

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
9. Juni 2016 (09.06.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/087312 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 27/00 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
G02B 21/33 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/077796

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. November 2015 (26.11.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 224 717.9
3. Dezember 2014 (03.12.2014) DE

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

(72) Erfinder: PILZ, Roland; Neuffenweg 15, 73432 Aalen
(DE). PETASCH, Thomas; Hegelstrasse 111/2, 73431
Aalen (DE).

(74) Anwalt: KOHLER SCHMID MÖBUS
PATENTANWÄLTE
PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT MBB;
Ruppmannstrasse 27, 70565 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTICAL ELEMENT, OPTICAL ASSEMBLY AND PRODUCTION METHOD

(54) Bezeichnung : OPTISCHES ELEMENT, OPTISCHE ANORDNUNG UND HERSTELLUNGSVERFAHREN

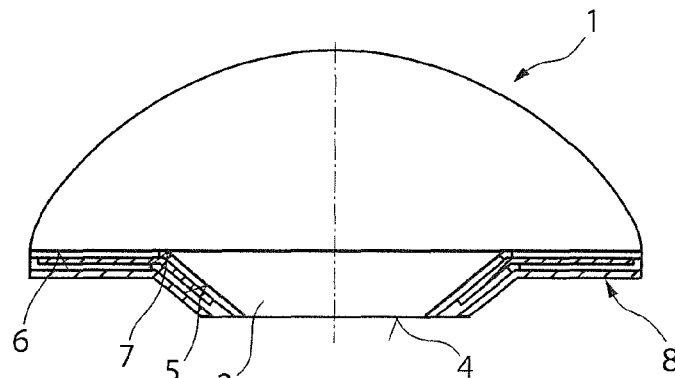


Fig. 3d

(57) Abstract: The invention relates to an optical element () for transmitting radiation, comprising: a first surface region (5) surrounding an optically used area (4) of the optical element (1), and a second surface region (6) that adjoins the first surface region (5), wherein a circumferential edge (7) is formed between the first surface region (5) and the second surface region (6). The optical element (1) has a one-piece film (8) which covers the first surface region (5), the edge (7) and the second surface region (6), said film comprising a hydrophobic material at least on its side facing away from the first and the second surface regions (5, 6). The invention also relates to an optical assembly having at least one such optical element (1) and to a method for producing such an optical element (1).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/087312 A1



-
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Die Erfindung betrifft ein optisches Element () zur Transmission von Strahlung, umfassend: einen ersten Oberflächenbereich (5), der einen optisch genutzten Bereich (4) des optischen Elements (1) umgibt, sowie einen zweiten Oberflächenbereich (6), der an den ersten Oberflächenbereich (5) angrenzt, wobei zwischen dem ersten Oberflächenbereich (5) und dem zweiten Oberflächenbereich (6) eine umlaufende Kante (7) gebildet ist. Das optische Element (1) weist eine den ersten Oberflächenbereich (5), die Kante (7) und den zweiten Oberflächenbereich (6) überdeckende einstückige Folie (8) auf, die zumindest an ihrer dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich (5, 6) abgewandten Seite ein hydrophobes Material aufweist. Die Erfindung betrifft auch eine optische Anordnung mit mindestens einem solchen optischen Element (1) sowie ein Verfahren zum Herstellen eines solchen optischen Elements (1).

5

Optisches Element, optische Anordnung und Herstellungsverfahren

10

Bezugnahme auf verwandte Anmeldung

Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung
15 DE 10 2014 224 717.9 vom 03. Dezember 2014, deren gesamter
Offenbarungsgehalt durch Bezugnahme zum Inhalt dieser Anmeldung gemacht
wird.

Hintergrund der Erfindung

20

Die Erfindung betrifft ein optisches Element zur Transmission von Strahlung,
umfassend: einen ersten Oberflächenbereich, der einen optisch genutzten
Bereich des optischen Elements umgibt, sowie einen zweiten
Oberflächenbereich, der an den ersten Oberflächenbereich angrenzt, wobei
25 zwischen dem ersten Oberflächenbereich und dem zweiten Oberflächenbereich
eine umlaufende Kante gebildet ist. Die Erfindung betrifft auch eine optische
Anordnung mit einem solchen optischen Element sowie ein Verfahren zur
Herstellung eines solchen optischen Elements.

30

Die Benetzung der Oberflächen von optischen Elementen mit Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, hat in der Regel negative Auswirkungen auf deren optische Eigenschaften. Durch die Benetzung können sich beispielsweise kontaminierende Stoffe wie Salze auf deren Oberflächen ausbilden. Diese Problematik spielt insbesondere in der Immersionslithographie eine Rolle, bei der zwischen einem letzten optischen Element eines Projektionsobjektivs und einem lichtempfindlichen Substrat eine Immersionsflüssigkeit eingebracht ist.

Es ist bekannt, dass die Benetzung eines optischen Elements außerhalb eines optisch genutzten Bereichs bzw. Durchmessers, an dem das optische Element in die Immersionsflüssigkeit eintaucht, sich negativ auf dessen optische Eigenschaften auswirken kann: Verdampft die benetzende Flüssigkeit an einer Oberfläche außerhalb des optisch genutzten Oberflächenbereichs, entsteht Verdunstungskälte. Daher kann sich in dem benetzten Bereich eine Wärmesenke ausbilden, die sich negativ auf das Temperaturgleichgewicht des optischen Elements auswirken kann. Beispielsweise kann sich dadurch bei optischen Elementen in Form von Linsen die Brechzahl des als Grundkörper verwendeten Materials lokal verändern, was zu Abbildungsfehlern führen kann.

Um eine Benetzung von optischen Elementen mit Wasser zu vermeiden oder um Wasser schnell von diesen zu entfernen, ist es bekannt, optische Elemente mit hydrophoben Beschichtungen zu versehen. Beispielsweise ist in der WO 2008/031576 A1 ein optisches Element aus einem für Wellenlängen im UV-Bereich transparenten Material beschrieben, auf das eine hydrophobe Beschichtung aufgebracht ist. Die hydrophobe Beschichtung ist außerhalb des optisch freien Durchmessers bzw. außerhalb des optisch genutzten Bereichs des optischen Elements gebildet und weist zumindest eine UV-beständige und bevorzugt UV-Strahlung bei einer Wellenlänge von weniger als 260 nm absorbierende Schicht auf. Das optische Element kann als Plankonvexlinse ausgebildet sein, an deren planer Oberfläche ein konisch geformter Linsenteil ausgebildet ist. Die hydrophobe Beschichtung kann an der konischen

Mantelfläche des konisch geformten Linsenteils und/oder an der planen Oberfläche gebildet sein.

Es hat sich gezeigt, dass die flüssigkeitsabweisenden Eigenschaften einer hydrophoben Beschichtung während der Lebensdauer des optischen Elements (in der Regel mehrere Jahre) z.B. aufgrund von dort angelagerten Kontaminationen und/oder durch die Langzeit-Bestrahlung mit UV-Strahlung abnehmen können.

Aufgabe der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein optisches Element, eine optische Anordnung mit mindestens einem solchen optischen Element sowie ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Elements anzugeben, bei denen der Einfluss der Benetzung mit einer Flüssigkeit, insbesondere mit Wasser, auf die optischen Eigenschaften des optischen Elements reduziert werden kann.

Gegenstand der Erfindung

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein optisches Element der eingangs genannten Art, welches eine den ersten Oberflächenbereich, die Kante und den zweiten Oberflächenbereich überdeckende einstückige Folie aufweist, die zumindest an ihrer dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich abgewandten Seite ein hydrophobes Material enthält bzw. aus diesem gebildet ist. Insbesondere kann die Folie insgesamt, d.h. nicht nur an ihrer dem ersten und zweiten Oberflächenbereich abgewandten Seite ein hydrophobes Material enthalten oder aus einem hydrophoben Material bestehen.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, an Stelle einer hydrophoben Beschichtung eine hydrophobe Eigenschaften aufweisende Folie auf das optische Element aufzubringen. Die Folie überdeckt hierbei sowohl den ersten

Oberflächenbereich, der typischer Weise zumindest teilweise in die Immersionsflüssigkeit eintaucht, als auch den zweiten Oberflächenbereich und die zwischen diesen Oberflächenbereichen gebildete Kante. In den von der Folie überdeckten Bereichen wird der Benetzung mit einer Flüssigkeit, insbesondere mit Wasser, aufgrund der hydrophoben Eigenschaften der Folie entgegengewirkt. Die Folie ist typischer Weise zumindest mit dem ersten Oberflächenbereich und mit dem zweiten Oberflächenbereich des optischen Elements z.B. durch Kleben verbunden und überdeckt somit auch die umlaufende Kante zwischen den beiden Oberflächenbereichen.

Verliert das hydrophobe Material der Folie während der Lebensdauer des optischen Elements seine flüssigkeitsabweisenden Eigenschaften, so kann die Folie von dem optischen Element entfernt und gegen eine neue Folie ausgetauscht werden, ohne dass zu diesem Zweck das optische Element aus der optischen Anordnung entfernt werden muss, in welche dieses integriert ist. Im Gegensatz dazu müsste zum Austausch einer degradierten hydrophoben Beschichtung das optische Element zunächst aus der optischen Anordnung, beispielsweise einer Projektionsbelichtungsanlage, ausgebaut werden und in einer Beschichtungsanlage erneut beschichtet werden, was mit erheblichem Aufwand verbunden wäre.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Folie vorgeformt und weist im Bereich der umlaufenden Kante bevorzugt einen Übergang in Form einer Biegung bzw. eines gekrümmten Abschnitts auf. Um eine Benetzung des optischen Elements am Übergang zwischen dem ersten Oberflächenbereich und dem zweiten Oberflächenbereich zu vermeiden, an dem die umlaufende Kante gebildet ist, ist es günstig, wenn eine durchgängige bzw. einstückige Folie verwendet wird, die auch die Kante überdeckt. Bei einer nicht vorgeformten einstückigen Folie besteht typischer Weise das Problem, dass diese nicht präzise genug an dem optischen Element, genauer gesagt an dem ersten und zweiten Oberflächenbereich positioniert werden kann, ohne dass es

zum Einschluss von Luftblasen kommt, die sich ungünstig auf das Temperaturverhalten des optischen Elements auswirken können.

