



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2021 208 801.5**
 (22) Anmeldetag: **11.08.2021**
 (43) Offenlegungstag: –
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **11.08.2022**

(51) Int Cl.: **G03F 7/20** (2006.01)
G02B 7/00 (2021.01)
C09J 5/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Carl Zeiss SMT GmbH, 73447 Oberkochen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2006 039 894	A1
US	4 418 284	A
US	4 679 918	A

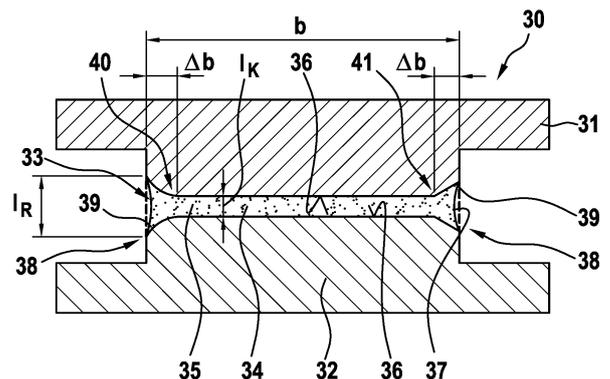
(72) Erfinder:
**Weber, Ulrich, 89075 Ulm, DE; Schaffer, Dirk,
 07747 Jena, DE; Stampe, Tim, 14129 Berlin, DE**

(54) Bezeichnung: **Projektionsbelichtungsanlage und Verfahren zur Auslegung einer Klebstoffschicht**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Projektionsbelichtungsanlage (1, 101) für die Halbleiterlithografie mit zwei stoffschlüssig verbundenen Komponenten (31,32), wobei der Stoffschluss über eine Klebstoffschicht (35) realisiert ist, wobei sich die Klebstoffschicht (35) dadurch auszeichnet, dass sich eine zumindest bereichsweise konstante Dicke l_K der Klebstoffschicht (35) zu einer Dicke l_R zum Randbereich hin erhöht. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Auslegung einer Klebstoffschicht (35) für eine stoffschlüssige Verbindung von zwei Komponenten (31,32) einer Projektionsbelichtungsanlage (1, 101) für die Halbleiterlithografie, wobei die maximale Normalspannung σ_{max-xx} am Klebstoffrand (37) durch folgende Formel berechnet wird:

$$\sigma_{max-xx} = \frac{E \sqrt{(1-\nu) l (1-2\nu)}}{(1+\nu) l_R} \cdot u_R$$

wobei
 Normalspannungsspitze am Rand: σ_{max-xx}
 Elastizitätsmodul Klebstoff: E
 Poisson-Zahl Klebstoff: ν
 Klebstoffdicke am Klebstoffrand: l_R
 Seitversatz am Klebstoffrand: u_R ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Projektionsbelichtungsanlage für die Halbleiterlithographie mit zwei stoffschlüssig verbundenen Komponenten und ein Verfahren zur Auslegung einer Klebstoffschicht in einer Projektionsoptik, in einer Beleuchtungsoptik und in einer Projektionsbelichtungsanlage.

[0002] In Projektionsbelichtungsanlagen werden zur Abbildung einer Lithografiemaske, wie zum Beispiel einer Phasenmaske, eines sogenannten Retikels, auf ein Halbleitersubstrat, einen sogenannten Wafer, optische Elemente, wie Linsen und/oder Spiegel verwendet. Um eine hohe Auflösung speziell von Lithografieoptiken zu erreichen, wird seit wenigen Jahren EUV-Licht mit einer Wellenlänge von beispielsweise zwischen 1 nm und 120 nm, insbesondere im Bereich von 13,5 nm genutzt, im Vergleich zu Vorgängersystemen mit typischen Wellenlängen von 365 nm, 248 nm oder 193 nm. Der Schritt zum sogenannten EUV-Bereich bedeutete den Verzicht auf brechende Medien, die bei dieser Wellenlänge nicht mehr sinnvoll einsetzbar sind, und damit den Übergang auf reine Spiegelsysteme, die entweder im nahezu senkrechten Einfall oder im streifenden Einfall arbeiten.

[0003] Die in den Systemen verwendeten optischen Elemente werden durch Halterungen gehalten, wobei die Verbindung zwischen dem optischen Element und der Halterung üblicherweise durch Klemmen oder Kleben realisiert wird. Neben der Verbindung der optischen Elemente und den Halterungen werden auch andere Komponenten durch eine stoffschlüssige Verbindung, wie dem Kleben, miteinander verbunden.

[0004] Die Klebeverbindungen erlauben eine sehr genaue Positionierung der Komponenten zueinander und erzeugen im Vergleich zu Klemmverbindungen oder zu Schraubverbindungen durch die flächige Ausbildung der Klebefläche, die beispielsweise eine Fläche von 5mm x 5mm und eine Dicke von 0,1mm bis 0,5mm aufweist, eine relativ geringe Deformation der beiden verbundenen Komponenten. Bei Klebeverbindungen mit konstanter Spaltdicke werden unter Scherbeanspruchung, wie sie beispielsweise bei einem Klebstoffschwund oder auch unter externer Scherbeanspruchung auftreten kann, in den Randbereichen des Klebspalts Kräfte beziehungsweise Spannungen erzeugt, die in Normalenrichtung zu den Klebeflächen wirken und damit ein Ablösen des Klebstoffs von den gefügten Oberflächen verursachen können. Dieser Effekt geht im Wesentlichen darauf zurück, dass im inneren des Klebspaltes auftretende Scherspannungen jeweils durch die Elastizität des umgebenden Materials und eine damit entstehende entsprechende Gegenspannung kompensiert werden. Diese kompensierenden

Scherspannungen sind auf Grund des fehlenden umgebenden Materials am Rand des Klebspalts null, so dass die Scherspannung im Randbereich durch eine Normalkraft kompensiert beziehungsweise in eine Normalkraft transformiert wird, welche von einer Nulllinie, also einer Linie, in welcher die Normalspannung null ist, mit einem Gradienten zum Rand hin ansteigt. Im Ergebnis ergibt sich dadurch ein s-förmiger Verlauf der äußeren Klebefläche. Die im Randbereich auftretenden Normalkräfte haben damit die nachteilige Wirkung, dass diese in Verbindung mit dem Seitversatz zu einem Abschälen des Klebstoffs an einer der Oberflächen der Komponenten führen können und es zu einem Lösen der Komponenten kommen kann.

[0005] Im Stand der Technik ist bekannt, die Klebeflächen abzusetzen oder mit Entlastungskerbungen zu umgeben, um den Randbereich der Klebefläche komponentenseitig nachgiebiger zu gestalten. Dadurch bauen sich beim Schrumpfen des Klebstoffs während der Aushärtung weniger Spannungen im Randbereich des Klebstoffs auf. Durch die nachgiebigen Ränder der Klebeflächen an den Komponenten reduzieren sich die Spannungsspitzen im Klebstoff bei einer Scherbelastung, da neben dem Klebstoff auch die Randbereiche der Klebeflächen der Komponenten durch ihre Deformation dazu beitragen den Seitversatz auszugleichen. Diese Lösung erfüllt jedoch die immer weiter steigenden Anforderungen an die Klebeschichten nicht mehr ausreichend.

[0006] Weiterhin ist in der Druckschrift DE 10 2006 039 894 A1 eine am Randbereich in eine Halterung eingeklebte Linse offenbart, wobei die Kleberschicht von innen nach außen eine ansteigende Dicke aufweist.

