

(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
13. Februar 2020 (13.02.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/030403 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
G03F 7/20 (2006.01) B21D 26/00 (2006.01)
B21D 9/15 (2006.01) F28D 15/00 (2006.01)
- (72) **Erfinder:** KARA, Fatih; Im Eichholz 52, 58511 Luedenscheid (DE). ZEUTSCHEL, Joerg; St.-Engelbert-Str. 17, 51519 Odenthal (DE).
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2019/069415
- (74) **Anwalt:** CARL ZEISS SMT GMBH - PATENTABTEILUNG; Rudolf-Eber-Straße 2, 73447 Oberkochen (DE).
- (22) **Internationales Anmeldedatum:** 18. Juli 2019 (18.07.2019)
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2018 213 189.9
07. August 2018 (07.08.2018) DE
- (71) **Anmelder:** CARL ZEISS SMT GMBH [DE/DE]; Rudolf-Eber-Strasse 2, 73447 Oberkochen (DE).

(54) **Title:** METHOD FOR BENDING HYDROFORMED COOLING DEVICES AND BENT HYDROFORMED COOLING DEVICES

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM BIEGEN VON HYDROGEFORMTEN KÜHLEINRICHTUNGEN UND GEBOGENE, HYDROGEFORMTE KÜHLEINRICHTUNGEN

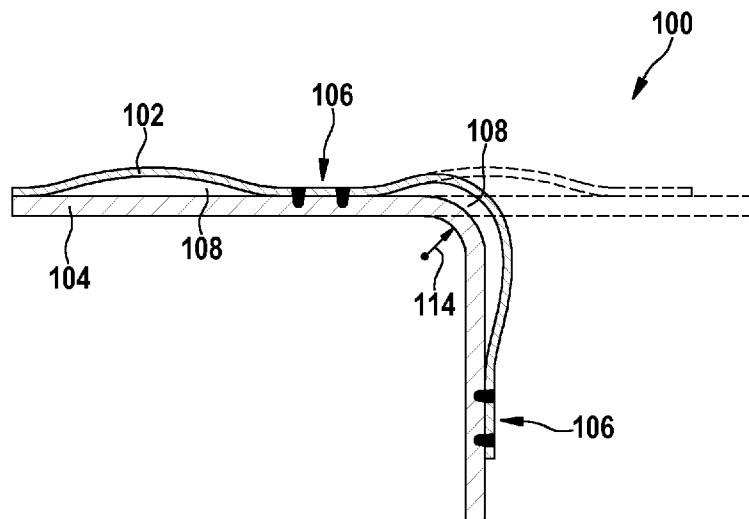


Fig. 6

(57) **Abstract:** The invention relates to methods for bending a cooling device for microlithographic projection printing systems, comprising the steps of: providing the particularly unbent cooling device (100) comprising at least one cavity (108); filling the at least one cavity (108) with a liquid cryogenic medium (110) at least in one region of the cooling device (100) to be bent; cooling the cooling device (100) such that the medium (110) present in the cavity (108) cools below the melting temperature thereof and at least partially rigidifies; and bending the cooling device (100) such that the at least partially rigidified medium (110) prevents the cavity (108) from closing during bending.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Biegen einer Kühleinrichtung für mikrolithographische Projektionsbelichtungsanlagen mit den Schritten: - Bereitstellen der mindestens einen Hohlraum (108) aufweisenden, insbesondere ungebogenen, Kühleinrichtung (100); - Befüllen des mindestens einen Hohlraums (108) mit einem flüssigen kryogenen Medium (110) zumindest in einem zu biegenden Bereich der Kühleinrichtung (100); - Herabkühlen der Kühleinrichtung (100) derart, dass das sich im Hohlraum (108) befindliche Medium (110) unter seine Schmelztemperatur abkühlt und hierbei zumindest teilweise erstarrt; - Biegen



WO 2020/030403 A1

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

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Verfahren zum Biegen von hydrogeformten Kühleinrichtungen und gebogene, hydrogeformte Kühleinrichtungen

Hintergrund der Erfindung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Biegen von hydrogeformten Kühleinrichtungen und gebogene, hydrogeformte Kühleinrichtungen. Zudem betrifft die Erfindung eine mikrolithographische Projektionsbelichtungsanlage aufweisend mindestens eine gebogene, hydrogeformte Kühleinrichtung.

10

Mikrolithographie wird zur Herstellung mikrostrukturierter Bauelemente, wie beispielsweise integrierter Schaltkreise oder LCDs, angewendet. Der Mikrolithographieprozess wird in einer sogenannten Projektionsbelichtungsanlage durchgeführt, welche eine

15

Beleuchtungseinrichtung und ein Projektionsobjektiv aufweist. Das Bild einer mittels der Beleuchtungseinrichtung beleuchteten Maske (= Retikel) wird hierbei mittels des Projektionsobjektiv auf ein mit einer lichtempfindlichen Schicht (=Photoresist) beschichtetes und in der Bildebene des Projektionsobjektivs angeordnetes Substrat (z.B. ein Siliziumwafer) projiziert, um die Maskenstruktur auf die lichtempfindliche Beschichtung des Substrats zu übertragen.

20

In für den DUV-Bereich ausgelegten Projektionsobjektiven, d.h. bei Wellenlängen von z.B. 193 nm bzw. 248 nm, werden vorzugsweise Linsen als optische Elemente für den Abbildungsprozess verwendet.

25

In für den EUV-Bereich ausgelegten Projektionsobjektiven, d.h. bei Wellenlängen von z.B. etwa 13 nm oder 7 nm, werden mangels Verfügbarkeit geeigneter lichtdurchlässiger refraktiver Materialien Spiegel als optische Elemente für den Abbildungsprozess verwendet.

30

In EUV- und DUV-Projektionsbelichtungsanlagen werden hydrogeformte, vorzugsweise plattenförmige, Kühleinrichtungen eingesetzt, um Komponenten im und um den Strahlengang von mikrolithographischen Projektionsbelichtungsanlagen zu Kühlen und/oder thermisch abzuschirmen. Hierbei werden sogenannte Minienvironments gebildet. Unter Minienvironment versteht man eine physikalische Abtrennung oder Kapselung eines als kritisch festgelegten Raumvolumens, um definierte Umweltbedingungen herzustellen. So

kann in einer EUV- Projektionsbelichtungsanlage ein Minienvironment u.a. folgende Aufgaben/Funktionen haben:

- Abschirmung des sogenannten Sensorrahmens vor Wärme, die von Streulicht, den Spiegel-Aktuatoren, den Sensoren und/oder dem erwärmten Wasserstoff im System stammt.
- 5 -Einhausung des Strahlengangs zum Kontaminationsschutz von optischen Flächen, insbesondere von Spiegeln.