Um die Folie möglichst ohne den Einschluss von Luftblasen auf den ersten und zweiten Oberflächenbereich aufzubringen, wird bevorzugt eine vorgeformte Folie verwendet, die eine dreidimensionale Geometrie aufweist, welche an die Geometrie des optischen Elements, genauer gesagt an die Geometrie des ersten und zweiten Oberflächenbereichs und den Übergang im Bereich der Kante angepasst ist. Zu diesem Zweck weist die vorgeformte Folie typischer Weise einen ersten, z.B. konischen Folienabschnitt zur Verbindung mit dem ersten Oberflächenbereich und einen zweiten, z.B. planen Folienabschnitt zur Verbindung mit dem zweiten Oberflächenbereich auf. Gegebenenfalls kann die Folie sich über den zweiten Oberflächenbereich des optischen Elements weiter nach außen erstrecken, um dort vorhandene Bauteile zumindest teilweise abzudecken. In diesem Fall kann die Folie ggf. in einem über den zweiten Oberflächenbereich überstehenden Abschnitt eine an das zu überdeckende Bauteil angepasste Geometrie und/oder einen angepassten Zuschnitt aufweisen.

Die beiden Folienabschnitte der vorgeformten Folie sind typischer Weise unter einem Winkel zueinander ausgerichtet, der im Wesentlichen mit dem Winkel übereinstimmt, den die beiden Oberflächenbereiche des optischen Elements an der Kante miteinander einschließen. Auf diese Weise kann ein passgenauer Sitz der vorgeformten Folie an dem optischen Element erzeugt werden.

Zwischen den beiden Folienabschnitten ist ein Übergang in Form eines gekrümmten Abschnitts bzw. einer Biegung gebildet, der die beiden Folienabschnitte in der Regel stetig miteinander verbindet. Der Übergang kann als Biegung mit einem (kleinen) Krümmungsradius von z.B. 2 mm oder weniger ausgebildet sein. Gegebenenfalls kann der Übergang auch unstetig, d.h. als Biegung bzw. als gekrümmter Abschnitt in Form eines Knicks in der Folie, ausgebildet sein. Der vorgeformte Übergang zwischen den beiden

Folienabschnitten und somit die dreidimensionale Form der Folie kann beispielsweise durch Prägen oder durch Tiefziehen einer Folie mit einer beispielsweise planen Geometrie erzeugt werden. Alternativ kann die gesamte Folie mit ihrer dreidimensionalen Geometrie schichtweise aufgebaut werden, 5 beispielsweise mittels eines 3D-Druckers oder dergleichen. Die Verformung, insbesondere im Bereich des Übergangs zwischen den Folienabschnitten, ist auch nach der Anbringung der Folie am optischen Element bzw. nach dem ggf. erforderlichen Ablösen der Folie von dem optischen Element zu erkennen.

10 Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Folie durch mindestens eine Klebelage mit dem ersten Oberflächenbereich und mit dem zweiten Oberflächenbereich des optischen Elements verbunden. Die Klebelage verbindet die Folie bevorzugt flächig mit dem ersten und mit dem zweiten Oberflächenbereich. Ggf. ist es erforderlich, das hydrophobe Material der Folie 15 bzw. die Folie selbst vorzubehandeln, um die Adhäsion an der Klebelage zu erhöhen. Zu diesem Zweck kann das hydrophobe Material der Folie einer Oberflächenbehandlung, beispielsweise einem Ätzprozess, einer Plasma-Behandlung und/oder einer mechanischen Bearbeitung unterzogen werden.

20 Bei einer Weiterbildung weist die Klebelage einen ersten Klebelagenabschnitt zur Verbindung der Folie mit dem ersten Oberflächenbereich und/oder einen zweiten Klebelagenabschnitt zur Verbindung der Folie mit dem zweiten Oberflächenbereich auf. Aufgrund der flächigen Verbindung in dem ersten und/oder dem zweiten Oberflächenbereich ist es nicht zwingend erforderlich, 25 dass die Klebelage auch im Bereich der Kante bzw. des Knicks angebracht ist, d.h. dieser Bereich kann ausgespart werden.

Insbesondere wenn die Folie selbst als wärmeleitendes Bauteil ausgebildet ist, ist es ggf. ausreichend, die Folie nur an dem zweiten Klebelagenabschnitt mit 30 dem zweiten Oberflächenbereich zu verbinden oder eine durchgehende Klebelage zu verwenden, die sich nur teilweise in den ersten

Oberflächenbereich hinein erstreckt. In diesem Fall kann die Immersionsflüssigkeit in den nicht von der Klebelage bedeckten Bereich zwischen der Folie und dem optischen Element eindringen. Durch die wärmeleitenden Eigenschaften der Folie kann die Temperatur der Immersionsflüssigkeit in diesem Bereich weitgehend homogenisiert werden, so dass das Eindringen der Immersionsflüssigkeit praktisch keine Auswirkungen auf die optischen Eigenschaften des optischen Elements hat.

Bevorzugt ist die Klebelage durch ein (doppelseitiges) Klebeband gebildet.

Derartige Klebebänder sind mit vergleichsweise geringer Dicke von z.B. ca. 50 µm verfügbar. Insbesondere können der erste Klebelagenabschnitt durch einen ersten Abschnitt eines ersten doppelseitigen Klebebands und der zweite Klebelagenabschnitt durch einen zweiten Abschnitt eines doppelseitigen Klebebands gebildet sein, die jeweils flächig auf einen ersten bzw. zweiten Folienabschnitt der Folie aufgebracht werden, um mit dem ersten bzw. zweiten Oberflächenbereich des optischen Elements verbunden zu werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist zwischen der Folie und dem optischen Element ein bevorzugt einstückig ausgebildetes wärmeleitendes Bauteil angeordnet. Ein solches wärmeleitendes Bauteil zwischen der Folie und dem optischen Element ermöglicht es, eine lokale Temperaturänderung an dem optischen Element, welche z.B. durch die Benetzung mit einem Flüssigkeitstropfen bzw. durch Verdunstungskälte an der dem optischen Element abgewandten Seite der Folie hervorgerufen werden kann, aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit des wärmeleitenden Bauteils über eine große Oberfläche zu verteilen, so dass das Auftreten von zu großen lokalen Temperaturgradienten in dem optischen Element und damit verbundene Aberrationen bzw. Abbildungsfehler vermieden werden können.

Bei einer Weiterbildung ist das wärmeleitende Bauteil als wärmeleitende Schicht, insbesondere als metallische Schicht, ausgebildet. Insbesondere wenn

das optische Element in der Immersionslithographie eingesetzt wird, ist der für die Anbringung eines solchen Bauteils zur Verfügung stehende Bauraum typischer Weise verhältnismäßig klein, so dass keine Bauteile mit zu großer Dicke verwendet werden können. Die wärmeleitende Schicht kann eine Dicke aufweisen, die beispielsweise in einem Wertebereich zwischen 0,01 mm und 0,5 mm liegt.

Die wärmeleitende Schicht kann insbesondere auch zur Absorption von Strahlung ausgebildet sein, die von dem optischen Element transmittiert wird.

Bei der Strahlung, die von dem optischen Element transmittiert wird, handelt es sich typischer Weise um UV-Strahlung mit einer Nutz- bzw. Laser-Wellenlänge von weniger als 250 nm. Falls die wärmeleitende Schicht zumindest bei der Nutz-Wellenlänge der Strahlung, die von dem optischen Element transmittiert wird, absorbierend bzw. undurchlässig ist, kann die wärmeleitende Schicht als Strahlungs-Schutzschicht dienen, welche die Folie vor (Streu-)Strahlung aus dem optischen Element und somit vor dem ggf. auftretenden Verlust der flüssigkeitsabweisenden Eigenschaften des hydrophoben Materials bei der Bestrahlung mit UV-Strahlung schützt.

Die wärmeleitende Schicht kann insbesondere als Metallschicht bzw. als Metallfolie ausgebildet sein. Dies ist günstig, da metallische Materialien typischer Weise eine hohe Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Zudem absorbieren metallische Materialien typischer Weise UV-Strahlung, so dass eine metallische Schicht bzw. eine metallische Folie als Strahlungs-Schutzschicht dienen kann.

Es versteht sich, dass es sich bei dem Material der wärmeleitenden Schicht nicht zwingend um ein Metall handeln muss.

Bei einer weiteren Weiterbildung erstreckt sich das (in diesem Fall typischer Weise einstückige) wärmeleitende Bauteil sowohl in den ersten

Oberflächenbereich als auch in den zweiten Oberflächenbereich. Das wärmeleitende Bauteil überdeckt somit die Kante zwischen dem ersten und

dem zweiten Oberflächenbereich, so dass eine Wärmeleitung bzw. ein Wärmeübergang zwischen dem ersten und zweiten Oberflächenbereich erfolgen kann. Grundsätzlich ist es günstig, wenn das wärmeleitende Bauteil eine möglichst große Fläche überdeckt, um die wärmeleitende Wirkung des Bauteils optimal nutzen zu können. Daher ist es günstig, wenn das wärmeleitende Bauteil sich sowohl in den ersten als auch in den zweiten Oberflächenbereich erstreckt. Alternativ kann das wärmeleitende Bauteil ggf. nur in dem ersten Oberflächenbereich angebracht sein, der benachbart zum optisch genutzten Bereich des optischen Elements gebildet ist, oder ggf. nur in dem zweiten Oberflächenbereich.