[0007] Aus der Druckschrift US4679918A ist eine optthalmische zusammengesetzte Linse zur Korrektur der Fehlsichtigkeit eines menschlichen Auges bekannt. Die Linse umfasst eine Kleberschicht zwischen einem unteren und einem oberen Linsenteil, wobei die Kleberschicht eine von innen nach außen ansteigende Dicke und eine zumindest bereichsweise konstante Dicke von innen zum Randbereich hin aufweist.

[0008] Aus der Druckschrift US4418284A ist ein Farb-Bildsensor bekannt, bei dem der Farbfilter auf einen Sensorchip aufgeklebt wird, wobei die Kleberschicht eine von innen nach außen ansteigende Dicke und eine zumindest bereichsweise konstante Dicke von innen zum Randbereich hin aufweist.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung bereitzustellen, welche die oben beschriebenen Nachteile des Standes der Technik beseitigt. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es,

ein Verfahren zur Auslegung einer Klebstoffschicht in einem Projektionsobjektiv, in einer Beleuchtungsoptik und in einer Projektionsbelichtungsanlage anzugeben.

[0010] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung und ein Verfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen und Varianten der Erfindung.

[0011] Eine erfindungsgemäße Projektionsbelichtungsanlage für die Halbleiterlithografie umfasst zwei stoffschlüssig verbundene Komponenten, wobei der Stoffschluss über eine Klebstoffschicht realisiert ist. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass sich eine zumindest bereichsweise konstante Dicke der Klebstoffschicht zum Randbereich hin erhöht. Eine dickere Klebstoffschicht reduziert die in einer Klebstoffschicht bei einer Scherbelastung am Rand auftretenden Normalspannungen und reduziert dadurch vorteilhaft die Gefahr eines Versagens der Klebstoffschicht.

[0012] Insbesondere kann die Dicke der Klebstoffschicht durch einen Abstand von an beiden Komponenten zu der Klebstoffschicht hin ausgebildeten Klebeflächen definiert werden. In einem mittleren Bereich der Klebstoffschicht kann durch in diesem Bereich parallel zueinander ausgebildete Klebeflächen eine konstante Dicke der Klebstoffschicht und damit der Abstand zwischen den Bauteilen eingestellt werden. Im Randbereich kann sich der Abstand der beiden Klebeflächen verändern beziehungsweise vergrößert werden, wodurch die Klebstoffschichtdicke in diesem Bereich vergrößert wird.

[0013] Dabei kann der Abstand der Klebeflächen im Randbereich der Klebstoffschicht zur Vergrößerung der Dicke der Klebstoffschicht durch eine Randgeometrie der Klebefläche vergrößert werden.

[0014] In einer Ausführungsform der Erfindung kann die Randgeometrie eine Rundung umfassen, wodurch scharfe Übergänge vermieden werden können. Dadurch kann die Haftung der Klebstoffschicht vorteilhaft verbessert werden.

[0015] In einer alternativen Ausführungsform kann die Randgeometrie eine Fase umfassen. Der Beginn der Fase ist durch einen scharfen Knick definiert und die Fase ermöglicht ein schnelles und lineares Ansteigen der Klebstoffschicht von einer konstanten Dicke zu einer größeren Dicke der Klebstoffschicht am Rand.

[0016] Abhängig von Bauraum und anderen Anforderungen, wie beispielsweise einer minimalen Quersteifigkeit der Klebstoffschicht, kann die Randgeo-

metrie eine Kombination aus einer Rundung und einer Fase umfassen.

[0017] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Auslegung einer Klebstoffschicht für eine stoffschlüssige Verbindung von zwei Komponenten einer Projektionsbelichtungsanlage für die Halbleiterlithografie zeichnet sich dadurch aus, dass die maximale Normalspannung am Klebstoffrand $\sigma_{\max,xx}$ durch folgende Formel berechnet wird:

$$\sigma_{\max,xx} = \frac{E\sqrt{(1-\nu)I(1-2\nu)}}{(1+\nu)l_R} \cdot u_R$$

wobei

Normalspannungsspitze am Rand:	$\sigma_{\max,xx}$
Elastizitätsmodul Klebstoff:	E
Poisson-Zahl Klebstoff:	ν
Klebstoffdicke am Klebstoffrand:	l_R
Seitversatz am Klebstoffrand:	u_R

[0018] Dabei kann die Normalspannung am Rand $\sigma_{\max,xx}$ unter Berücksichtigung eines vorbestimmten maximalen Seitversatzes am Klebstoffrand u_R minimiert werden. Die Minimierung wird durch die im Nenner stehende Dicke am Klebstoffrand l_R erreicht. Die Formel ist nur für sehr dünne Klebstoffschichten gültig und kann beispielsweise für eine Klebstoffgeometrie mit einer Fläche 5mm mal 5mm und einer Dicke von 0,1 mm bis 0,5mm verwendet werden.

[0019] Weiterhin kann der Seitversatz auf Basis einer minimalen vorbestimmten Quersteifigkeit der Klebstoffschicht definiert werden. Die Dicke der Klebstoffschicht l_R beeinflusst die Quersteifigkeit der Klebstoffschicht und damit wiederum den Quersatz der Klebstoffschicht. Es gilt also bei der Optimierung der Klebstoffdicke l_R am Rand immer die vorbestimmte minimale Quersteifigkeit der gesamten Klebstoffschicht nicht zu unterschreiten.

[0020] Insbesondere kann die Quersteifigkeit durch eine vorbestimmte maximale Querbelastung definiert werden. Die Dicke der Klebstoffschicht l_R reduziert die Quersteifigkeit, so dass neben der minimalen Normalspannung am Rand auch immer die Quersteifigkeit der Klebstoffschicht betrachtet werden muss. Die Quersteifigkeit der Klebstoffschicht der stoffschlüssigen Verbindung der beiden Komponenten bestimmt unter anderem deren Eigenfrequenz, also die Frequenz an der sich die Teile maximal zueinander bewegen. Diese sollte derart ausgelegt sein,

dass sie in einem Bereich liegt, dass diese nicht durch Anregungen im Betrieb angeregt wird.

[0021] Das Verfahren ermöglicht die Optimierung der Sicherheit gegen Versagen durch ein Abschälen der Klebstoffschicht am Klebstoffrand und der Quersteifigkeit der Klebstoffschicht.

[0022] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele und Varianten der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 schematisch im Meridionalschnitt eine Projektionsbelichtungsanlage für die EUV-Projektionslithografie,

Fig. 2 schematisch im Meridionalschnitt eine weitere Projektionsbelichtungsanlage für die DUV-Projektionslithografie,

Fig. 3 eine aus dem Stand der Technik bekannte Klebeverbindung,

Fig. 4 ein Diagramm der Scherspannungen und Normalspannungen über einen Klebspalt der Klebeverbindung, und

Fig. 5 eine Detailansicht der Erfindung.

[0023] Im Folgenden werden zunächst unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** exemplarisch die wesentlichen Bestandteile einer Projektionsbelichtungsanlage 1 für die Mikrolithografie beschrieben. Die Beschreibung des grundsätzlichen Aufbaus der Projektionsbelichtungsanlage 1 sowie deren Bestandteile sind hierbei nicht einschränkend verstanden.

[0024] Eine Ausführung eines Beleuchtungssystems 2 der Projektionsbelichtungsanlage 1 hat neben einer Strahlungsquelle 3 eine Beleuchtungsoptik 4 zur Beleuchtung eines Objektfeldes 5 in einer Objektebene 6. Bei einer alternativen Ausführung kann die Lichtquelle 3 auch als ein zum sonstigen Beleuchtungssystem separates Modul bereitgestellt sein. In diesem Fall umfasst das Beleuchtungssystem die Lichtquelle 3 nicht.