Die hydrogeformten, vorzugsweise plattenförmigen, Kühleinrichtungen sind vorzugsweise als sogenannte Pillow Plates ausgebildet. Die Begriffe hydrogeformte, vorzugsweise
10 plattenförmige, Kühleinrichtung und Pillow Plate werden im Folgenden synonym verwendet. Die Herstellung von Pillow Plates ist aus dem Stand der Technik bekannt und wird deshalb im Folgenden an Hand der Figuren 1, 2 und 3 nur kurz beschrieben:

Typischerweise (siehe hierzu auch Figur 1) wird für die Herstellung von einseitig profilierten Pillow Plates 100 ein dünneres Edelstahlblech 102 mit einer Stärke von ca. 1-1,5 mm auf ein
15 dickeres Edelstahlblech 104 mit einer Stärke von 3-4 mm gelegt und spaltfrei verspannt, wozu je nach Maschinentyp sogenannte Niederhalter verwendet werden. Je nach Anwendung können die Materialstärken und auch der Werkstoff variieren. Anschließend werden die plattenförmigen Bleche 102, 104 an Schweißnähten 106 miteinander verschweißt. Hierbei ist das Schweißmuster abhängig von verschiedenen Faktoren, wie zum Beispiel von der
20 gewünschten Kühlleistung und den gewünschten Durchflussmengen eines Kühlmediums. Die Schweißmuster können unterschiedlich ausgelegt werden, wobei eine Vielzahl von Variationen möglich ist. So ist in Figur 2 ein einfaches regelmäßiges Schweißmuster gezeigt. Die runden Schweißnähte 106 verschweißen das obere Blech 102 mit dem unteren Blech 104 (in Figur 2 nicht erkennbar) und sorgen für die benötigte Druckstabilität im Betrieb. Die
25 Anordnung der Schweißnähte 106 bedingt in wie weit sich Hohlräume 108, insbesondere Kühlkanäle, Hydroformen (siehe nächster Absatz) lassen. Figur 3 zeigt eine Kühleinrichtung 100 mit Barrieren 107. Mittels der Barrieren 107 kann ein gezielter Kühlmediumstrom erzeugt werden. Alle Hohlräume 108 (in Figur 3 nicht erkennbar) können so definiert mit dem Kühlmedium versorgt werden. Sogenannte Totwasserbereiche können durch diese Barrieren
30 107 vermieden werden.

Nach dem Schweißvorgang werden Ein- und Auslassrohre an die Pillow Plates angebracht. Hierzu werden die Anschlussstellen aufgebördelt und die Kühlan schlüsse mittels Laser- oder WIG (Wolfram-Inert-Gas)-Schweißen verschweißt. Anschließend wird mittels dem sog.

Hydroformen (Umformung durch Druck mittels Gas, Wasser oder ähnlichen Medien) die Kühlkanalgeometrie erzeugt. Während des Hydroformens wird durch hohe Drücke und durch die Art des verwendeten Mediums das dünnere Blech 102 kissenartig aufgeweitet. Siehe hierzu Figur 1. Das dickere (Unter-) Blech 104 verformt sich während des Vorgangs nicht. Je nachdem welches Schweißmuster verwendet wird, sind Drücke zwischen 30 und 100 bar notwendig, um Hohlräume 108 zwischen dem oberen Blech 102 und dem unteren Blech 104 auszubilden. In der Figur 1 kann man erkennen, dass die Anordnung der Schweißnähte 106 die Kissenform nach dem Hydroformen bedingt. Im Allgemeinen werden die Pillow Plates 100 nach dem Hydroformen nicht gebogen, da sich die Hohlräume 108, die durch die Anordnung der Schweißnähte 106 insbesondere als Kühlkanäle 108 ausgebildet sind, durch das Biegeverfahren wieder verschließen können (siehe hierzu Figur 4). Hierbei spielt der Biegeradius 114 eine große Rolle. Je kleiner der Biegeradius 114 gewählt werden muss, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich die Kühlkanäle 108 ungewollt wieder verschließen. In der Figur 4 hat sich ein Kühlkanal 108, der an der Biegestelle angeordnet war, durch das Biegen wieder verschlossen. Das dünnere Blech 102 und das dickere Blech 104 sind an der Biegestelle wieder in Kontakt miteinander. Die gestrichelten Linien zeigen die Konturen der Pillow Plate 100 vor dem Biegen. Die durchgezogenen Linien zeigen die Konturen der Pillow Plate 100 nach dem Biegen.

Eine gebogene Pillow Plate mit einem Biegeradius kleiner 50 mm lässt sich nicht direkt durch Hydroformen herstellen. Das direkte Hydroformen von gebogenen Pillow Plates ist erst mit sehr großen Biegeradien ab 50 mm und größer möglich. Zudem erfordert das direkte Verfahren extrem hohe Drücke. Vorgebogene Pillow Plates mit Radien kleiner 50 mm lassen sich gar nicht wirtschaftlich Hydroformen. Geht man zudem davon aus, dass für den Einsatz in mikrolithographischen Projektionsbelichtungsanlagen Pillow Plates mit einer nicht-zylindrischen Form hergestellt werden müssen, müssten Negativformen während des Hydroformens verwendet werden, da sich die vorgebogene Pillow Plate durch die hohen Drücke in den Kühlkanälen in den Ursprungszustand zurückbewegen möchte. Beim direkten Hydroformen gebogener Pillow Plates muss zudem ein derart hoher Druck verwendet werden, dass es zu Rissen in den Laserschweißnähten kommen kann.

Auf Grund der vorgenannten Probleme werden die hydrogeformten Kühleinrichtungen im Allgemeinen erst nach ihrer Herstellung gebogen. Die zu kühlenden Elemente müssen zumindest bereichsweise von den hydrogeformten Kühleinrichtungen umschlossen werden.

Auf Grund des eingeschränkten Bauraumes in mikrolithographischen Projektionsbelichtungsanlagen müssen die gebogenen hydrogeformten Kühleinrichtungen enge Biegeradien kleiner 100 mm, insbesondere bis zu 5 mm, aufweisen.