Bei einer Weiterbildung ist das wärmeleitende Bauteil zwischen eine erste Klebelage und eine zweite Klebelage eingebettet. Wie weiter oben beschrieben wurde, können die erste und die zweite Klebelage jeweils in der Art eines doppelseitigen Klebebands ausgebildet sein, zwischen denen das wärmeleitende Bauteil, insbesondere die wärmeleitende Schicht, angeordnet ist.

Bei einer Weiterbildung erstreckt sich das wärmeleitende Bauteil in dem ersten Oberflächenbereich und/oder in dem zweiten Oberflächenbereich nicht bis zum Rand der Folie. Wie weiter oben beschrieben wurde, darf in den Zwischenraum zwischen der Folie und dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich keine Flüssigkeit eindringen. Um dies zu erreichen, kann es günstig sein, wenn das wärmeleitende Bauteil, insbesondere in Form der wärmeleitenden Schicht, sich nicht bis zum Rand der Folie erstreckt, sondern von diesem einen Abstand von beispielsweise mehr als ca. 1 mm oder ca. 2 mm aufweist. Auf diese Weise können in einem jeweiligen umlaufenden Randbereich der Folie eine oder ggf. mehrere Klebeschichten zwischen der Folie und dem ersten bzw. zweiten Oberflächenbereich angeordnet werden, welche den Zwischenraum zwischen der Folie und dem ersten bzw. zweiten Oberflächenbereich randseitig abdichten.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist das wärmeleitende Bauteil ein bevorzugt metallisches Material mit einer Wärmeleitfähigkeit von mehr als $100 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ auf. Wie weiter oben beschrieben wurde, kann es sich bei dem wärmeleitenden Bauteil beispielsweise um eine metallische Schicht handeln, deren Wärmeleitfähigkeit im oben angegebenen Bereich liegt. Die Wärmeleitfähigkeit von metallischen Materialien liegt typischer Weise bei weniger als $500 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Die Wärmeleitfähigkeit des wärmeleitenden Bauelements bezieht sich auf die Betriebstemperatur der optischen Anordnung, die in der Regel mit der Raumtemperatur (22°C) übereinstimmt.

Bei einer Ausführungsform ist die Folie selbst als wärmeleitendes, bevorzugt metallisches Bauteil mit einer Wärmeleitfähigkeit von mehr als $100 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ausgebildet. In diesem Fall kann in der Regel auf das Vorsehen eines wärmeleitenden Bauteils zwischen der Folie und dem ersten und/oder dem zweiten Oberflächenbereich verzichtet werden. Typische hydrophobe Materialien weisen in der Regel eine vergleichsweise geringe Wärmeleitfähigkeit auf, so dass diese für die Realisierung einer wärmeleitenden Folie in der Regel nicht in Frage kommen. Bei der hier beschriebenen Ausführungsform ist es daher günstig, wenn das hydrophobe Material in Form einer Beschichtung auf die Folie aufgebracht wird, so dass die Folie selbst aus einem nicht hydrophoben, beispielsweise metallischen Material gebildet werden kann. Wie oben beschrieben wurde, liegt die Wärmeleitfähigkeit von metallischen Materialien typischer Weise bei weniger als $500 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Bei dem Material mit der Wärmeleitfähigkeit von mehr als $100 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ des wärmeleitenden Bauteils in Form der Folie oder des wärmeleitenden Bauteils, welches zwischen der Folie und dem ersten und/oder zweiten Oberflächenbereich angebracht ist, kann es sich insbesondere um ein Material handeln, welches ausgewählt ist aus der Gruppe umfassend: Ag, Cu, Au, Al,

Mo, Messing, Zn, Mg, Wolfram, Kohlenstoff (z.B. Grafit, Nanoröhren, Diamant), SiC, AlN, Si, NiP.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist das hydrophobe Material der Folie
5 ausgewählt aus der Gruppe umfassend: Polyolefine, z.B. Polytetrafluorethylen (PTFE) oder Polypropylen, Polyacrylate, z.B. (Poly-)methyl-Methacrylat, (Poly-)Vinylchloride, Polystyrene, Polysiloxane, Polycarbonate und Epoxypolymere. Insbesondere PTFE bzw. Teflon lässt sich leicht in Form einer Folie herstellen und ist für die vorliegende Anwendung daher gut geeignet. Es versteht sich,
10 dass die Folie neben dem hydrophoben Material noch weitere Materialien aufweisen kann, beispielsweise in Form von Fasern zur Erhöhung der Steifigkeit der Folie, etc.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist das hydrophobe Material der Folie an
15 der dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich abgewandten Seite der Folie in Form einer Beschichtung aufgebracht. In diesem Fall kann die Folie selbst aus einem nicht hydrophoben Material bestehen. Insbesondere kann das Material der Folie in diesem Fall eine hohe Wärmeleitfähigkeit aufweisen und als wärmeleitendes Bauelement dienen, wie weiter oben beschrieben wurde.
20 Bei der mit dem hydrophoben Material beschichteten Folie kann es sich beispielsweise um eine Metallfolie handeln, die mit hydrophoben Molekülen beschichtet ist, welche eine oder mehrere Fluoralkylgruppen oder/und Hydrocarbongruppen enthalten. Alternativ können auf die Metallfolie kolloidale SiO₂-Nanopartikel oder SiO₂-Soot aufgebracht und diese mit einer Fluorsilan-
25 Beschichtung versehen werden. Eine weitere Möglichkeit zur Bildung der hydrophoben Beschichtung ist das Aufbringen einer Schicht aus kolloidalem Silizium mit einer Hydrocarbonschicht.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist das hydrophobe Material an der dem
30 ersten und dem zweiten Oberflächenbereich abgewandten Seite der Folie aufgeraut bzw. strukturiert, um eine höhere Hydrophobizität zu erreichen. Es

hat sich gezeigt, dass durch eine Strukturierung bzw. durch das Erzeugen einer rauen Oberfläche im Bereich des hydrophoben Materials die hydrophoben Eigenschaften des hydrophoben Materials verbessert werden können. Um dies zu erreichen, kann die Folie bzw. das hydrophobe Material der Folie einer Oberflächenbehandlung unterzogen werden, beispielsweise einem Ätzprozess, einer Plasma-Behandlung und/oder einer mechanischen Bearbeitung, wie sie auch für die Erhöhung der Adhäsion an der Klebelage verwendet wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Folie eine Dicke von weniger als 500 µm, bevorzugt von weniger als 350 µm auf. Wie weiter oben ausgeführt wurde, ist der zur Anbringung der Folie zur Verfügung stehende Bauraum insbesondere bei Projektionsbelichtungsanlagen für die Immersionslithographie sehr begrenzt. Die Dicke der Folie sollte jedoch auch nicht zu klein gewählt werden, d.h. die Folie sollte typischer Weise eine Mindest-Dicke von mehr als ca. 50 µm aufweisen.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist an dem ersten Oberflächenbereich und/oder an dem zweiten Oberflächenbereich des optischen Elements eine Strahlungs-Schutzschicht aufgebracht. Die Folie kann gegebenenfalls unmittelbar auf das unbeschichtete Material des optischen Elements aufgebracht werden. Es ist aber auch möglich, die Folie in einem beschichteten Bereich auf das optische Element aufzubringen, beispielsweise auf eine Strahlungs-Schutzschicht. Wie weiter oben beschrieben wurde, ist eine solche Strahlungs-Schutzschicht für mindestens eine (Laser-)Wellenlänge im UV-Wellenlängenbereich von weniger als 250 nm absorbierend bzw. im Idealfall undurchlässig. Die Strahlungs-Schutzschicht schützt auf diese Weise sowohl das hydrophobe Material als auch die Klebeschicht(en) vor Degradation durch Strahlung aus dem Inneren des optischen Elements.

Bei dem Material des optischen Elements kann es sich um synthetisches, amorphes oder ggf. kristallines Quarzglas (SiO_2) handeln. Das optische

Element kann auch aus anderen Materialien, beispielsweise aus Bariumfluorid (BaF_2) oder aus Germaniumdioxid (GeO_2) gebildet sein.

Bei einer Ausführungsform bildet der erste Oberflächenbereich eine
5 umlaufende Mantelfläche eines konischen Volumenbereichs des optischen Elements. Die Ausbildung eines konischen Volumenbereichs an einem optischen Element ist günstig, wenn dieses für die Immersionslithographie genutzt werden soll, da das optische Element mit dem konischen Volumenbereich in der Regel zumindest teilweise in die Immersionsflüssigkeit
10 eintaucht. Der optisch genutzte Bereich des optischen Elements wird in diesem Fall typischer Weise von der Stirnseite des konisch geformten Teils des optischen Elements gebildet. Bei dem optischen Element kann es sich beispielsweise um eine Linse handeln, es ist aber auch möglich, dass z.B. eine planparallele Platte einen konischen Volumenbereich bzw. ein konisches
15 Teilvolumen aufweist, an dessen Stirnseite die Linse bzw. die Platte in die Immersionsflüssigkeit eintaucht. Der optisch genutzte Bereich des optischen Elements ist typischer Weise poliert, der erste und zweite Oberflächenbereich sind hingegen an einem in der Regel matten, d.h. unpolierten Bereich des optischen Elements gebildet.

20 Bei einer Ausführungsform ist der zweite Oberflächenbereich plan und umgibt den ersten Oberflächenbereich ringförmig. In diesem Fall ist die umlaufende Kante typischer Weise zwischen dem planen Oberflächenbereich und dem zumindest im Bereich der Kante unter einem Winkel zum zweiten
25 Oberflächenbereich verlaufenden ersten Oberflächenbereich gebildet, der beispielsweise eine umlaufende Mantelfläche eines konischen Teils des optischen Elements bilden kann (s.o.). Das optische Element kann in diesem Fall beispielsweise als Plankonvexlinse oder als planparallele Platte ausgebildet sein.