[0025] Belichtet wird ein im Objektfeld 5 angeordnetes Retikel 7. Das Retikel 7 ist von einem Retikelhalter 8 gehalten. Der Retikelhalter 8 ist über einen Retikelverlagerungsantrieb 9 insbesondere in einer Scanrichtung verlagerbar.

[0026] In der **Fig. 1** ist zur Erläuterung ein kartesisches xyz-Koordinatensystem eingezeichnet. Die x-Richtung verläuft senkrecht zur Zeichenebene hinein. Die y-Richtung verläuft horizontal und die z-Richtung verläuft vertikal. Die Scanrichtung verläuft in der **Fig. 1** längs der y-Richtung. Die z-Richtung verläuft senkrecht zur Objektebene 6.

[0027] Die Projektionsbelichtungsanlage 1 umfasst eine Projektionsoptik 10. Die Projektionsoptik 10

dient zur Abbildung des Objektfeldes 5 in ein Bildfeld 11 in einer Bildebene 12. Die Bildebene 12 verläuft parallel zur Objektebene 6. Alternativ ist auch ein von 0° verschiedener Winkel zwischen der Objektebene 6 und der Bildebene 12 möglich.

[0028] Abgebildet wird eine Struktur auf dem Retikel 7 auf eine lichtempfindliche Schicht eines im Bereich des Bildfeldes 11 in der Bildebene 12 angeordneten Wafers 13. Der Wafer 13 wird von einem Waferhalter 14 gehalten. Der Waferhalter 14 ist über einen Waferverlagerungsantrieb 15 insbesondere längs der y-Richtung verlagerbar. Die Verlagerung einerseits des Retikels 7 über den Retikelverlagerungsantrieb 9 und andererseits des Wafers 13 über den Waferverlagerungsantrieb 15 kann synchronisiert zueinander erfolgen.

[0029] Bei der Strahlungsquelle 3 handelt es sich um eine EUV-Strahlungsquelle. Die Strahlungsquelle 3 emittiert insbesondere EUV-Strahlung 16, welche im Folgenden auch als Nutzstrahlung, Beleuchtungsstrahlung oder Beleuchtungslicht bezeichnet wird. Die Nutzstrahlung hat insbesondere eine Wellenlänge im Bereich zwischen 5 nm und 30 nm. Bei der Strahlungsquelle 3 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 3 kann es sich um einen Freielektronen-Laser (Free-Electron-Laser, FEL) handeln.

[0030] Die Beleuchtungsstrahlung 16, die von der Strahlungsquelle 3 ausgeht, wird von einem Kollektor 17 gebündelt. Bei dem Kollektor 17 kann es sich um einen Kollektor mit einer oder mit mehreren ellipsoidalen und/oder hyperboloiden Reflexionsflächen handeln. Die mindestens eine Reflexionsfläche des Kollektors 17 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 16 beaufschlagt werden. Der Kollektor 17 kann einerseits zur Optimierung seiner Reflektivität für die Nutzstrahlung und andererseits zur Unterdrückung von Falschlicht strukturiert und/oder beschichtet sein.

[0031] Nach dem Kollektor 17 propagiert die Beleuchtungsstrahlung 16 durch einen Zwischenfokus in einer Zwischenfokusebene 18. Die Zwischenfokusebene 18 kann eine Trennung zwischen einem Strahlungsquellenmodul, aufweisend die Strahlungsquelle 3 und den Kollektor 17, und der Beleuchtungsoptik 4 darstellen.

[0032] Die Beleuchtungsoptik 4 umfasst einen Umlenkspiegel 19 und diesem im Strahlengang nachgeordnet einen ersten Facettenspiegel 20. Bei dem Umlenkspiegel 19 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 19 als Spektralfilter ausgeführt sein, der eine Nutzlichtwellenlänge der Beleuchtungsstrahlung 16 von Falschlicht einer hiervon abweichenden Wellenlänge trennt. Sofern der erste Facettenspiegel 20 in einer Ebene der Beleuchtungsoptik 4 angeordnet ist, die zur Objektebene 6 als Feldebene optisch konjugiert ist, wird dieser auch als Feldfacettenspiegel bezeichnet. Der erste Facettenspiegel 20 umfasst eine Vielzahl von einzelnen ersten Facetten 21, welche im Folgenden auch als Feldfacetten bezeichnet werden. Von diesen Facetten 21 sind in der **Fig. 1** nur beispielhaft einige dargestellt.

[0033] Die ersten Facetten 21 können als makroskopische Facetten ausgeführt sein, insbesondere als rechteckige Facetten oder als Facetten mit bogenförmiger oder teilkreisförmiger Randkontur. Die ersten Facetten 21 können als plane Facetten oder alternativ als konvex oder konkav gekrümmte Facetten ausgeführt sein.

[0034] Wie beispielsweise aus der DE 10 2008 009 600 A1 bekannt ist, können die ersten Facetten 21 selbst jeweils auch aus einer Vielzahl von Einzelspiegeln, insbesondere einer Vielzahl von Mikrosiegeln, zusammengesetzt sein. Der erste Facettenspiegel 20 kann insbesondere als mikroelektromechanisches System (MEMS-System) ausgebildet sein. Für Details wird auf die DE 10 2008 009 600 A1 verwiesen.

[0035] Zwischen dem Kollektor 17 und dem Umlenkspiegel 19 verläuft die Beleuchtungsstrahlung 16 horizontal, also längs der y-Richtung.

[0036] Im Strahlengang der Beleuchtungsoptik 4 ist dem ersten Facettenspiegel 20 nachgeordnet ein zweiter Facettenspiegel 22. Sofern der zweite Facettenspiegel 22 in einer Pupillenebene der Beleuchtungsoptik 4 angeordnet ist, wird dieser auch als Pupillenfacettenspiegel bezeichnet. Der zweite Facettenspiegel 22 kann auch beabstandet zu einer Pupillenebene der Beleuchtungsoptik 4 angeordnet sein. In diesem Fall wird die Kombination aus dem ersten Facettenspiegel 20 und dem zweiten Facettenspiegel 22 auch als spekulärer Reflektor bezeichnet. Spekularer Reflektoren sind bekannt aus der US 2006/0132747 A1, der EP 1 614 008 B1 und der US 6,573,978 B1.

[0037] Der zweite Facettenspiegel 22 umfasst eine Mehrzahl von zweiten Facetten 23. Die zweiten

Facetten 23 werden im Falle eines Pupillenfacettenspiegels auch als Pupillenfacetten bezeichnet.

[0038] Bei den zweiten Facetten 23 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.

[0039] Die zweiten Facetten 23 können plane oder alternativ konvex oder konkav gekrümmte Reflexionsflächen aufweisen.

[0040] Die Beleuchtungsoptik 4 bildet somit ein doppelt facettiertes System. Dieses grundlegende Prinzip wird auch als Wabenkondensator (Fly's Eye Integrator) bezeichnet.

[0041] Es kann vorteilhaft sein, den zweiten Facettenspiegel 22 nicht exakt in einer Ebene, welche zu einer Pupillenebene der Projektionsoptik 10 optisch konjugiert ist, anzuordnen. Insbesondere kann der Pupillenfacettenspiegel 22 gegenüber einer Pupillenebene der Projektionsoptik 10 verkippt angeordnet sein, wie es zum Beispiel in der DE 10 2017 220 586 A1 beschrieben ist.

[0042] Mit Hilfe des zweiten Facettenspiegels 22 werden die einzelnen ersten Facetten 21 in das Objektfeld 5 abgebildet. Der zweite Facettenspiegel 22 ist der letzte bündelformende oder auch tatsächlich der letzte Spiegel für die Beleuchtungsstrahlung 16 im Strahlengang vor dem Objektfeld 5.