- 5 Um beim Biegen der Kühleinrichtungen die hydrogeformten Hohlräume offen zu halten, kann man die Hohlräume mit Sand füllen. Der Sand im Hohlraum sorgt beim Biegen dafür, dass sich die hydrogeformten Bereiche nicht wieder zuziehen und ungewollte Barrieren für das Kühlmedium entstehen. Da die Hohlräume sehr viele Spalte bedingt durch das Laserschweißen und das Hydroformen aufweisen, ist das Reinigen und Entfernen der
- 10 Sandkörner aus dem Kühlkreislauf nicht zu 100% möglich. Die Gefahr, dass durch diese eingeschlossenen Sandkörner im Betrieb der Pillow Plates andere Kreisläufe mit kleineren Querschnitten zugesetzt werden oder auch dass Filter mit den Sandkörnern kontaminiert werden, ist sehr groß. Auch die Verwendung eines Ölgemisches als Kühlmedium ist
- 15 erheblichem Aufwand wieder rückstandsfrei aus den Kühlkanälen der Kühleinrichtung entfernt werden könnte.

- Angesichts der oben beschriebenen Probleme stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren zum Biegen einer hydrogeformten Kühleinrichtung und eine gebogene hydrogeformte
- 20 Kühleinrichtung zur Verfügung zu stellen, die die oben genannten Probleme lösen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum Biegen einer Kühleinrichtung für mikrolithographische Projektionsbelichtungsanlagen mit den folgenden Schritten gelöst:

- 25 -Bereitstellen der mindestens einen Hohlraum aufweisenden, insbesondere ungebogenen, Kühleinrichtung;
- Befüllen des mindestens einen Hohlraums mit einem flüssigen kryogenen Medium zumindest in einem zu biegenden Bereich der Kühleinrichtung;
- Herabkühlen der Kühleinrichtung derart, dass das sich im Hohlraum befindliche Medium unter seine Schmelztemperatur abkühlt und hierbei zumindest teilweise erstarrt;
- 30 -Biegen der Kühleinrichtung derart, dass das zumindest teilweise erstarrte Medium insbesondere durch dessen Gegenkräfte ein Verschließen des Hohlraumes beim Biegen verhindert.

In einer Ausführungsform wird der mindestens eine Hohlraum durch Hydroformen hergestellt. Dies ist besonders vorteilhaft, da sich durch Hydroformen die kissenartigen Pillow Plates besonders einfach herstellen lassen. Die Anzahl und die Anordnung der Hohlräume werden über die Anzahl und die Anordnung der Schweißnähte eingestellt.

5

In einer Ausführungsform wird beim Biegen ein Biegeradius von weniger als 100 mm, vorzugsweise von weniger als 50 mm, eingehalten. Dies ist besonders vorteilhaft, da für den Einsatz der Kühleinrichtung in mikrolithographischen Projektionsbelichtungsanlagen auf Grund des begrenzten Bauraums kleine Biegeradien von unter 50 mm bis hin zu nur 5 mm

10

In einer Ausführungsform weist das kryogene Medium ein Gemisch aus Wasser und mindestens einer aktiven Komponente und/oder eine Lösung mindestens einer aktiven Komponente in Wasser auf. Dabei enthält die aktive Komponente mindestens ein Tensid, insbesondere Sekundäralkoholethoxylat, und/oder mindestens ein Salz, insbesondere Kaliumphosphat, Natriumsilikat oder Natriumsalz. Das vorgenannte kryogene Medium ist gegenüber dem Einsatz von reinem Wasser vorteilhaft, da das flüssige kryogene Medium beim Herabkühlen durch die Wirkung der aktiven Komponente in Eiskristalle mit kleinerer Korngröße erstarrt als beim Herabkühlen von insbesondere reinem, deionisiertem Wasser. Das

15

20

25

erstarnte kryogene Medium ist besser plastisch verformbar als gefrorenes reines, deionisiertes Wasser. Das erstarnte kryogene Medium zerbricht beim Biegen der Kühleinrichtung in kleinere Bruchstücke als gefrorenes reines Wasser, insbesondere gefrorenes reines, deionisiertes Wasser. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist die aktive Komponente Sekundäralkoholethoxylat, Kaliumphosphat, Natriumsilikat und zugleich

30

Natriumsalz in einer Gesamtmenge von 15 Gramm pro Liter Gemisch auf.

In einer Ausführungsform erfolgt das Herabkühlen der Kühleinrichtung durch Eintauchen in verflüssigtes Gas, insbesondere in Flüssigstickstoff. Dies ist vorteilhaft, da sich die Kühleinrichtung mit dem kryogenen Medium sehr schnell abkühlt und das kryogene Medium hierbei gleichmäßig erstarrt.

In einer Ausführungsform erfolgt das Biegen entlang einer Biegevorrichtung. Die Biegevorrichtung kann eine Biegemaschine sein, also eine umformende Werkzeugmaschine. Die herabgekühlte Kühleinrichtung, aufweisend das erstarnte kryogene Medium, wird in der

Biegemaschine aus seiner Ursprungsform um ein Formstück gebogen. Durch die Wahl des Formstücks kann der gewünschte Biegeradius eingestellt werden.

5 In einer Ausführungsform wird nach dem Schritt des Biegens die mit dem erstarrten kryogenen Medium befüllte Kühleinrichtung derart erwärmt, daß das kryogene Medium sich wieder verflüssigt und das verflüssigte kryogene Medium zumindest nahezu rückstandsfrei aus dem mindestens einen Hohlraum in der Kühleinrichtung entfernt werden kann. Dies ist vorteilhaft, da in der Folge beim Einsatz der Pillow Plates das Kühlmedium, vorzugsweise das Kühlwasser, die Kühlkanäle besonders gut durchströmen kann.

10

Erfindungsgemäß wird die eingangs genannte Aufgabe auch durch eine gebogene, hydrogeformte, mindestens einen Hohlraum aufweisende Kühleinrichtung, hergestellt nach dem vorgenannten Verfahren, gelöst.

15 In einer Ausführungsform weist die Kühleinrichtung zwei oder mehr Hohlräume auf, die untereinander in Verbindung stehen. Dies ist besonders vorteilhaft, da durch die Mehrzahl der Hohlräume die kissenartige Struktur der Kühleinrichtung gebildet wird. Das Kühlmedium kann durch die kissenartige Struktur die gesamte Kühleinrichtung gleichmäßig durchströmen.