Die Erfindung betrifft auch eine optische Anordnung, insbesondere eine Projektionsbelichtungsanlage für die Immersionslithographie, die mindestens ein optisches Element wie weiter oben beschrieben aufweist. Das optische Element ist in diesem Fall typischer Weise in einem Projektionsobjektiv der Projektionsbelichtungsanlage angeordnet, das zur Abbildung einer Struktur auf ein lichtempfindliches Substrat dient. Bei dem optischen Element kann es sich um ein benachbart zum lichtempfindlichen Substrat und somit zur Strahlungsausstrittsseite des Projektionsobjektivs angeordnetes optisches Element beispielsweise in Form einer Linse handeln, das zumindest teilweise von der Immersionsflüssigkeit benetzt wird. Für den Fall, dass es sich bei dem letzten optischen Element um eine Planplatte mit einem konischen Volumenbereich handelt, welche vollständig von der Immersionsflüssigkeit umgeben ist, kann mindestens ein weiteres optisches Element, z.B. eine Linse, in dem Projektionsobjektiv vorgesehen sein, das zumindest teilweise von der Immersionsflüssigkeit benetzt wird. Auch diese Linse bzw. die Planplatte können wie weiter oben beschrieben ausgebildet sein.

Bei einer Ausführungsform umfasst die optische Anordnung eine Immersionsflüssigkeit, insbesondere Wasser, in welche das optische Element zumindest an einer Stirnseite eintaucht. Eine solche Projektionsbelichtungsanlage ermöglicht die Abbildung von kleinsten Strukturen mit hoher Auflösung und Tiefenschärfe.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines optischen Elements wie weiter oben beschrieben, umfassend die Schritte: Bereitstellen des optischen Elements, Bereitstellen der Folie, sowie Verbinden der Folie mit dem ersten Oberflächenbereich und mit dem zweiten Oberflächenbereich des optischen Elements.

Die Folie wird bevorzugt über eine Klebeverbindung mit dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich des optischen Elements verbunden. Zu diesem

Zweck wird typischer Weise mindestens eine Klebelage, beispielsweise in der Art eines doppelseitigen Klebebands, das beispielsweise aus einem geschlossenzelligen Acrylatklebstoff (ohne Schaumstoffträger) bestehen kann, auf die Folie aufgebracht bzw. aufgeklebt und die mit der Klebelage versehene Folie wird an dem optischen Element, genauer gesagt an dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich, angebracht bzw. angeklebt.

Bei einer Variante umfasst das Bereitstellen der Folie: Formen der Folie zur Ausbildung einer Biegung im Bereich der umlaufenden Kante, sowie Verbinden der geformten Folie mit dem ersten Oberflächenbereich und mit dem zweiten Oberflächenbereich des optischen Elements. Das Formen der Folie zum Bilden der Biegung im Bereich der umlaufenden Kante kann durch Prägen, durch Tiefziehen, etc. erfolgen. Gegebenenfalls ist es auch möglich, die gesamte Folie in einem generativen Schichtaufbauverfahren herzustellen, wobei auch die Biegung im Bereich der umlaufenden Kante geformt bzw. beim schichtweisen Aufbauen gebildet wird. Wie weiter oben beschrieben wurde, bildet die Biegung einen stetigen oder ggf. unstetigen Übergang zwischen den beiden Folienabschnitten, die den ersten bzw. den zweiten Oberflächenbereich überdecken.

Wie weiter oben beschrieben wurde, kann zwischen die Folie und den ersten und/oder den zweiten Oberflächenbereich ein wärmeleitendes Bauelement, insbesondere eine wärmeleitende Schicht, z.B. in Form einer Metallfolie, eingebracht werden. Die wärmeleitende Schicht kann insbesondere zwischen zwei Klebelagen eingebettet werden und erstreckt sich ggf. nicht bis zum Rand des ersten und/oder des zweiten Oberflächenbereichs. Die Folie kann auch selbst aus einem wärmeleitenden, beispielsweise metallischen Material gebildet sein und mit einer hydrophoben Beschichtung versehen werden. Eine solche Beschichtung kann vor oder nach dem Formen der Folie auf die dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich abgewandte Seite der Folie aufgebracht werden.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigen, und aus den Ansprüchen. Die einzelnen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination bei einer Variante der Erfindung verwirklicht sein.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele sind in der schematischen Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Projektionsbelichtungsanlage für die Immersionslithographie mit einem optischen Element in Form einer Linse, die einen konischen Volumenbereich aufweist, der teilweise in eine Immersionsflüssigkeit eintaucht,

Fig. 2a-d schematische Darstellungen mehrerer Prozessschritte bei der Herstellung eines optischen Elements gemäß Fig. 1, welches eine Folie mit einem hydrophoben Material aufweist, sowie

Fig. 3a-d schematische Darstellungen mehrerer Prozessschritte analog zu Fig. 2a-d, bei denen zwischen der Folie und einem ersten und zweiten Oberflächenbereich des optischen Elements eine wärmeleitende Schicht eingebracht ist.

In der folgenden Beschreibung der Zeichnungen werden für gleiche bzw. funktionsgleiche Bauteile identische Bezugszeichen verwendet.

In Fig. 1 ist schematisch eine optische Anordnung 10 in Form einer Projektionsbelichtungsanlage für die Mikrolithographie, genauer gesagt in Form eines Wafer-Scanners, zur Herstellung von hochintegrierten Halbleiterbauelementen gezeigt. Die optische Anordnung 10 umfasst als
5 Lichtquelle einen Excimer-Laser 11 zur Erzeugung von Strahlung 2 mit einer Nutzwellenlänge λ_B von 193 nm, wobei auch andere Nutzwellenlängen, beispielsweise 248 nm, möglich sind. Ein nachgeschaltetes Beleuchtungssystem 12 erzeugt in seiner Austrittsebene ein großes, scharf begrenztes und an die Telezentrie-Erfordernisse eines nachgeschalteten
10 Projektionsobjektivs 13 angepasstes Bildfeld.

Hinter dem Beleuchtungssystem 12 ist eine Einrichtung 14 zum Halten und Manipulieren einer (nicht gezeigten) Photomaske so angeordnet, dass diese in der Objektebene 15 des Projektionsobjektivs 13 liegt und in dieser Ebene zum
15 Scanbetrieb in einer durch einen Pfeil 16 angedeutete Abfahrriichtung bewegbar ist.

Hinter der auch als Maskenebene bezeichneten Ebene 15 folgt das Projektionsobjektiv 13, das ein Bild der Photomaske mit reduziertem Maßstab, beispielsweise im Maßstab 4:1 oder 5:1 oder 10:1, auf einen mit einer
20 Photoresistschicht belegten Wafer 17 abbildet. Der als lichtempfindliches Substrat dienende Wafer 17 ist so angeordnet, dass die ebene Substratoberfläche 18 mit der Photoresistschicht im Wesentlichen mit der Bildebene 19 des Projektionsobjektivs 13 zusammenfällt. Der Wafer 17 wird
25 durch eine Einrichtung 20 gehalten, die einen Scannerantrieb umfasst, um den Wafer 17 synchron zur Photomaske und parallel zu dieser zu bewegen. Die Einrichtung 20 umfasst auch Manipulatoren, um den Wafer sowohl in z-Richtung parallel zu einer optischen Achse 21 des Projektionsobjektivs 13, als auch in x- und y-Richtung senkrecht zu dieser Achse zu verfahren.

Das Projektionsobjektiv 13 hat als der Bildebene 19 benachbartes Abschluss-
element ein optisches Element 1 in Form einer Plankonvexlinse mit einem
konischen Volumenbereich 3, dessen Stirnseite 4 die letzte optische Fläche
des Projektionsobjektivs 13 bildet und die in einem Arbeitsabstand oberhalb der
5 Substratoberfläche 18 angeordnet ist. Zwischen der Stirnseite 4 und der
Substratoberfläche 18 ist eine Immersionsflüssigkeit 22, im vorliegenden Fall
Wasser, genauer gesagt Reinstwasser, angeordnet, um die ausgangsseitige
numerische Apertur des Projektionsobjektivs 13 zu erhöhen. Mittels der
Immersionsflüssigkeit 22 kann die Abbildung von Strukturen auf der
10 Photomaske mit einer höheren Auflösung und Tiefenschärfe erfolgen als dies
möglich ist, wenn der Zwischenraum zwischen dem optischen Element 1 und
dem Wafer 17 mit einem Medium mit einer geringeren Brechzahl, z.B. Luft,
ausgefüllt ist. Der Spalt, der den Zwischenraum ausbildet, ist in der Regel
zwischen 2 mm und 4 mm groß.

15 Das Linsenelement 1 besteht im gezeigten Beispiel aus synthetischem,
amorphem Quarzglas (SiO_2) und weist den weiter oben beschriebenen
konischen Volumenbereich 3 auf, an dessen Unterseite die Stirnseite 4 des
Linsenelements 1 gebildet ist. Die von der Lichtquelle 11 erzeugte Strahlung 2
20 tritt gerichtet durch die Stirnseite des Linsenelements 1 hindurch, die einen
optisch genutzten Bereich 4 des Linsenelements 1 bildet bzw. diesen begrenzt.
Ein erster Oberflächenbereich 5 in Form einer umlaufenden Mantelfläche des
konischen Linsenteils 3 umgibt den optisch genutzten Bereich 4 und ist
teilweise von der Immersionsflüssigkeit 22 benetzt. An den konischen, radial
25 innen liegenden Linsenteil 3 bzw. an die konische Mantelfläche 5 grenzt radial
außen liegend ein planer, zweiter Oberflächenbereich 6 an. Zwischen dem
konischen ersten Oberflächenbereich 5 und dem planen zweiten
Oberflächenbereich 6 ist eine ringförmig umlaufende Kante 7 gebildet, d.h. der
erste und zweite Oberflächenbereich 5, 6 sind in radialer Richtung unter einem
30 Winkel zueinander ausgerichtet, der im gezeigten Beispiel mehr als ca. 100°
beträgt.