[0043] Bei einer weiteren, nicht dargestellten Ausführung der Beleuchtungsoptik 4 kann im Strahlengang zwischen dem zweiten Facettenspiegel 22 und dem Objektfeld 5 eine Übertragungsoptik angeordnet sein, die insbesondere zur Abbildung der ersten Facetten 21 in das Objektfeld 5 beiträgt. Die Übertragungsoptik kann genau einen Spiegel, alternativ aber auch zwei oder mehr Spiegel aufweisen, welche hintereinander im Strahlengang der Beleuchtungsoptik 4 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, Grating Incidence Spiegel) umfassen.

[0044] Die Beleuchtungsoptik 4 hat bei der Ausführung, die in der **Fig. 1** gezeigt ist, nach dem Kollektor 17 genau drei Spiegel, nämlich den Umlenkspiegel 19, den Feldfacettenspiegel 20 und den Pupillenfacettenspiegel 22.

[0045] Bei einer weiteren Ausführung der Beleuchtungsoptik 4 kann der Umlenkspiegel 19 auch entfal-

len, so dass die Beleuchtungsoptik 4 nach dem Kollektor 17 dann genau zwei Spiegel aufweisen kann, nämlich den ersten Facettenspiegel 20 und den zweiten Facettenspiegel 22.

[0046] Die Abbildung der ersten Facetten 21 mittels der zweiten Facetten 23 beziehungsweise mit den zweiten Facetten 23 und einer Übertragungsoptik in die Objektebene 6 ist regelmäßig nur eine näherungsweise Abbildung.

[0047] Die Projektionsoptik 10 umfasst eine Mehrzahl von Spiegeln M_i , welche gemäß ihrer Anordnung im Strahlengang der Projektionsbelichtungsanlage 1 durchnummeriert sind.

[0048] Bei dem in der **Fig. 1** dargestellten Beispiel umfasst die Projektionsoptik 10 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 16. Bei der Projektionsoptik 10 handelt es sich um eine doppelt obskurierte Optik. Die Projektionsoptik 10 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.

[0049] 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 4, hoch reflektierende Beschichtungen für die Beleuchtungsstrahlung 16 aufweisen. Diese Beschichtungen können als Multilayer-Beschichtungen, insbesondere mit alternierenden Lagen aus Molybdän und Silizium, gestaltet sein.

[0050] Die Projektionsoptik 10 hat einen großen Objekt-Bildversatz in der y-Richtung zwischen einer y-Koordinate eines Zentrums des Objektfeldes 5 und einer y-Koordinate des Zentrums des Bildfeldes 11. Dieser Objekt-Bild-Versatz in der y-Richtung kann in etwa so groß sein wie ein z-Abstand zwischen der Objektebene 6 und der Bildebene 12.

[0051] Die Projektionsoptik 10 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 10 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.

[0052] Die Projektionsoptik 10 führt somit in x-Richtung, das heißt in Richtung senkrecht zur Scanrichtung, zu einer Verkleinerung im Verhältnis 4:1.

[0053] Die Projektionsoptik 10 führt in y-Richtung, das heißt in Scanrichtung, zu einer Verkleinerung von 8:1.

[0054] 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.

[0055] Die Anzahl von Zwischenbildebenen in der x- und in der y-Richtung im Strahlengang zwischen dem Objektfeld 5 und dem Bildfeld 11 kann gleich sein oder kann, je nach Ausführung der Projektionsoptik 10, unterschiedlich sein. Beispiele für Projektionsoptiken mit unterschiedlichen Anzahlen derartiger Zwischenbilder in x- und y-Richtung sind bekannt aus der US 2018/0074303 A1.

[0056] Jeweils eine der Pupillenfacetten 23 ist genau einer der Feldfacetten 21 zur Ausbildung jeweils eines Beleuchtungskanals zur Ausleuchtung des Objektfeldes 5 zugeordnet. Es kann sich hierdurch insbesondere eine Beleuchtung nach dem Köhlerschen Prinzip ergeben. Das Fernfeld wird mit Hilfe der Feldfacetten 21 in eine Vielzahl an Objektfeldern 5 zerlegt. Die Feldfacetten 21 erzeugen eine Mehrzahl von Bildern des Zwischenfokus auf den diesen jeweils zugeordneten Pupillenfacetten 23.

[0057] Die Feldfacetten 21 werden jeweils von einer zugeordneten Pupillenfacette 23 einander überlagernd zur Ausleuchtung des Objektfeldes 5 auf das Retikel 7 abgebildet. Die Ausleuchtung des Objektfeldes 5 ist insbesondere möglichst homogen. Sie weist vorzugsweise einen Uniformitätsfehler von weniger als 2 % auf. Die Felduniformität kann über die Überlagerung unterschiedlicher Beleuchtungskanäle erreicht werden.

[0058] Durch eine Anordnung der Pupillenfacetten kann geometrisch die Ausleuchtung der Eintrittspupille der Projektionsoptik 10 definiert werden. Durch Auswahl der Beleuchtungskanäle, insbesondere der Teilmenge der Pupillenfacetten, die Licht führen, kann die Intensitätsverteilung in der Eintrittspupille der Projektionsoptik 10 eingestellt werden. Diese Intensitätsverteilung wird auch als Beleuchtungssetting bezeichnet.

[0059] Eine ebenfalls bevorzugte Pupillenuniformität im Bereich definiert ausgeleuchteter Abschnitte einer Beleuchtungspupille der Beleuchtungsoptik 4 kann durch eine Umverteilung der Beleuchtungskanäle erreicht werden.

[0060] Im Folgenden werden weitere Aspekte und Details der Ausleuchtung des Objektfeldes 5 sowie insbesondere der Eintrittspupille der Projektionsoptik 10 beschrieben.

[0061] Die Projektionsoptik 10 kann insbesondere eine homozentrische Eintrittspupille aufweisen. Diese kann zugänglich sein. Sie kann auch unzugänglich sein.

[0062] Die Eintrittspupille der Projektionsoptik 10 lässt sich regelmäßig mit dem Pupillenfacettenspiegel 22 nicht exakt ausleuchten. Bei einer Abbildung der Projektionsoptik 10, welche das Zentrum des Pupillenfacettenspiegels 22 telezentrisch auf den Wafer 13 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.

[0063] Es kann sein, dass die Projektionsoptik 10 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 22 und dem Retikel 7 bereitgestellt werden. Mit Hilfe dieses optischen Elements kann die unterschiedliche Lage der tangentialen Eintrittspupille und der sagittalen Eintrittspupille berücksichtigt werden.

[0064] Bei der in der **Fig. 1** dargestellten Anordnung der Komponenten der Beleuchtungsoptik 4 ist der Pupillenfacettenspiegel 22 in einer zur Eintrittspupille der Projektionsoptik 10 konjugierten Fläche angeordnet. Der Feldfacettenspiegel 20 ist verkippt zur Objektebene 6 angeordnet. Der erste Facettenspiegel 20 ist verkippt zu einer Anordnungsebene angeordnet, die vom Umlenkspiegel 19 definiert ist.

[0065] Der erste Facettenspiegel 20 ist verkippt zu einer Anordnungsebene angeordnet, die vom zweiten Facettenspiegel 22 definiert ist.

[0066] In **Fig. 2** zeigt schematisch im Meridionalschnitt eine weitere Projektionsbelichtungsanlage 101 für die DUV-Projektionslithografie, in welcher die Erfindung ebenfalls zur Anwendung kommen kann.