20 In einer Ausführungsform ist der mindestens eine Hohlraum durch zwei miteinander verschweißte Bleche, insbesondere durch ein dünneres Blech und ein dickeres Blech gebildet. Die einem Strahlengang in der mikrolithographischen Projektionsbelichtungsanlage zugewandte Seite eines der Bleche, insbesondere des dickeren Blechs, ist geriffelt. Dies ist besonders vorteilhaft, da durch die Riffelung die Ausbreitung von Streulicht im Strahlengang
25 reduziert wird.

In einer Ausführungsform ist der Biegeradius kleiner als etwa 100 mm, vorzugsweise kleiner als etwa 50 mm. Dies ist vorteilhaft, da die gebogenen Pillow Plates mit derart kleinen Biegeradien auch bei dem stark begrenzten Bauraum in mikrolithographischen
30 Projektionsbelichtungsanlagen verwendet werden können.

In einer Ausführungsform ist die Kühleinrichtung zur Kühlung und/oder thermischen Abschirmung von Komponenten im und/oder um einen Strahlengang in der mikrolithographischen Projektionsbelichtungsanlage angeordnet. Dies ist vorteilhaft, da

dadurch definierte Umgebungen im Sinne der vorgenannten Minienvirons geschaffen werden können.

5 Erfindungsgemäß wird die eingangs genannte Aufgabe auch durch eine mikrolithographische Projektionsbelichtungsanlage mit einer Beleuchtungseinrichtung und einem Projektionsobjektiv gelöst, wobei die Projektionsbelichtungsanlage mindestens eine gebogene hydrogeformte Kühleinrichtung aufweist.

Kurze Beschreibung der Figuren

10 Verschiedene Ausführungsbeispiele werden im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente zur besseren Darstellbarkeit und zum besseren Verständnis übertrieben groß oder verkleinert dargestellt sein.

15

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausschnittes einer ungebogenen Kühleinrichtung in Schnittansicht aus dem Stand der Technik.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer ungebogenen Kühleinrichtung in Draufsicht aus dem Stand der Technik.

20 Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer ungebogenen Kühleinrichtung in Draufsicht aus dem Stand der Technik.

Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausschnittes einer gebogenen Kühleinrichtung in Schnittansicht mit zugesetztem Hohlraum im Bereich der Biegung.

25 Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausschnittes einer erfindungsgemäßen, gebogenen Kühleinrichtung in Schnittansicht mit einem Hohlraum im Bereich der Biegung, wobei der Hohlraum mit einem erstarrten kryogenem Medium gefüllt ist.

Figur 6 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausschnittes einer erfindungsgemäßen, gebogenen Kühleinrichtung in Schnittansicht mit einem Hohlraum im Bereich der Biegung, wobei der Hohlraum von dem kryogenem Medium befreit ist.

30 Figur 7 zeigt eine weitere schematische Darstellung eines Ausschnittes einer erfindungsgemäßen, gebogenen Kühleinrichtung in Schnittansicht mit einem Hohlraum im Bereich der Biegung, wobei der Hohlraum von dem kryogenem Medium befreit ist.

Figur 8 zeigt die Verfahrensschritte zur Herstellung einer erfindungsgemäßen, gebogenen Kühleinrichtung.

Figur 9 zeigt ein EUV-System, das mehrere erfindungsgemäße, gebogene Kühleinrichtungen aufweist.

Figur 10 zeigt ein DUV-System, das erfindungsgemäße, gebogene Kühleinrichtungen aufweisen kann.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

5 Die Figuren 1, 2 und 3 zeigen schematische Darstellungen von im Wesentlichen ungebogenen Kühleinrichtungen 100 aus dem Stand der Technik. Diese Figuren wurden bereits in der Beschreibungseinleitung näher beschrieben.

Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausschnittes einer gebogenen
10 Kühleinrichtung 100, wobei die Kühleinrichtung 100 vor dem Biegen nicht mit einem kryogenen Medium 110 befüllt war. Der Biegeradius 114 liegt dabei im Bereich von 100 mm bis 5 mm. Die durchgezogenen Linien zeigen die Konturen der Kühleinrichtung 100 nach dem Biegen. Die gestrichelten Linien zeigen die Konturen der Kühleinrichtung 100 vor dem Biegen. Man kann erkennen, dass sich im gebogenen Bereich der Hohlraum 108 zumindest
15 teilweise zugesetzt hat. Das nicht in den Figuren gezeigte Kühlmedium, vorzugsweise das Kühlwasser, kann in diesem zugesetzten Bereich nicht mehr fließen.

Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausschnittes einer gebogenen Kühleinrichtung 100, wobei die Kühleinrichtung 100 vor dem Biegen erfindungsgemäß mit
20 einem kryogenen Medium 110 befüllt worden war. Das kryogene Medium 110 ist erstarrt und hält den Hohlraum 108 beim Biegen auch in dem gebogenen Bereich offen. Der Biegeradius 114 liegt dabei im Bereich von 100 mm bis 5 mm.

Figur 6 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausschnittes der gebogenen
25 Kühleinrichtung 100 aus Figur 5. In Figur 6 ist das kryogene Medium 110 entfernt. Der Hohlraum 108 ist auch im gebogenen Bereich offen. Der Biegeradius 114 liegt dabei im Bereich von 100 mm bis 5 mm.

Figur 7 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausschnittes der gebogenen
30 Kühleinrichtung 100 aus Figur 6. Zusätzlich zu Figur 6 ist in Figur 7 die einem Strahlengang in der mikrolithographischen Projektionsbelichtungsanlage zugewandte Seite des dickeren Blechs 104 mit einer Riffelung 112 versehen.

Figur 8 zeigt das Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Kühleinrichtung 100.

Im ersten Schritt S1 erfolgt das Bereitstellen der mindestens einen Hohlraum 108 aufweisenden, im Wesentlichen ungebogenen, Kühleinrichtung 100. Der mindestens eine Hohlraum 108 wurde durch Hydroformen hergestellt. Diese ungebogene Kühleinrichtung 100 ist in den Figuren 1, 2 und 3 dargestellt, die in der Beschreibungseinleitung näher beschrieben wurden.

Im zweiten Schritt S2 wird der mindestens eine Hohlraum 108 mit einem flüssigen, kryogenen Medium 110, zumindest in einem zu biegenden Bereich der Kühleinrichtung 100, befüllt.