Sowohl durch den ersten Oberflächenbereich 5 in Form der Mantelfläche als auch durch den planen zweiten Oberflächenbereich 6 tritt die Strahlung 2 der Lichtquelle 11 nicht gerichtet hindurch, d.h. diese beiden Oberflächenbereiche 5, 6 befinden sich außerhalb des Strahlengangs der von der Lichtquelle 11 erzeugten Strahlung 2.

An den nicht bzw. nur teilweise in die Immersionsflüssigkeit 22 eintauchenden Oberflächenbereichen 5, 6 des Linsenelements 1 können Tröpfchen der Immersionsflüssigkeit 22 zurückbleiben. Wenn diese Tröpfchen verdunsten, kommt es lokal zu einer Abkühlung des Quarzglas-Materials des Linsenelements 1, was zu einer lokalen Änderung des Brechungsindex sowie dazu führt, dass sich das Linsenelement 1 lokal infolge der Wärmeausdehnung deformiert. Beide Effekte können zu Bildfehlern führen und sind daher unerwünscht.

Um eine lokale Abkühlung des Linsenelements 1 durch die verdunstende Immersionsflüssigkeit 22 zu verhindern bzw. die hierbei auftretenden lokalen Temperaturgradienten zu minimieren, wird auf das Linsenelement 1 eine Folie 8 aufgebracht, die ein hydrophobes Material aufweist, wie nachfolgend anhand von Fig. 2a-d beschrieben wird.

In Fig. 2a ist eine einstückige Folie 8 mit einer dreidimensionalen Geometrie dargestellt, welche an die Geometrie des optischen Elements 1, genauer gesagt an die Geometrie der ersten und zweiten Oberflächenbereiche 5, 6 angepasst ist. Im gezeigten Beispiel ist die Folie 8 nur an ihrer der Immersionsflüssigkeit 22 zugewandten Seite aus einem hydrophoben Material gebildet, welches in Form einer Beschichtung 34 auf die Folie 8 aufgebracht ist. Die Beschichtung 34 kann vor oder ggf. nach dem Vorformen auf die Folie 8 aufgebracht werden. Die Folie 8 besteht im gezeigten Beispiel aus einem metallischen Material, beispielsweise aus Silber, und dient somit gleichzeitig als

wärmeleitendes Bauteil. Die Folie 8 weist im gezeigten Beispiel eine typischer Weise konstante Dicke D auf, die bei weniger als 500 μm , bevorzugt von weniger als 350 μm liegt und die in der Regel eine Dicke D von 50 μm nicht unterschreitet.

5

Die Beschichtung 34 aus dem hydrophoben Material kann beispielsweise hydrophobe Moleküle mit Fluoralkylgruppen und/oder Hydrocarbongruppen enthalten. Auch das Aufbringen von kolloidalen SiO_2 -Nanopartikeln oder SiO_2 -Soot, die mit einer Fluorsilan-Beschichtung versehen werden, ist möglich, um das hydrophobe Material zu bilden. Alternativ kann eine Schicht aus kolloidalem Silizium mit einer Hydrocarbonschicht versehen werden, um die hydrophobe Beschichtung 34 zu bilden. Es versteht sich, dass die hydrophobe Beschichtung 34 der Folie 8 auch auf eine andere als die hier beschriebene Art ausgebildet sein kann.

15

Bei dem in Fig. 2a gezeigten Beispiel ist die Folie 8 vorgeformt, d.h. diese weist einen ersten, konischen Folienabschnitt 8a und einen zweiten, planen Folienabschnitt 8b auf, zwischen denen eine Biegung 8c bzw. eine Verrundung gebildet ist, die einen stetigen Übergang zwischen den Folienabschnitten 8a, 8b bildet. Gegebenenfalls kann der Übergang zwischen den Folienabschnitten 8a, 8b auch unstetig erfolgen, d.h. die Biegung 8c bildet einen Knick. Die vorgeformte Folie 8 kann beispielsweise durch Prägen oder Tiefziehen einer kreisringförmigen oder kreisförmigen planen Folie erzeugt werden, die geeignet zugeschnitten wird. Gegebenenfalls kann die dreidimensional geformte Folie 8 in einem generativen Schichtaufbauverfahren z.B. mittels eines 3D-Druckers, hergestellt werden. Das Vorformen der Folie 8 erleichtert das Aufbringen der Folie 8 auf den ersten und zweiten Oberflächenbereich 5, 6 des optischen Elements 1.

20

25

30

Fig. 2b zeigt die vorgeformte Folie 8, auf die eine Klebelage 30 in Form eines Klebebands aufgebracht ist. Im gezeigten Beispiel weist die Klebelage 30 einen

ersten Klebelagenabschnitt 30a auf, der auf den konischen Folienabschnitt 8a aufgebracht ist, um die Folie 8 mit dem ersten Oberflächenbereich 5 zu verbinden. Ein zweiter Klebelagenabschnitt 30b ist auf den planen, ringförmigen Folienabschnitt 8b der Folie 8 aufgebracht und dient zur
5 Verbindung der Folie 8 mit dem zweiten, planen Oberflächenbereich 6 des optischen Elements 1. Im gezeigten Beispiel ist die Klebelage 30 zweiteilig ausgebildet, so dass der Bereich der Biegung 8c nicht mit einer Klebelage 30 versehen ist. Durch die Verwendung von zwei Klebelagenabschnitten 30a, 30b kann vermieden werden, dass die Klebelage 30 vorgeformt werden muss, wie
10 diese bei der Folie 8 der Fall ist.

Gegebenenfalls kann auf das Vorsehen des ersten Klebelagenabschnitts 30a verzichtet werden, .d.h. die Folie 8 wird nur über den zweiten Klebelagenabschnitt 30b mit dem zweiten, planen Oberflächenbereich 6 des
15 optischen Elements 1 verbunden. In den zwischen dem ersten Oberflächenbereich 5 und der Folie 8 gebildeten Spalt kann in diesem Fall die Immersionsflüssigkeit 22 eindringen, was aufgrund der wärmeleitenden Eigenschaften der in Fig. 2a,b gezeigten Folie 8, welche eine Homogenisierung der Temperatur im Bereich des Spalts bewirkt, jedoch nahezu keine
20 Auswirkungen auf die Abbildungsqualität des optischen Elements 1 hat.

Fig. 2c zeigt die Folie 8 von Fig. 2b bei der Anbringung an dem optischen Element 1. Auf das optische Element 1 ist in dem ersten und zweiten Oberflächenbereich 5, 6 eine Strahlungs-Schutzschicht 33 aufgebracht, die aus
25 einem Material besteht, welches bei Wellenlängen von weniger als 250 nm, insbesondere bei der Nutzwellenlänge λ_B , absorbierende Eigenschaften aufweist bzw. für Strahlung bei diesen Wellenlängen im Wesentlichen undurchlässig ist. Als Strahlungs-Schutzschicht 33 kann beispielsweise ein oxidisches Material dienen, z.B. Titandioxid (TiO_2), Tantalpentoxid (Ta_2O_5),
30 Hafniumdioxid (HfO_2), Zirkondioxid (ZrO_2) etc.

Wie in Fig. 2c zu erkennen ist, wird der erste Klebelagenabschnitt 30a an dem konischen Folienabschnitt 8a der vorgeformten Folie 8 mit dem ersten, konischen Oberflächenbereich 5 des optischen Elements 1 verbunden.

Entsprechend wird der zweite Klebelagenabschnitt 30b an dem planen

5 Folienabschnitt 8b mit dem zweiten, planen Oberflächenbereich 6 des optischen Elements 1 verbunden. Zu diesem Zweck wird die Folie 8 auf den ersten und zweiten Oberflächenbereich 5, 6 des optischen Elements 1 aufgesetzt, wie in Fig. 2c durch Pfeile angedeutet ist. Fig. 2d zeigt das optische Element 1 nach dem Abschluss des Verbindungsprozesses. Da der erste und
10 der zweite Klebelagenabschnitt 30a, 30b jeweils ringförmig umlaufen, kann keine Immersionsflüssigkeit 22 in den Zwischenraum zwischen der Folie 8 und dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich 5, 6 eindringen.

In Fig. 3a-d ist ein Verfahren zum Herstellen eines optischen Elements 1

15 dargestellt, welches sich von dem in Zusammenhang mit Fig. 2a-d beschriebenen Verfahren zunächst dadurch unterscheidet, dass die Folie 8 selbst aus einem hydrophoben Material besteht, und zwar im gezeigten Beispiel aus PTFE. Es versteht sich, dass auch andere hydrophobe Materialien verwendet werden können, die in Form einer Folie 8 hergestellt werden
20 können, beispielsweise andere Polyolefine, z.B. Polypropylen, Polyacrylate, z.B. (Poly-)methyl-Methacrylat, (Poly-)Vinylchloride, Polystyrenen, Polysiloxane, Polycarbonate, Epoxypolymere, etc.

Zwischen die vorgeformte Folie 8 und den ersten und zweiten

25 Oberflächenbereich 5, 6 ist bei dem in Fig. 3a-d gezeigten Beispiel ein wärmeleitendes Bauteil in Form einer wärmeleitenden metallischen Schicht 32 eingebracht ist. Wie in Fig. 3b zu erkennen ist, wird die metallische Schicht 32 zu diesem Zweck auf eine erste Klebelage 30 aufgelegt, die wie in Fig. 2b einen ersten und zweiten Klebelagenabschnitt 30a, 30b aufweist. Eine zweite
30 Klebelage 31, die ebenfalls einen ersten Klebelagenabschnitt 31a und einen zweiten Klebelagenabschnitt 31b aufweist, bedeckt die wärmeleitende Schicht

32, so dass diese zwischen der ersten und der zweiten Klebelage 30, 31 eingebettet ist.