[0067] Der Aufbau der Projektionsbelichtungsanlage 101 und das Prinzip der Abbildung ist vergleichbar mit dem in **Fig. 1** beschriebenen Aufbau und Vorgehen. Gleiche Bauteile sind mit einem um 100 gegenüber **Fig. 1** erhöhten Bezugszeichen bezeich-

net, die Bezugszeichen in **Fig. 2** beginnen also mit 101.

[0068] Im Unterschied zu einer wie in **Fig. 1** beschriebenen EUV-Projektionsbelichtungsanlage 1 können auf Grund der größeren Wellenlänge der als Nutzlicht verwendeten DUV-Strahlung 116 im Bereich von 100 nm bis 300 nm, insbesondere von 193 nm, in der DUV-Projektionsbelichtungsanlage 101 zur Abbildung beziehungsweise zur Beleuchtung refraktive, diffraktive und/oder reflexive optische Elementen 117, wie beispielsweise Linsen, Spiegeln, Prismen, Abschlussplatten und dergleichen verwendet werden. Die Projektionsbelichtungsanlage 101 umfasst dabei im Wesentlichen ein Beleuchtungssystem 102, einen Retikelhalter 108 zur Aufnahme und exakten Positionierung eines mit einer Struktur versehenen Retikels 107, durch welches die späteren Strukturen auf einem Wafer 113 bestimmt werden, einen Waferhalter 114 zur Halterung, Bewegung und exakten Positionierung eben dieses Wafers 113 und einem Projektionsobjektiv 110, mit mehreren optischen Elementen 117, die über Fassungen 118 in einem Objektivgehäuse 119 des Projektionsobjektives 110 gehalten sind.

[0069] Das Beleuchtungssystem 102 stellt eine für die Abbildung des Retikels 107 auf dem Wafer 113 benötigte DUV-Strahlung 116 bereit. Als Quelle für diese Strahlung 116 kann ein Laser, eine Plasmaquelle oder dergleichen Verwendung finden. Die Strahlung 116 wird in dem Beleuchtungssystem 102 über optische Elemente derart geformt, dass die DUV-Strahlung 116 beim Auftreffen auf das Retikel 107 die gewünschten Eigenschaften hinsichtlich Durchmesser, Polarisation, Form der Wellenfront und dergleichen aufweist.

[0070] Der Aufbau der nachfolgenden Projektionsoptik 110 mit dem Objektivgehäuse 119 unterscheidet sich außer durch den zusätzlichen Einsatz von refraktiven optischen Elementen 117 wie Linsen, Prismen, Abschlussplatten prinzipiell nicht von dem in **Fig. 1** beschriebenen Aufbau und wird daher nicht weiter beschrieben.

[0071] **Fig. 3** zeigt ein aus dem Stand der Technik bekanntes Bauteil 30 mit zwei Komponenten 31, 32, welche über eine in einem durch Klebeflächen 36 der Komponenten 31, 32 definierten Klebspalt 33 angeordnete Klebstoffschicht 35 verbunden sind. Die Klebstoffschicht 35 weist an einem Klebstoffrand 37 eine konkave Geometrie auf, welche sich auf Grund des Schrumpfens eines Klebstoffs 34 beim Aushärten ausbildet. Die Komponenten 31, 32 weisen am Rand 38 einen Absatz auf, so dass sich durch Deformation des Randes 38 beim Schrumpfen des Klebstoffs 34 eine Randgeometrie 39 ausbildet, welche eine Reduzierung der durch das Schrumpfen im Klebstoff 34 erzeugten Normalspannungen bewirkt.

Durch die Reduzierung der Normalspannungen am Klebstoffrand 37 wird die Gefahr eines Ablösens des Klebstoffs 34 von den Klebeflächen 36 minimiert. Der Rand der Klebstoffschicht 35 und die Randgeometrie 39 vor dem Aushärten sind in der **Fig. 3** durch gestrichelte Linien dargestellt.

[0072] **Fig. 4a** zeigt einen Schnitt durch die Klebstoffschicht 35, wobei die Klebstoffschicht 35 mit einem Netz überzogen dargestellt ist, welches die Deformation des Klebstoffs 34 bei einer durch einen Seitversatz u_R der beiden Komponenten 31, 32 verursachten Scherspannung σ_{xy} , verdeutlichen soll. Die Klebstoffschicht 35 wird in der **Fig. 4a** auf der linken und rechten Seite von Klebeflächen 36 begrenzt, wobei die Komponenten 31, 32 nicht dargestellt sind. Innerhalb der Klebstoffschicht 35 bewirkt die Scherspannung σ_{xy} eine Scherung des Klebstoffs, welche durch zur Dickenrichtung l verkippten Linien des Netzes verdeutlicht wird, welche im spannungsfreien Fall senkrecht zur Längsrichtung ausgebildet sind. Die Scherspannungen σ_{xy} verhalten sich über die Dicke l der Klebstoffschicht konstant, um die Scherkraft von einem Füge teil 31 auf das andere Füge teil 32 zu übertragen. Dies wird auch durch die gleichmäßige Steigung der Netzlinien im Mittenbereich der Klebstoffschicht 35 sichtbar. Wegen der Spannungsfreiheit an den Klebstoffrändern 37 fällt die Scherspannung zu den Klebstoffrändern 37 auf Null hin ab. Die Normalspannungen σ_{xx} sind im überwiegenden Teil der Klebstoffschicht 35 an den Klebeflächen 36 null. Aufgrund der Spannungsfreiheit in der Fläche des Klebstoffrandes 37 können keine Scherspannungen σ_{xy} im Klebstoffrand 37 wirken, die den Klebstoffrand 37 zu einem Seitversatz u_R verformen könnten. Deshalb bildet sich am Klebstoffrand 37 eine Normalspannungsspitze σ_{xx} aus, die mit ihrem Spannungsgradienten über die Dicke l_k der Klebstoffschicht 35 den Klebstoffrand 37 s-förmig zu einem Seitversatz u_R deformiert. Die an der Klebefläche 36 maximale Normalkraft $\sigma_{max,xx}$ der Klebstoffschicht 35 bewirkt Zug- und Druckkräfte zwischen Klebstoffschicht 35 und Klebefläche 36, welche zu einem Versagen der Klebung führen kann. Die Normalspannungen σ_{xx} nehmen um eine Ebene ohne Normalspannung σ_{xx} in der Mitte zu den Klebeflächen 36 hin mit umgekehrten Vorzeichen zu, so dass die Normalspannungen σ_{xx} im Klebstoff 34 an den Klebeflächen 36 maximal sind.

[0073] Die **Fig. 4b** zeigt ein Diagramm, in welchem die an der Klebefläche 36 wirkenden Scherspannungen σ_{xy} und Normalspannungen σ_{xx} über die Länge b der Klebstoffschicht 35 dargestellt sind. Der in der **Fig. 4a** erläuterte Spannungsabfall der Scherspannung σ_{xy} und der gleichzeitige Spannungsanstieg der Normalspannung σ_{xx} im Randbereich Δb der Klebstoffschicht 35 zum Klebstoffrand 37 hin, sind deutlich zu erkennen. Ebenso ist zu erkennen, dass die Normalspannungen σ_{xx} an den beiden Klebstoff-

ändern 37 umgekehrte Vorzeichen aufweisen und an den Klebflächen 36 die maximale Normalspannung $\sigma_{max,xx}$ auftritt. Im in der **Fig. 4a** und der **Fig. 4b** dargestellten Beispiel wirkt am oberen Klebstoffrand 37 eine aus der Normalspannung σ_{xx} resultierende Zugkraft, welche zu einem Abschälen des Klebstoffs 34 von der Klebefläche 36 führen kann, wobei am unteren Ende eine aus der mit umgekehrten Vorzeichen behafteten Normalspannung σ_{xx} eine Druckkraft auf die Klebstoffschicht 35 wirkt.