Im dritten Schritt S3 wird die Kühleinrichtung 100 derart herabgekühlt, dass das sich im Hohlraum 108 befindliche, kryogene Medium 110 unter seine Schmelztemperatur abkühlt und hierbei zumindest teilweise erstarrt. Das kryogene Medium 110 ist ein Gemisch aus Wasser und mindestens einer aktiven Komponente und/oder eine Lösung mindestens einer aktiven Komponente in Wasser, wobei die aktive Komponente mindestens ein Tensid, insbesondere Sekundäralkoholethoxylat, und/oder mindestens ein Salz, insbesondere Kaliumphosphat, Natriumsilikat oder Natriumsalz aufweist. Das Herabkühlen der Kühleinrichtung 100 erfolgt durch Eintauchen in verflüssigtes Gas, insbesondere in Flüssigstickstoff.

Im vierten Schritt S4 wird die Kühleinrichtung 100 gebogen. Das zumindest teilweise erstarrte kryogene Medium 110 verhindert ein Verschließen des Hohlraumes 108 beim Biegen. Beim Biegen wird ein Biegeradius 114 von weniger als 100 mm, vorzugsweise weniger als 50 mm, eingehalten. Siehe hierzu die Figur 5.

Im fünften Schritt S5 wird die mit dem zumindest teilweise erstarrten kryogenen Medium 110 befüllte, gebogene Kühleinrichtung 100 derart erwärmt, daß sich das kryogene Medium 110 wieder verflüssigt und das verflüssigte kryogene Medium 100 zumindest nahezu rückstandsfrei aus dem mindestens einen Hohlraum 108 entfernt werden kann. Das Endergebnis zeigen die Figuren 6 und 7.

Gemäß Figur 9 weist eine Beleuchtungseinrichtung in einer für EUV ausgelegten mikrolithographischen Projektionsbelichtungsanlage 300 einen Feldfacettenspiegel 303 und einen Pupillenfacettenspiegel 304 auf. Auf den Feldfacettenspiegel 303 wird das Licht einer Lichtquelleneinheit, welche eine Plasmalichtquelle 301 und einen Kollektorspiegel 302

umfasst, gelenkt. Im Lichtweg nach dem Pupillenfacettenspiegel 304 sind ein erster Teleskopspiegel 305 und ein zweiter Teleskopspiegel 306 angeordnet. Im Lichtweg nachfolgend ist ein Grazing- incidence Spiegel 307 angeordnet, der die auf ihn treffende Strahlung auf ein Objektfeld in der Objektebene eines sechs Spiegel 351-356 umfassenden Projektionsobjektivs lenkt. Am Ort des Objektfeldes ist eine reflektierende strukturtragende Maske 321 auf einem Maskentisch 320 angeordnet, die mit Hilfe des Projektionsobjektivs in eine Bildebene abgebildet wird, in welcher sich ein mit einer lichtempfindlichen Schicht (Photoresist) beschichtetes Substrat 361 auf einem Wafertisch 360 befindet. Grob schematisch sind der Kraftrahmen 380, der im Wesentlichen die Spiegel des Projektionsobjektives trägt, und der Sensorrahmen 370, der im Wesentlichen als Referenz für die Position der Spiegel des Projektionsobjektives dient, dargestellt. Exemplarisch sind einige gebogene Pillow Plates 100, die im Wesentlichen den EUV-Strahlengang umschließen, dargestellt. Die Biegung der Pillow Plates 100 ist aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Figur 9 nicht dargestellt.

Fig. 10 zeigt eine schematische Ansicht einer DUV-Projektionsbelichtungsanlage 400, welche eine Strahlformungs- und Beleuchtungseinrichtung 402 und ein Projektionsobjektiv 404 umfasst. Dabei steht DUV für „tiefes Ultraviolett“ (Engl.: deep ultraviolet, DUV) und bezeichnet eine Wellenlänge des Arbeitslichts zwischen 30 und 250 nm.

Die DUV- Projektionsbelichtungsanlage 400 weist eine DUV-Lichtquelle 406 auf. Als DUV-Lichtquelle 406 kann beispielsweise ein ArF-Excimerlaser vorgesehen sein, welcher Strahlung 408 im DUV-Bereich bei beispielsweise 193 nm emittiert.

Die in Fig. 10 dargestellte Strahlformungs- und Beleuchtungseinrichtung 402 leitet die DUV-Strahlung 408 auf eine Photomaske 420. Die Photomaske 420 ist als transmissives optisches Element ausgebildet und kann außerhalb der Strahlformungs- und Beleuchtungseinrichtung 402 und des Projektionsobjektivs 404 angeordnet sein. Die Photomaske 420 weist eine Struktur auf, welche mittels des Projektionsobjektives 404 verkleinert auf einen Wafer 424 oder dergleichen abgebildet wird.

Das Projektionsobjektiv 404 weist mehrere Linsen 428, 440 und/oder Spiegel 430 zur Abbildung der Photomaske 420 auf den Wafer 424 auf. Dabei können einzelne Linsen 428,440 und/oder Spiegel 430 des Projektionsobjektivs 404 symmetrisch zur optischen Achse 426 des Projektionsobjektivs 404 angeordnet sein. Es sollte beachtet werden, dass die Anzahl der Linsen und Spiegel der DUV- Projektionsbelichtungsanlage 400 nicht auf die dargestellte

Anzahl beschränkt ist. Es können auch mehr oder weniger Linsen und/oder Spiegel vorgesehen sein. Des Weiteren sind die Spiegel in der Regel an ihrer Vorderseite zur Strahlformung gekrümmt.

- 5 Ein Luftspalt zwischen der letzten Linse 440 und dem Wafer 424 kann durch ein flüssiges Medium 432 ersetzt sein, welches einen Brechungsindex > 1 aufweist. Das flüssige Medium 432 kann beispielsweise hochreines Wasser sein. Ein solcher Aufbau wird auch als Immersionslithographie bezeichnet und weist eine erhöhte photolithographische Auflösung auf.

10

Wenn die Erfindung auch anhand spezieller Ausführungsformen beschrieben wurde, erschließen sich für den Fachmann zahlreiche Variationen und alternative Ausführungsformen, z.B. durch Kombination und/oder Austausch von Merkmalen einzelner Ausführungsformen. Dementsprechend versteht es sich für den Fachmann, dass derartige

- 15 Variationen und alternative Ausführungsformen von der vorliegenden Erfindung mit umfasst sind, und die Reichweite der Erfindung nur im Sinne der beigefügten Patentansprüche und deren Äquivalente beschränkt ist.