Zur Verbesserung der Adhäsion der Folie 8 an der ersten Klebelage 30 ist es ggf erforderlich bzw. günstig, das hydrophobe Material der Folie 8 einer Oberflächenbehandlung, beispielsweise einem Ätzprozess, einer Plasma-Behandlung und/oder einer mechanischen Bearbeitung zu unterziehen. Das hydrophobe Material der Folie 8 kann alternativ oder zusätzlich auch auf der der Immersionsflüssigkeit 22 zugewandten Seite strukturiert und/oder aufgeraut werden, um dessen Hydrophobizität zu erhöhen. Zu diesem Zweck kann die Folie 8 auf der der Immersionsflüssigkeit 22 zugewandten Seite einer Oberflächenbehandlung unterzogen werden, beispielsweise einem Ätzprozess, einer Plasma-Behandlung und/oder einer mechanischen Bearbeitung. Es versteht sich, dass eine solche Behandlung auch an der in Fig. 2a-d beschriebenen Folie 8, genauer gesagt an deren hydrophober Beschichtung 34, durchgeführt werden kann.

Wie ebenfalls in Fig. 2b zu erkennen ist, ist die metallische Schicht 32 einteilig ausgebildet und erstreckt sich sowohl in den ersten Oberflächenbereich 5 als auch in den zweiten Oberflächenbereich 6 des optischen Elements 1, d.h. die wärmeleitende Schicht 32 überdeckt die Biegung 8c der Folie 8 bzw. die Kante 7 zwischen dem ersten und zweiten Oberflächenbereich 5, 6. Auf diese Weise kann die wärmeleitende Schicht 32 eine Wärmeübertragung zwischen dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich 5, 6 herstellen. Als Materialien für die wärmeleitende Schicht 32 eignen sich insbesondere Metalle, die eine hohe Wärmeleitfähigkeit von beispielsweise mehr als $100 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ aufweisen, beispielsweise Silber, welches eine Wärmeleitfähigkeit von $429 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ aufweist, aber auch andere Metalle wie z.B. Ag, Cu, Au, Al, Mo, Zn, Mg, Wolfram, Legierungen wie z.B. Messing sowie nicht metallische Materialien wie Kohlenstoff (z.B. Grafit, Nanoröhren, Diamant), SiC, AlN, Si, NiP, Die wärmeleitende Schicht 32 kann einstückig ausgebildet werden, ohne dass

diese zu diesem Zweck vorgeformt werden muss, da die wärmeleitende Schicht 32 auf die erste Klebelage 30 aufgebracht wird. Die wärmeleitende Schicht 32 kann alternativ vorgeformt werden, bevor diese auf die erste Klebelage 30 aufgebracht wird.

5

Wie insbesondere in Fig. 3b zu erkennen ist, erstreckt sich die wärmeleitende Schicht 32 weder bis zum inneren Rand des ersten Oberflächenbereichs 5 bzw. zum inneren Rand der Folie 8 noch bis zum äußeren Rand des zweiten Oberflächenbereichs 6 bzw. bis zum äußeren Rand der Folie 8, sondern weist von diesem einen Abstand von mehr als ca. 1 mm oder von mehr als ca. 2 mm auf. Auf diese Weise kann verhindert werden, dass die Immersionsflüssigkeit 22 in den Bereich zwischen der Folie 8 und den ersten und den zweiten Oberflächenbereich 5, 6 eindringen kann. Gegebenenfalls kann sich die wärmeleitende Schicht 32 auch bis zum Rand des ersten und/oder zweiten Oberflächenbereichs 5, 6 erstrecken, sofern eine ausreichende Dichtigkeit der Verbindung zwischen der Folie 8 und dem ersten und/oder dem zweiten Oberflächenbereich 5, 6 sichergestellt ist.

Anders als in Fig. 2a-d und in Fig. 3a-d gezeigt ist, kann die Folie 8 nicht nur den zweiten Oberflächenbereich 6 des optischen Elements 1 überdecken, sondern ggf. auch weitere Bauteile, beispielsweise eine Fassung oder dergleichen, an der das optische Element 1 in dem Projektionsobjektiv 13 befestigt ist. In diesem Fall weist die Folie 8, genauer gesagt deren planer Oberflächenbereich 8b einen Durchmesser auf, der größer ist als der Durchmesser des optischen Elements 1 bzw. der Durchmesser des zweiten, planen Oberflächenbereichs 6. Gegebenenfalls kann der zweite Oberflächenbereich 6 in dem über das optische Element 1 überstehenden Abschnitt an die Geometrie von dort vorhandenen Bauteilen angepasst werden, indem die Folie 8 in diesem Abschnitt vorgeformt oder geeignet zugeschnitten wird.

30

Es versteht sich, dass optische Elemente für die Immersionslithographie nicht zwingend die weiter oben beschriebene plankonvexe Geometrie aufweisen müssen, ein konisch ausgeformter Volumenbereich 3 ist jedoch für derartige optische Elemente typisch. Das optische Element 1 bzw. dessen Grundkörper
5 kann insbesondere an Stelle von amorphem Quarzglas auch aus einem anderen Material bestehen, welches oberhalb einer Wellenlänge von ca. 250 nm bzw. ca. 193 nm transparent ist, beispielsweise aus kristallinem Quarzglas (SiO_2), Bariumfluorid (BaF_2) oder Germaniumdioxid (GeO_2).

Patentansprüche

1. Optisches Element (1) zur Transmission von Strahlung (2), umfassend:
einen ersten Oberflächenbereich (5), der einen optisch genutzten Bereich (4) des optischen Elements (1) umgibt, sowie
einen zweiten Oberflächenbereich (6), der an den ersten Oberflächenbereich (5) angrenzt, wobei zwischen dem ersten Oberflächenbereich (5) und dem zweiten Oberflächenbereich (6) eine umlaufende Kante (7) gebildet ist,
gekennzeichnet durch
eine den ersten Oberflächenbereich (5), die Kante (7) und den zweiten Oberflächenbereich (6) überdeckende einstückige Folie (8), die zumindest an ihrer dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich (5, 6) abgewandten Seite ein hydrophobes Material aufweist.
2. Optisches Element nach Anspruch 1, bei dem die Folie (8) vorgeformt ist und im Bereich der umlaufenden Kante (7) bevorzugt eine Biegung (8c) aufweist.
3. Optisches Element nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Folie (8) über mindestens eine Klebelage (30, 31) mit dem ersten Oberflächenbereich (5) und mit dem zweiten Oberflächenbereich (6) des optischen Elements (1) verbunden ist.
4. Optisches Element nach Anspruch 3, bei dem die Klebelage (30, 31) einen ersten Klebelagenabschnitt (30a, 31a) zur Verbindung der Folie (8) mit dem ersten Oberflächenbereich (5) und einen zweiten Klebelagenabschnitt (30b, 31b) zur Verbindung der Folie (8) mit dem zweiten Oberflächenbereich (6) aufweist.

5. Optisches Element nach Anspruch 3 oder 4, bei dem die Klebelage (30, 31) durch ein Klebeband gebildet ist.
6. Optisches Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zwischen der Folie (8) und dem ersten und/oder dem zweiten Oberflächenbereich (5, 6) ein wärmeleitendes Bauteil (32) angeordnet ist.
7. Optisches Element nach Anspruch 6, bei dem das wärmeleitende Bauteil als wärmeleitende Schicht (32), insbesondere als metallische Schicht, ausgebildet ist.
8. Optisches Element nach einem der Ansprüche 6 oder 7, bei dem sich das wärmeleitende Bauteil (32) sowohl in den ersten Oberflächenbereich (5) als auch in den zweiten Oberflächenbereich (6) erstreckt.
9. Optisches Element nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei dem das wärmeleitende Bauteil (32) zwischen einer ersten Klebelage (30) und einer zweiten Klebelage (31) eingebettet ist.
10. Optisches Element nach einem der Ansprüche 6 bis 9, bei dem sich das wärmeleitende Bauteil (32) in dem ersten Oberflächenbereich (5) und/oder in dem zweiten Oberflächenbereich (6) nicht bis zum Rand der Folie (8) erstreckt.
11. Optisches Element nach einem der Ansprüche 6 bis 10, bei dem das wärmeleitende Bauteil (32) ein bevorzugt metallisches Material mit einer Wärmeleitfähigkeit von mehr als $100 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ aufweist.
12. Optisches Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Folie (8) als wärmeleitendes, bevorzugt metallisches Bauteil mit einer Wärmeleitfähigkeit von mehr als $100 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ausgebildet ist.

13. Optisches Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das hydrophobe Material der Folie (8) ausgewählt ist aus der Gruppe umfassend: Polyolefine, insbesondere Polytetrafluorethylen (PTFE) oder Polypropylen, Polyacrylate, insbesondere (Poly-)Methyl-Methacrylat, (Poly-)Vinylchloride, Polystyrene, Polysiloxane, Polycarbonate und Epoxypolymere.
14. Optisches Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das hydrophobe Material an der dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich (5, 6) abgewandten Seite der Folie (8) aufgeraut ist.
15. Optisches Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das hydrophobe Material der Folie (8) an der dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich (5, 6) abgewandten Seite der Folie (8) in Form einer Beschichtung (34) aufgebracht ist.
16. Optisches Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Folie (8) eine Dicke (D) von weniger als 500 μm aufweist.
17. Optisches Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem an dem ersten Oberflächenbereich (5) und/oder an dem zweiten Oberflächenbereich (6) des optischen Elements (1) eine Strahlungsschutzschicht (33) angebracht ist.
18. Optisches Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der erste Oberflächenbereich eine umlaufende Mantelfläche (5) eines konischen Volumenbereichs (3) des optischen Elements (1) bildet.