[0074] Der in der **Fig. 4b** dargestellte Spannungsverlauf basiert auf einem Modell, von welchem ein Grenzwert für die Normalspannungsspitzen $\sigma_{max,xx}$ am Klebstoffrand 37 abgeleitet werden kann. Dabei wird die Spannungsspitze $\sigma_{max,xx}$ neben dem Seitversatz u_R am Rand 38 auch von der Dicke l_R des Klebstoffs 34 am Klebstoffrand 37 bestimmt. Je größer die Dicke l_R der Klebstoffschicht 35 am Rand 38 ist, desto niedriger ist die Spannungsspitze $\sigma_{max,xx}$ bei gleichbleibendem Seitversatz u_R am Klebstoffrand 37. Der Grenzwert berechnet sich wie folgt:

$$\sigma_{max,xx} = \frac{E\sqrt{(1-\nu)l(1-2\nu)}}{(1+\nu)l_R} \cdot u_R$$

Normalspannungsspitze am Rand:	$\sigma_{max,xx}$
Elastizitätsmodul Klebstoff:	E
Poisson-Zahl Klebstoff:	ν
Klebstoffdicke am Klebstoffrand:	l_R
Seitversatz am Klebstoffrand:	u_R

[0075] Die Klebeverbindung wird dahingehend optimiert, dass die Klebstoffschichtdicke l_R im randnahen Bereich erhöht wird, ohne dabei die Quersteifigkeit der gesamten Klebstoffschicht 35 erheblich zu verringern, weil sich durch eine Verringerung der Quersteifigkeit, der Seitversatz u_R erhöht, was wiederum zu einer höheren Normalspannung σ_{xx} führt. Es gilt, eine Optimierung zwischen der Quersteifigkeit der Klebeverbindung und der Normalspannungsspitze $\sigma_{max,xx}$ am Klebstoffrand 37 durchzuführen.

[0076] **Fig. 5** zeigt ein erfindungsgemäßes Bauteil 30 mit zwei über eine Klebstoffschicht 35 verbundenen Komponenten 31, 32. Die Klebstoffschicht 35 weist, wie schon in der **Fig. 3** eine konkave Geometrie am Klebstoffrand 37 auf. Die von der Mitte ausgehend über die überwiegende Länge b der Klebstoffschicht 35 konstante Dicke l_k nimmt zum Klebstoffrand 37 hin auf eine Dicke l_R zu. Dies bewirkt eine vorteilhafte Reduzierung der Normalspannungen σ_{xx} am Klebstoffrand 37, wodurch vor-

teilhaft ein Versagen der Klebung sichergestellt werden kann. Der in der **Fig. 5** auf der linken Seite dargestellte Übergang 40 der Klebefläche 36 von dem Bereich mit einer konstanten Dicke l_K der Klebstoffschicht 35, in welchem die Klebeflächen 36 parallel zueinander ausgerichtet sind, zu einer Randgeometrie 39, welche am Rand 38 eine Dicke l_R des Klebspaltes 33 definiert, ist fließend, also abgerundet, wie beispielsweise mit einem Radius versehen. Im Gegensatz dazu ist der auf der rechten Seite der **Fig. 5** dargestellte Übergang 41 von dem Bereich der Kleberschicht 35 mit konstanter Dicke l_K zur Randgeometrie 39 abrupt ausgebildet, also beispielsweise mit einem Knick, auf welchen eine lineare Steigung der Klebefläche 36 bis zum Erreichen des Randes 38, welcher die Randdicke l_R der Klebstoffschicht 35 definiert, folgt. Der Bereich Δb des Klebspaltes 33 in welchem die Randgeometrie 39 ausgebildet ist, ist im Vergleich zur Gesamtlänge b des Klebspaltes 33 klein. Beispielsweise kann die Länge einer Klebstoffschicht 5mm aufweisen. Der Bereich Δb der Randgeometrie 39 kann dabei in einem Bereich von 0,3 bis 1 mm variieren, wodurch das Verhältnis Gesamtlänge zu Länge Randgeometrie 39 von 16,67 bis 5 variiert. Mit Hilfe der in der **Fig. 4b** erläuterten Formel kann die Dicke l_R der Klebstoffschicht 35 am Rand optimiert werden und über die Ausgestaltung der Randgeometrie 39 der Verlauf der Normalspannung bis zum Klebstoffrand 37 optimiert werden. Es ist damit vorteilhafterweise möglich eine Klebeverbindung zu auszulegen, welche einerseits die Anforderungen an eine Quersteifigkeit der Klebeverbindung und andererseits eine maximale Sicherheit gegen Versagen durch Normalspannungsspitzen $\sigma_{\max.xx}$ am Klebstoffrand 37 aufweist.

Bezugszeichenliste

1	Projektionsbelichtungsanlage
2	Beleuchtungssystem
3	Strahlungsquelle
4	Beleuchtungsoptik
5	Objektfeld
6	Objektebene
7	Retikel
8	Retikelhalter
9	Retikelverlagerungsantrieb
10	Projektionsoptik
11	Bildfeld
12	Bildebene
13	Wafers
14	Waferhalter

15	Waferverlagerungsantrieb
16	EUV-Strahlung
17	Kollektor
18	Zwischenfokusebene
19	Umlenkspiegel
20	Facettenspiegel
21	Facetten
22	Facettenspiegel
23	Facetten
30	Bauteil
31	Komponente
32	Komponente
33	Klebspalt
34	Klebstoff
35	Klebstoffschicht
36	Klebefläche
37	Klebstoffrand
38	Rand
39	Randgeometrie
40	fließender Übergang
41	abrupter Übergang
101	Projektionsbelichtungsanlage
102	Beleuchtungssystem
107	Retikel
108	Retikelhalter
110	Projektionsoptik
113	Wafers
114	Waferhalter
116	DUV-Strahlung
117	optisches Element
118	Fassungen
119	Objektivgehäuse
l_K	Dicke Klebstoffschicht im Kernbereich
l_R	Dicke Klebstoffschicht im Randbereich
b	Länge Klebstoffschicht
Δb	Länge Randbereich Klebstoffschicht
u_R	Seitversatz der Komponenten zueinander

Patentansprüche

1. Projektionsbelichtungsanlage (1, 101) für die Halbleiterlithografie mit zwei stoffschlüssig verbundenen Komponenten (31,32), wobei der Stoffschluss über eine Klebstoffschicht (35) realisiert ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich eine zumindest bereichsweise konstante Dicke l_K der Klebstoffschicht (35) zu einer Dicke l_R zum Randbereich hin erhöht.

2. Projektionsbelichtungsanlage (1, 101) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dicken l_K , l_R der Klebstoffschicht (35) durch einen Abstand von an beiden Komponenten (31,32) zu der Klebstoffschicht (35) hin ausgebildeten Klebeflächen (36) definiert werden.

3. Projektionsbelichtungsanlage (1, 101) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand der Klebeflächen (36) im Randbereich der Klebstoffschicht (35) zur Vergrößerung der Dicke l_R der Klebstoffschicht (35) durch eine Randgeometrie (39) der Klebefläche (36) vergrößert wird.

4. Projektionsbelichtungsanlage (1, 101) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Randgeometrie (39) eine Rundung umfasst.

5. Projektionsbelichtungsanlage (1, 101) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Randgeometrie (39) eine Fase umfasst.