Bezugszeichenliste

- 100 insbesondere plattenförmige Kühleinrichtung (=Pillow Plate)
- 102 dünneres Blech
- 5 104 dickeres Blech
- 106 Schweißnaht
- 107 Barriere
- 108 Hohlraum(=Kühlkanal)
- 110 kryogenes Medium
- 10 112 Riffelung
- 114 Biegeradius
- 300 EUV-Projektionsbelichtungsanlage (=EUV-System)
- 301 bis 360 Teile der EUV-Projektionsbelichtungsanlage
- 370 Sensorrahmen
- 15 380 Kraftrahmen
- 400 DUV-Projektionsbelichtungsanlage (=DUV-System)
- 402 bis 440 Teile der DUV-Projektionsbelichtungsanlage

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Biegen einer Kühleinrichtung für mikrolithographische Projektionsbelichtungsanlagen mit den Schritten:
 - 5 -Bereitstellen der mindestens einen Hohlraum (108) aufweisenden, insbesondere ungebogenen, Kühleinrichtung (100);
 - Befüllen des mindestens einen Hohlraums (108) mit einem flüssigen kryogenen Medium (110) zumindest in einem zu biegenden Bereich der Kühleinrichtung (100);
 - Herabkühlen der Kühleinrichtung (100) derart, dass das sich im Hohlraum (108) befindliche
10 Medium (110) unter seine Schmelztemperatur abkühlt und hierbei zumindest teilweise erstarrt;
 - Biegen der Kühleinrichtung (100) derart, dass das zumindest teilweise erstarrte Medium (110) ein Verschließen des Hohlraumes (108) beim Biegen verhindert.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der mindestens eine Hohlraum (108) durch Hydroformen hergestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei beim Biegen ein Biegeradius (114) von weniger als etwa 100 mm, vorzugsweise von weniger als etwa 50 mm, eingehalten wird.
20
4. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei das Medium (110) ein Gemisch aus Wasser und mindestens einer aktiven Komponente und/oder eine Lösung mindestens einer aktiven Komponente in Wasser aufweist, wobei die aktive Komponente mindestens ein Tensid, insbesondere Sekundäralkoholethoxylat, und/oder mindestens ein Salz, insbesondere
25 Kaliumphosphat, Natriumsilikat oder Natriumsalz aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei das Herabkühlen der Kühleinrichtung (100) durch Eintauchen in verflüssigtes Gas, insbesondere in Flüssigstickstoff, erfolgt.
- 30 6. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, wobei nach dem Schritt des Biegens die mit dem zumindest teilweise erstarrten Medium (110) befüllte Kühleinrichtung (100) derart erwärmt wird, daß das Medium (110) sich wieder verflüssigt und das verflüssigte Medium (110) zumindest nahezu rückstandsfrei aus dem mindestens einen Hohlraum (108) entfernt wird.

7. Gebogene, mindestens einen Hohlraum (108) aufweisende Kühleinrichtung (100), hergestellt nach dem Verfahren nach Anspruch 6.
- 5 8. Kühleinrichtung nach Anspruch 7, wobei die Kühleinrichtung (100) zwei oder mehr Hohlräume (108), die untereinander in Verbindung stehen, aufweist.
9. Kühleinrichtung nach Anspruch 7 oder 8, wobei der mindestens eine Hohlraum (108) durch zwei miteinander verschweißte Bleche, insbesondere durch ein dünneres Blech (102) und ein
10 dickeres Blech (104) gebildet wird.
10. Kühleinrichtung nach Anspruch 9, wobei die einem Strahlengang in der mikrolithographischen Projektionsbelichtungsanlage zugewandte Seite eines der Bleche, insbesondere des dickeren Blechs (104), eine Riffelung (112) aufweist.
- 15 11. Kühleinrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei der Biegeradius (114) kleiner als etwa 100 mm, vorzugsweise kleiner als etwa 50 mm, ist.
12. Kühleinrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei die Kühleinrichtung (100) zur
20 Kühlung und/oder thermischen Abschirmung von Komponenten im und/oder um einen Strahlengang in der mikrolithographischen Projektionsbelichtungsanlage (300, 400) angeordnet ist.
13. Mikrolithographische Projektionsbelichtungsanlage für den DUV-Bereich (400) oder für
25 den EUV-Bereich (300), aufweisend mindestens eine gebogene, insbesondere hydrogeformte, Kühleinrichtung (100) nach einem der Ansprüche 7 bis 12.