19. Optisches Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der zweite Oberflächenbereich (6) plan ist und den ersten Oberflächenbereich (5) ringförmig umgibt.
20. Optische Anordnung (10), insbesondere Projektionsbelichtungsanlage für die Immersionslithographie, umfassend: mindestens ein optisches Element (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
21. Optische Anordnung nach Anspruch 20, weiter umfassend: eine Immersionsflüssigkeit (22), insbesondere Wasser, in welche das optische Element (1) zumindest an einer Stirnseite (4) eintaucht.
22. Verfahren zum Herstellen eines optischen Elements (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, umfassend die Schritte:
Bereitstellen des optischen Elements (1),
Bereitstellen der Folie (8), sowie
Verbinden der Folie (8) mit dem ersten Oberflächenbereich (5) und mit dem zweiten Oberflächenbereich (6) des optischen Elements (1).
23. Verfahren nach Anspruch 22, bei dem das Bereitstellen der Folie (8) umfasst:
Formen der Folie (8) zur Ausbildung einer Biegung (8c) im Bereich der umlaufenden Kante (7), sowie
Verbinden der geformten Folie (8) mit dem ersten Oberflächenbereich (5) und mit dem zweiten Oberflächenbereich (6) des optischen Elements (1).

1 / 3

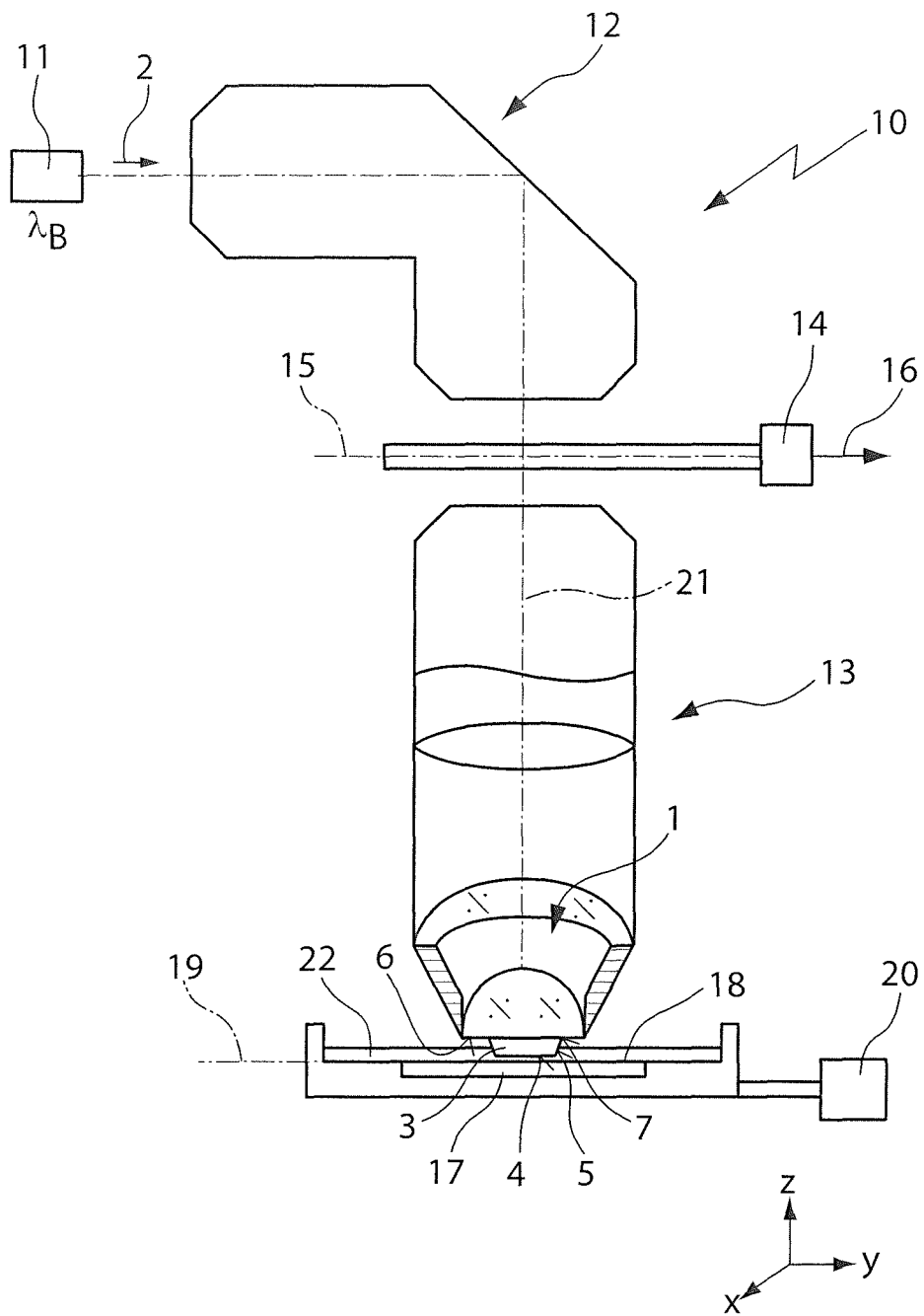


Fig. 1

2 / 3

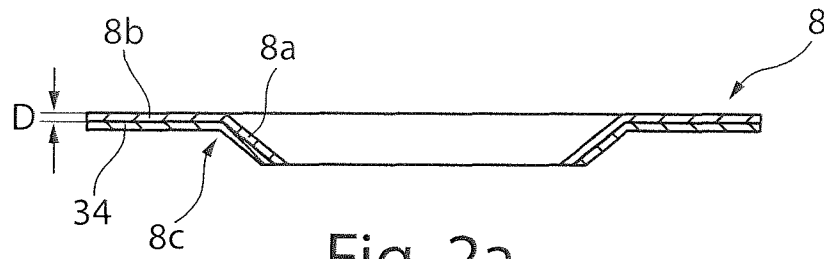


Fig. 2a

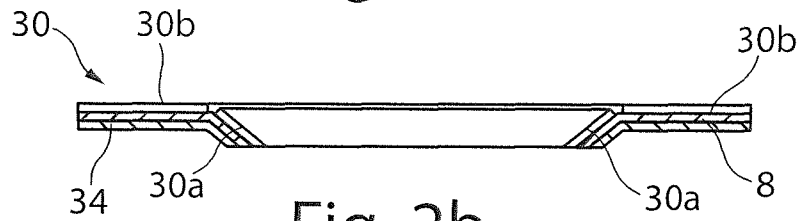


Fig. 2b

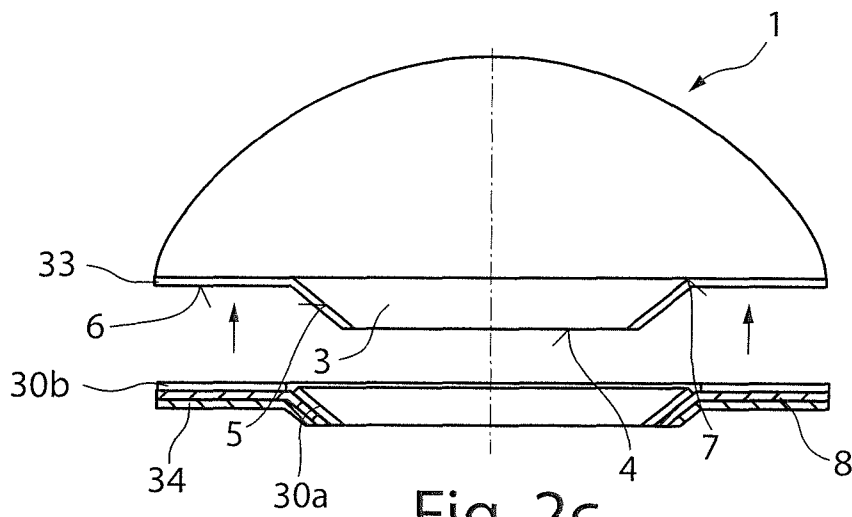


Fig. 2c

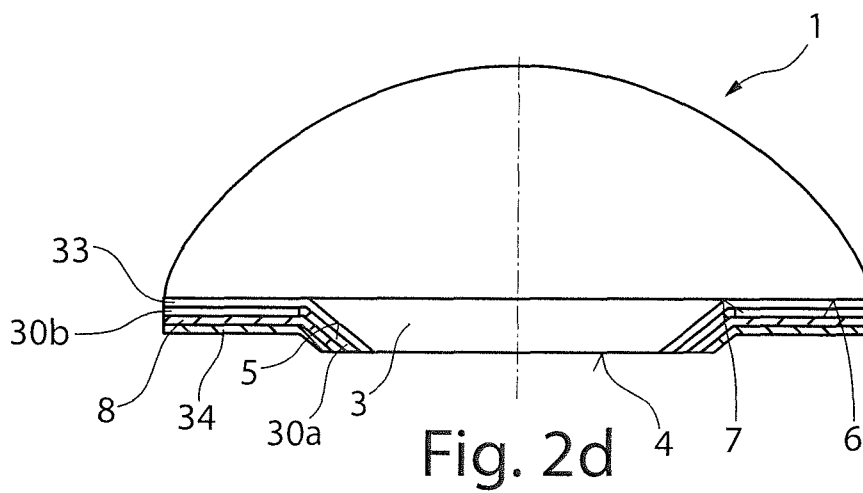


Fig. 2d



Fig. 3a

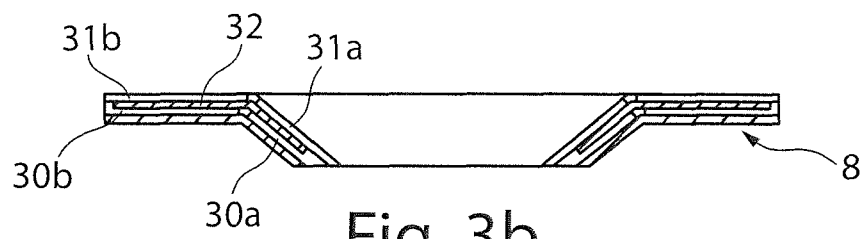


Fig. 3b

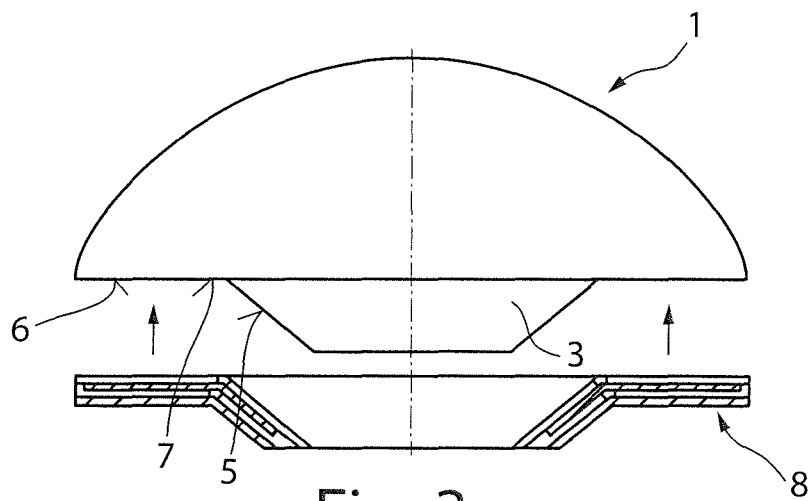


Fig. 3c

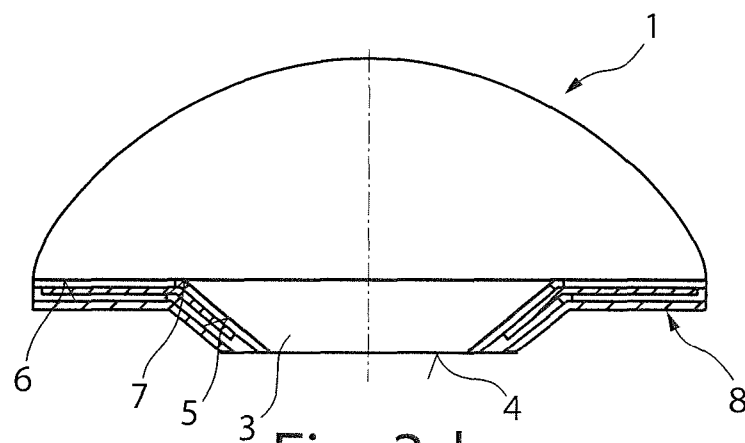


Fig. 3d

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2015/077796

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

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

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

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-12, 17-23

Remark on Protest

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/077796

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G02B27/00 G02B21/33 G03F7/20
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B G03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	DE 10 2011 088623 A1 (ZEISS CARL SMT GMBH [DE]) 3 January 2013 (2013-01-03) abstract paragraph [0051] - paragraph [0052] claims 8, 10-12 figure 3	1-5, 17-23 6-12
Y	----- US 2010/066987 A1 (BRUIJSTENS JEROEN PETER JOHANNES [NL] ET AL) 18 March 2010 (2010-03-18) abstract paragraph [0150] - paragraph [0157] figure 18 ----- -/-	6-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 January 2016

Date of mailing of the international search report

15/04/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schenke, Cordt

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/077796

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	DE 10 2014 224735 A1 (ZEISS CARL SMT GMBH [DE]) 23 July 2015 (2015-07-23) abstract paragraph [0064] - paragraph [0066] paragraph [0036] figure 3 -----	1-5,12, 17-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/077796

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011088623 A1	03-01-2013	NONE	

US 2010066987 A1	18-03-2010	JP 5113814 B2	09-01-2013
		JP 5485350 B2	07-05-2014
		JP 5723433 B2	27-05-2015
		JP 2010074160 A	02-04-2010
		JP 2013016865 A	24-01-2013
		JP 2014039069 A	27-02-2014
		JP 2015143875 A	06-08-2015
		NL 2003392 A	18-03-2010
		NL 2003395 A	18-03-2010
		US 2010066987 A1	18-03-2010
		US 2010066988 A1	18-03-2010

DE 102014224735 A1	23-07-2015	NONE	

PCT/ISA/210

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-12, 17-23

Optical element for transmitting radiation, comprising a first surface region that surrounds an optically active zone of the optical element, and a second surface region that borders the first surface region, a peripheral edge being formed between the first surface region and the second surface region, and comprising a one-piece foil which covers the first surface region, the edge and the second surface region and which has a hydrophobic material at least one its side facing away from the first and second surface regions,

wherein

a heat-conducting part is placed between the foil and the first surface region and/or the second surface region, or the foil is designed as a heat-conducting part that is preferably made of metal and has a thermal conductivity of more than 100 W/(m*K).

2. Claims 13-15

Optical element for transmitting radiation, comprising a first surface region that surrounds an optically active zone of the optical element, and a second surface region that borders the first surface region, a peripheral edge being formed between the first surface region and the second surface region, and comprising a one-piece foil which covers the first surface region, the edge and the second surface region and which has a hydrophobic material at least one its side facing away from the first and second surface regions,

wherein