6. Projektionsbelichtungsanlage (1, 101) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Randgeometrie (39) eine Kombination aus einer Rundung und einer Fase umfasst.

7. Verfahren zur Auslegung einer Klebstoffschicht (35) für eine stoffschlüssige Verbindung von zwei Komponenten (31,32) einer Projektionsbelichtungsanlage (1, 101) für die Halbleiterlithografie, **dadurch gekennzeichnet**, dass die maximale Normalspannung $\sigma_{max,xx}$ am Klebstoffrand (37) durch folgende Formel berechnet wird:

$$\sigma_{max,xx} = \frac{E \sqrt{(1-\nu) l (1-2\nu)}}{(1+\nu) l_R} \cdot u_R$$

wobei

Normalspannungsspitze am Rand:	$\sigma_{max,xx}$
Elastizitätsmodul Klebstoff:	E
Poisson-Zahl Klebstoff:	ν
Klebstoffdicke am Klebstoffrand:	l_R

Seitversatz am Klebstoffrand:

u_R

ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Normalspannung $\sigma_{max,xx}$ der Klebstoffschicht (35) am Rand (38) unter Berücksichtigung eines vorbestimmten maximalen Seitversatzes u_R am Klebstoffrand (37) minimiert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Seitversatz u_R auf Basis einer minimalen vorbestimmten Quersteifigkeit der Klebstoffschicht (35) definiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Quersteifigkeit durch einen Versagensfall durch eine vorbestimmte maximale Querbelastung definiert wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