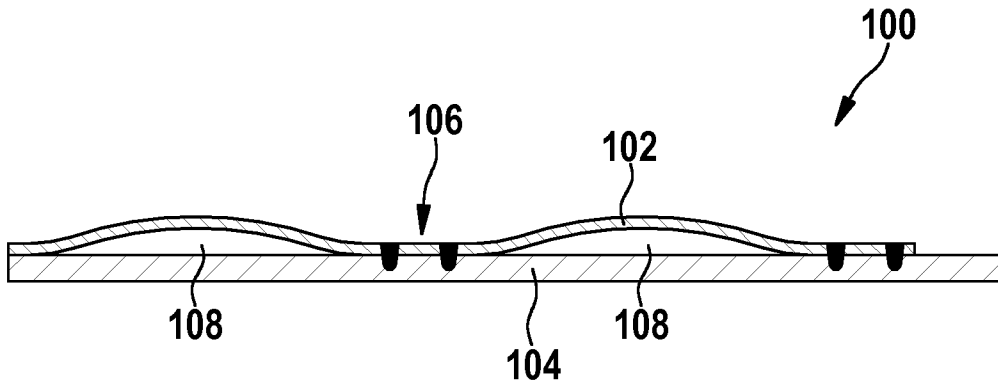


Fig. 1

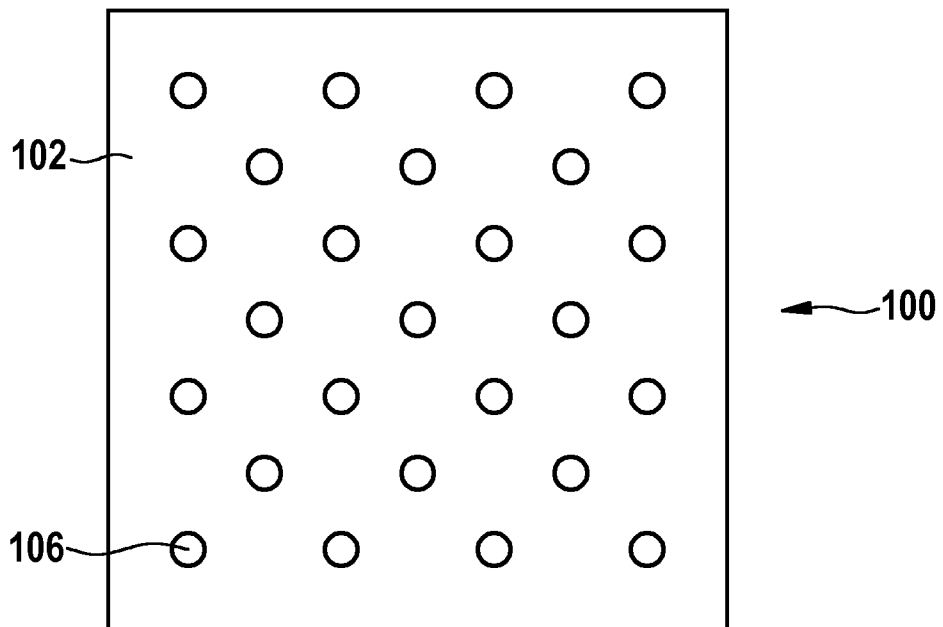


Fig. 2

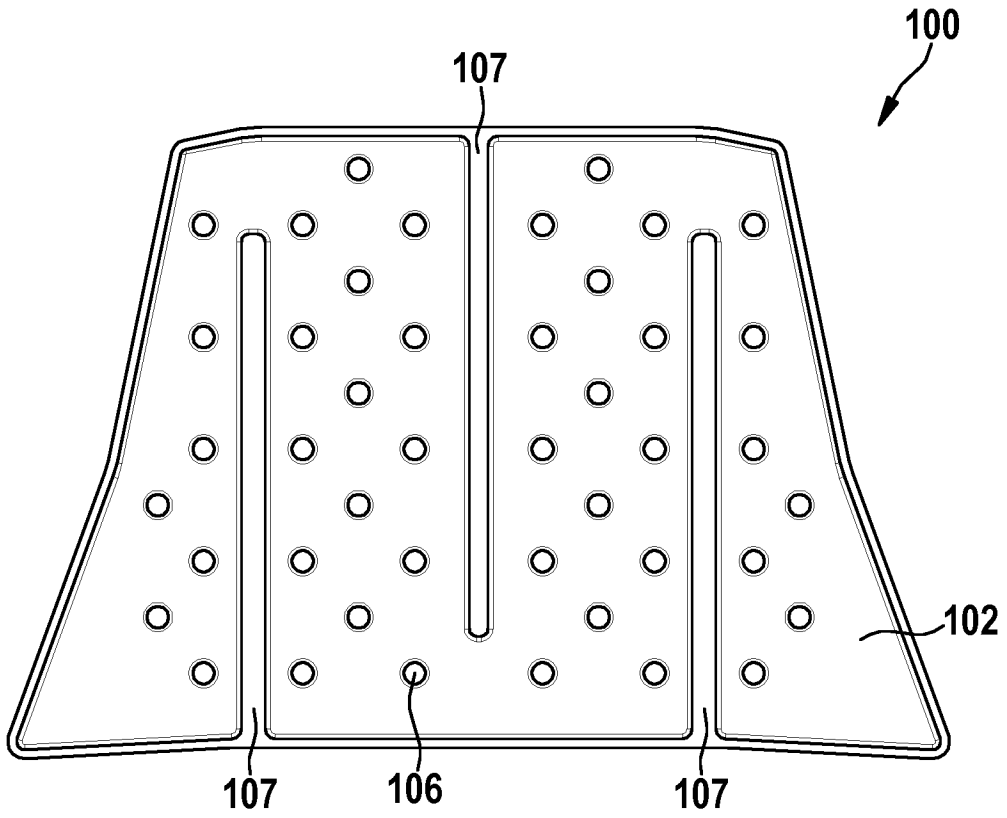


Fig. 3

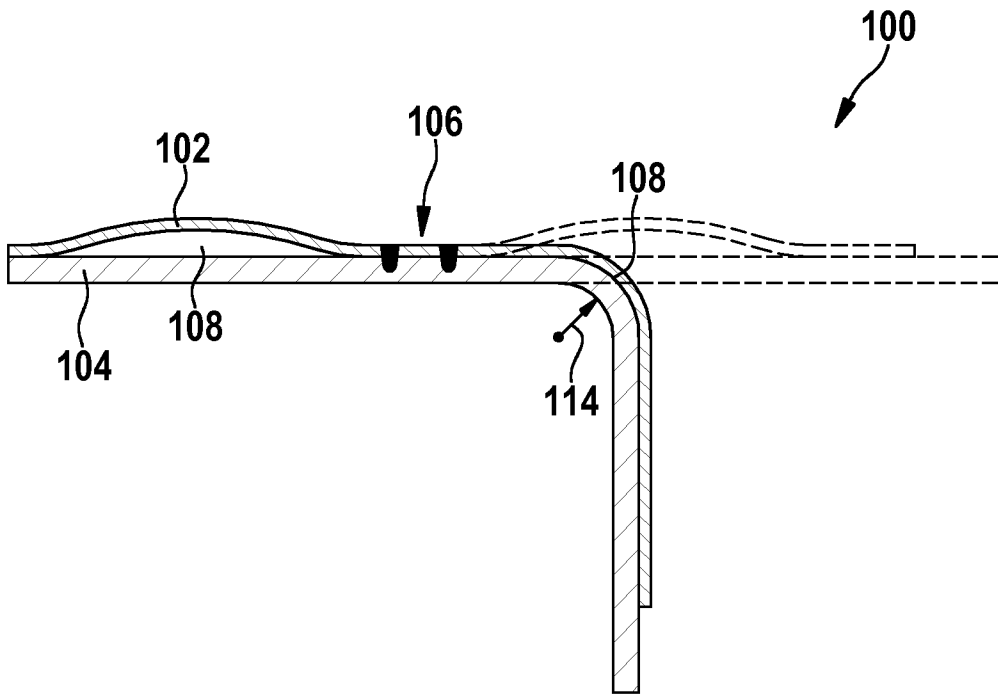