the hydrophobic material of the foil has certain properties.

3. Claim 16

Optical element for transmitting radiation, comprising a first surface region that surrounds an optically active zone of the optical element, and a second surface region that borders the first surface region, a peripheral edge being formed between the first surface region and the second surface region, and comprising a one-piece foil which covers the first surface region, the edge and the second surface region and which has a hydrophobic material at least one its side facing away from the first and second surface regions,

wherein

the foil has a thickness of less than 500 μm .

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

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

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

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

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

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-12, 17-23

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

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

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G02B27/00 G02B21/33 G03F7/20
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G02B G03F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2011 088623 A1 (ZEISS CARL SMT GMBH [DE]) 3. Januar 2013 (2013-01-03)	1-5, 17-23
Y	Zusammenfassung Absatz [0051] - Absatz [0052] Ansprüche 8, 10-12 Abbildung 3	6-12
Y	----- US 2010/066987 A1 (BRUIJSTENS JEROEN PETER JOHANNES [NL] ET AL) 18. März 2010 (2010-03-18) Zusammenfassung Absatz [0150] - Absatz [0157] Abbildung 18 ----- -/-	6-12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Januar 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/04/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schenke, Cordt

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	DE 10 2014 224735 A1 (ZEISS CARL SMT GMBH [DE]) 23. Juli 2015 (2015-07-23) Zusammenfassung Absatz [0064] - Absatz [0066] Absatz [0036] Abbildung 3 -----	1-5,12, 17-23

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/077796

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011088623 A1	03-01-2013	KEINE	

US 2010066987 A1	18-03-2010	JP 5113814 B2	09-01-2013
		JP 5485350 B2	07-05-2014
		JP 5723433 B2	27-05-2015
		JP 2010074160 A	02-04-2010
		JP 2013016865 A	24-01-2013
		JP 2014039069 A	27-02-2014
		JP 2015143875 A	06-08-2015
		NL 2003392 A	18-03-2010
		NL 2003395 A	18-03-2010
		US 2010066987 A1	18-03-2010
		US 2010066988 A1	18-03-2010

DE 102014224735 A1	23-07-2015	KEINE	

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

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

1. Ansprüche: 1-12, 17-23

Optisches Element zur Transmission von Strahlung, umfassend einen ersten Oberflächenbereich, der einen optisch genutzten Bereich des optischen Elements umgibt, sowie einen zweiten Oberflächenbereich, der an den ersten Oberflächenbereich angrenzt, wobei zwischen dem ersten Oberflächenbereich und dem zweiten Oberflächenbereich eine umlaufende Kante gebildet ist, sowie eine den ersten Oberflächenbereich, die Kante und den zweiten Oberflächenbereich überdeckende einstückige Folie, die zumindest an ihrer dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich abgewandten Seite ein hydrophobes Material aufweist, wobei zwischen der Folie und dem ersten und/oder dem zweiten Oberflächenbereich ein wärmeleitendes Bauteil angeordnet ist oder die Folie als wärmeleitendes, bevorzugt metallisches Bauteil mit einer Wärmeleitfähigkeit von mehr als 100 W/(m*K) ausgebildet ist.

2. Ansprüche: 13-15

Optisches Element zur Transmission von Strahlung, umfassend einen ersten Oberflächenbereich, der einen optisch genutzten Bereich des optischen Elements umgibt, sowie einen zweiten Oberflächenbereich, der an den ersten Oberflächenbereich angrenzt, wobei zwischen dem ersten Oberflächenbereich und dem zweiten Oberflächenbereich eine umlaufende Kante gebildet ist, sowie eine den ersten Oberflächenbereich, die Kante und den zweiten Oberflächenbereich überdeckende einstückige Folie, die zumindest an ihrer dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich abgewandten Seite ein hydrophobes Material aufweist, wobei das hydrophobe Material der Folie bestimmte Eigenschaften aufweist.

3. Anspruch: 16

Optisches Element zur Transmission von Strahlung, umfassend einen ersten Oberflächenbereich, der einen optisch genutzten Bereich des optischen Elements umgibt, sowie einen zweiten Oberflächenbereich, der an den ersten Oberflächenbereich angrenzt, wobei zwischen dem ersten Oberflächenbereich und dem zweiten Oberflächenbereich eine umlaufende Kante gebildet ist, sowie eine den ersten Oberflächenbereich, die Kante und den zweiten Oberflächenbereich überdeckende einstückige Folie, die zumindest an ihrer dem ersten und dem zweiten Oberflächenbereich abgewandten Seite ein hydrophobes

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Material aufweist,
wobei
die Folie eine Dicke von weniger als 500 um aufweist.
