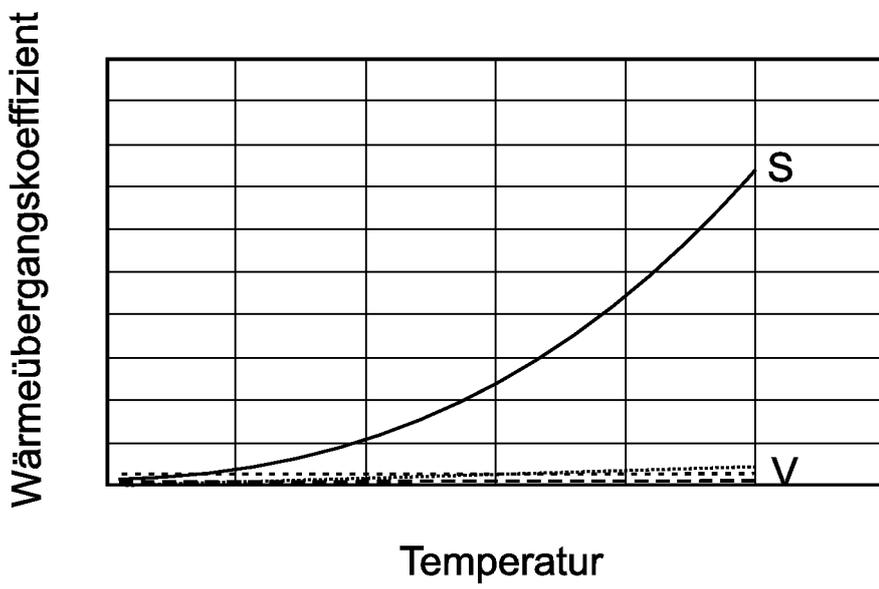


Fig. 7



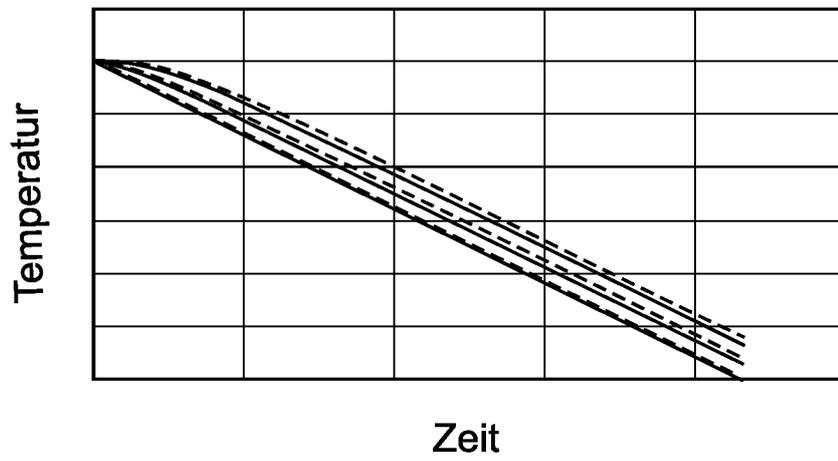


Fig. 9