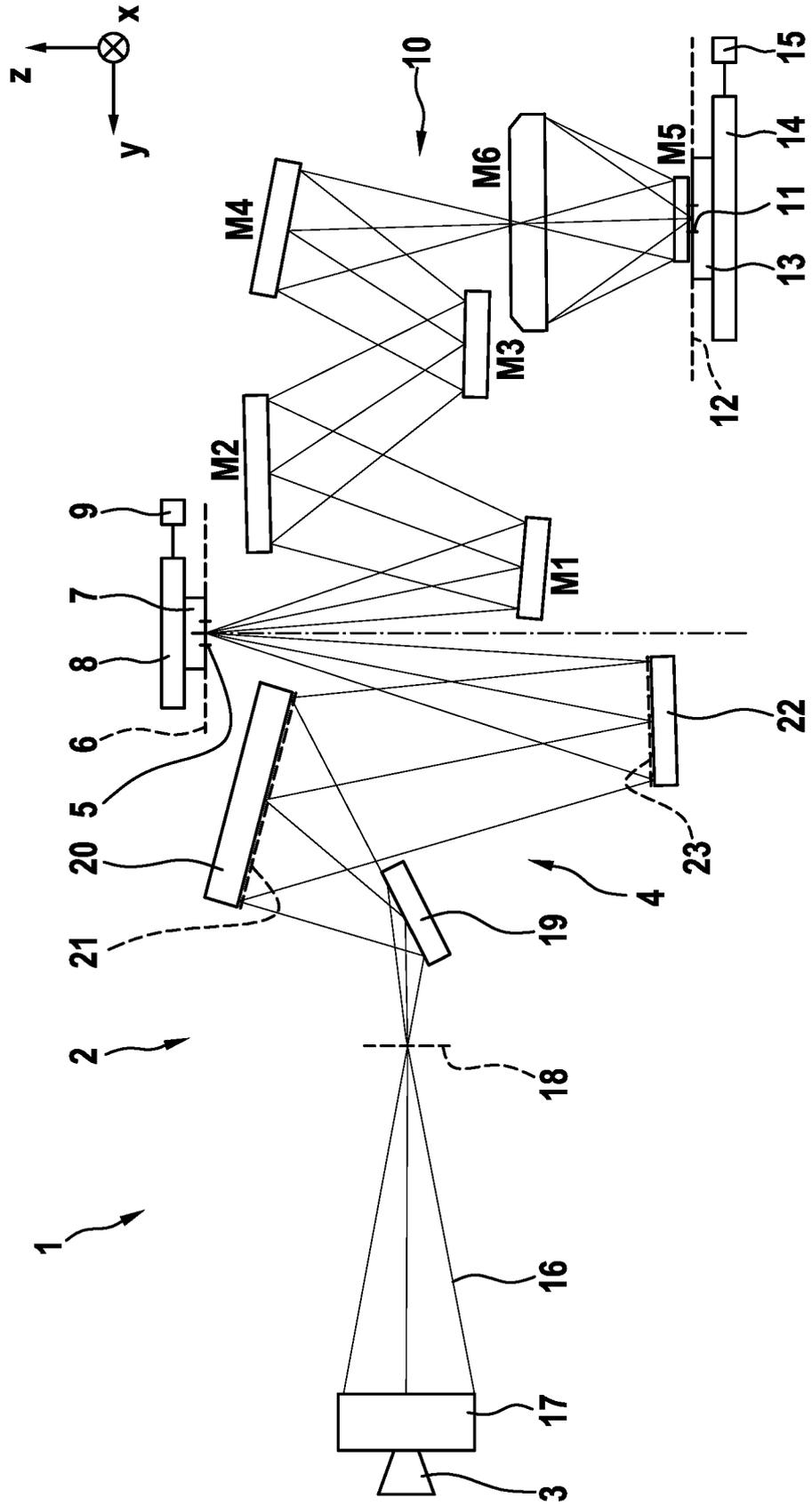


Fig. 1

Fig. 2

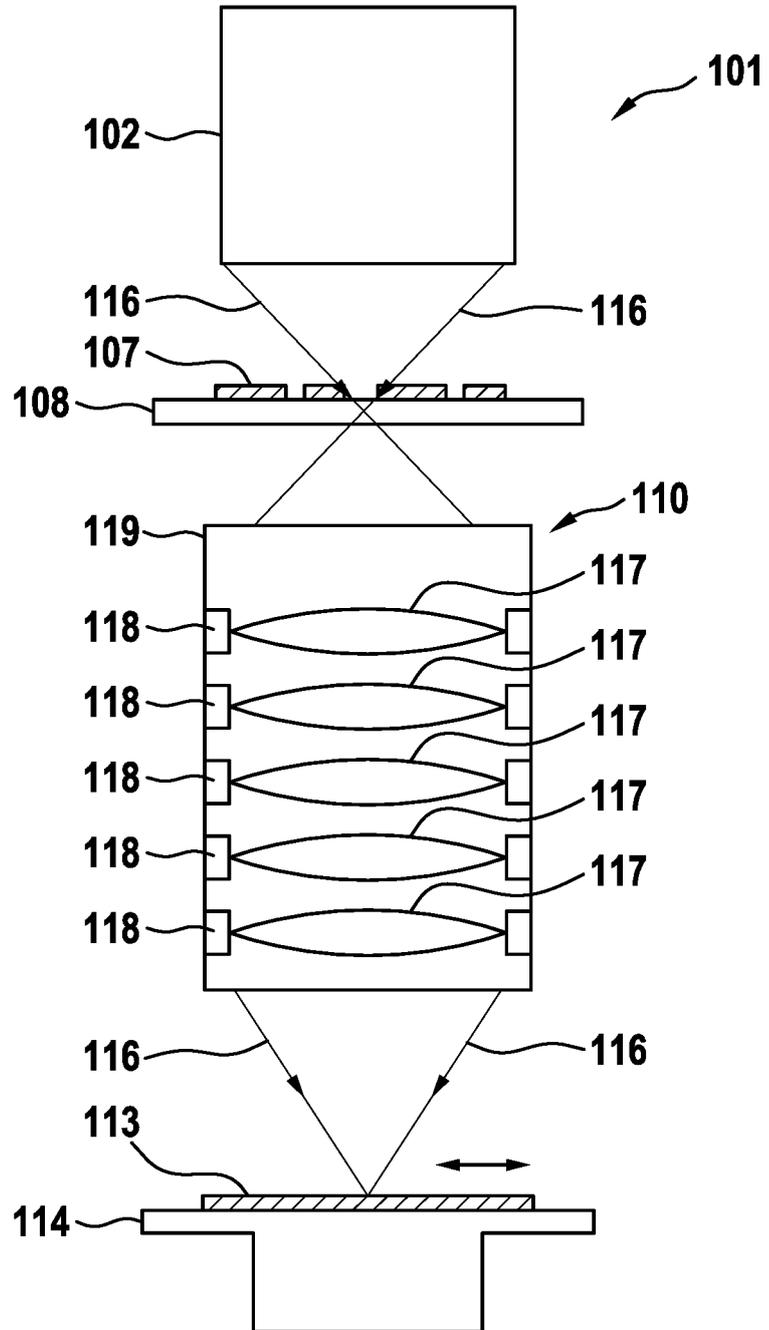


Fig. 3

Stand der Technik

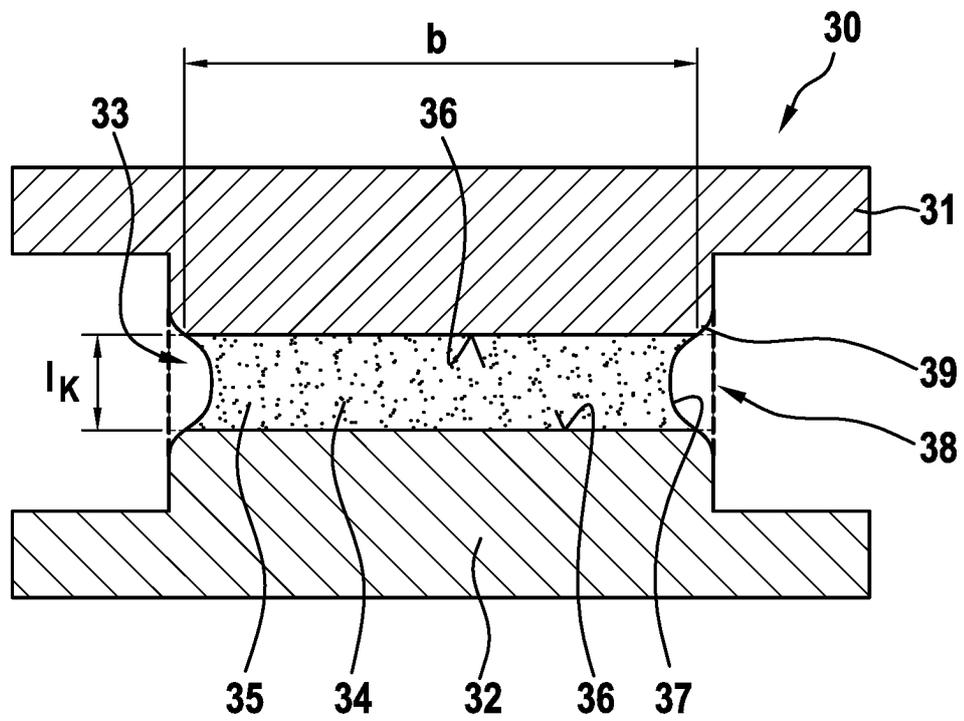


Fig. 4a

Stand der Technik

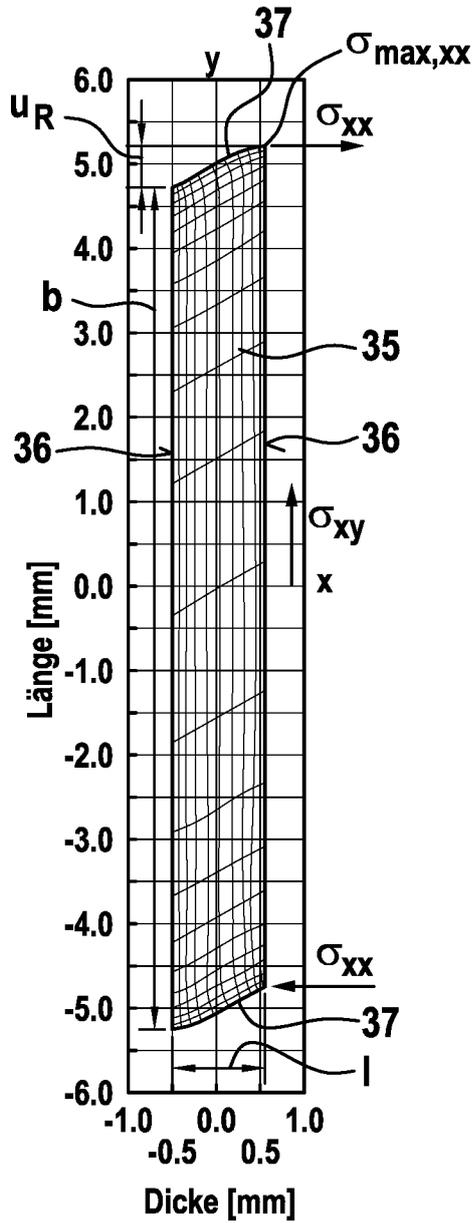
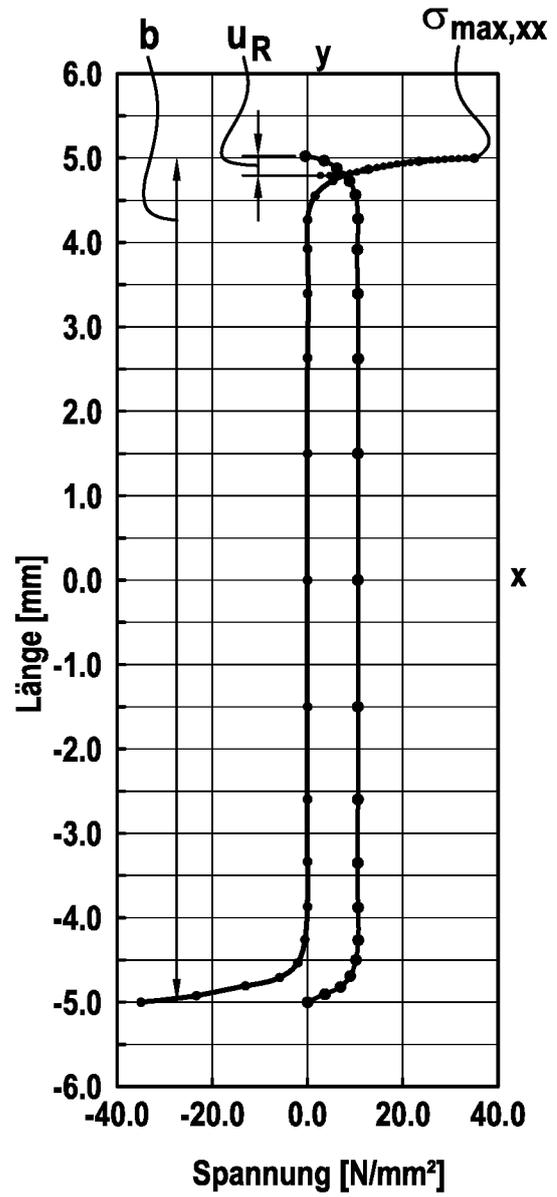


Fig. 4b

Stand der Technik



- Normalspannung σ_{xx}
- Scherspannung σ_{xy}

Fig. 5