Fig. 4

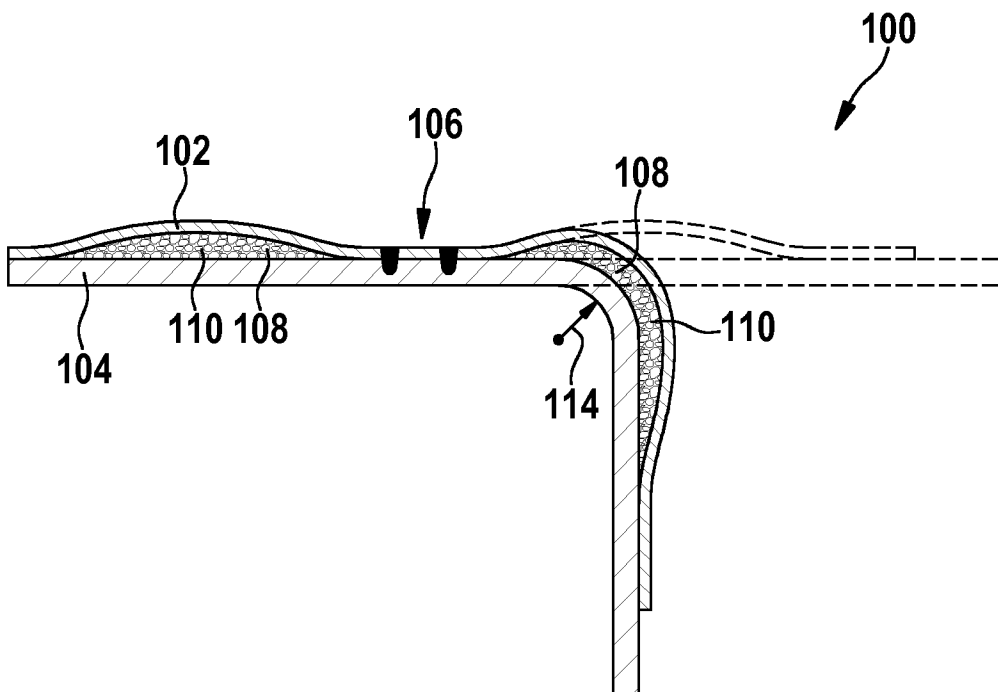


Fig. 5

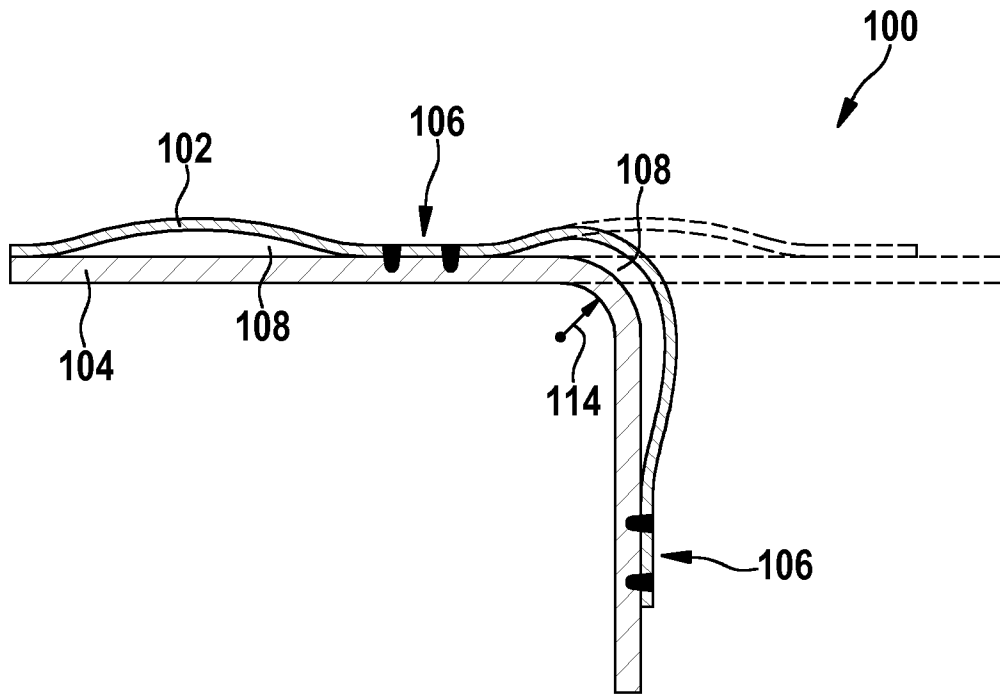


Fig. 6

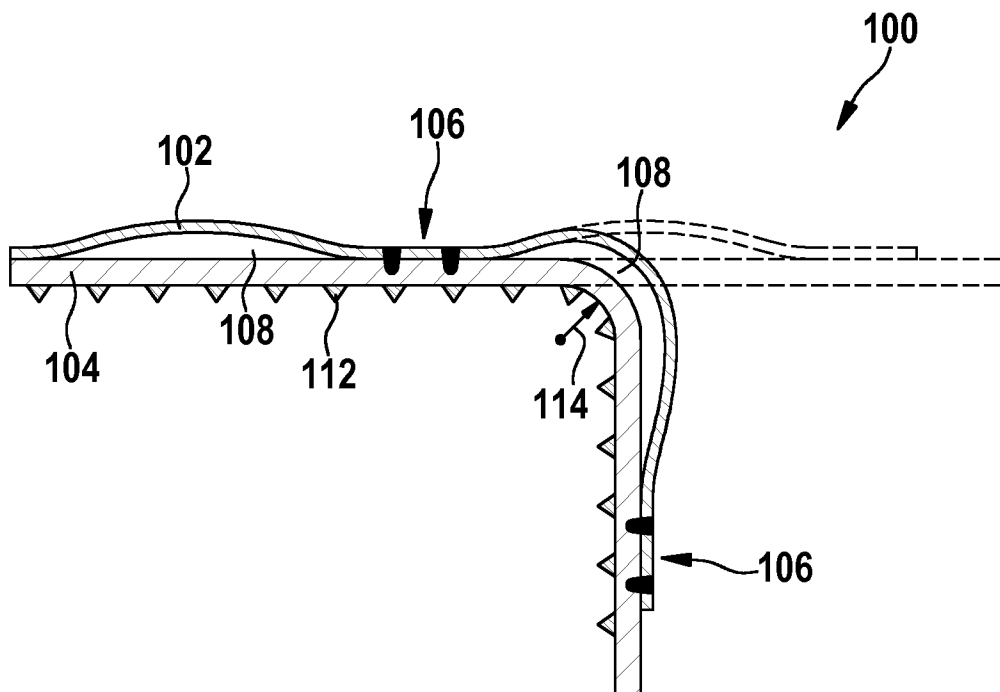


Fig. 7

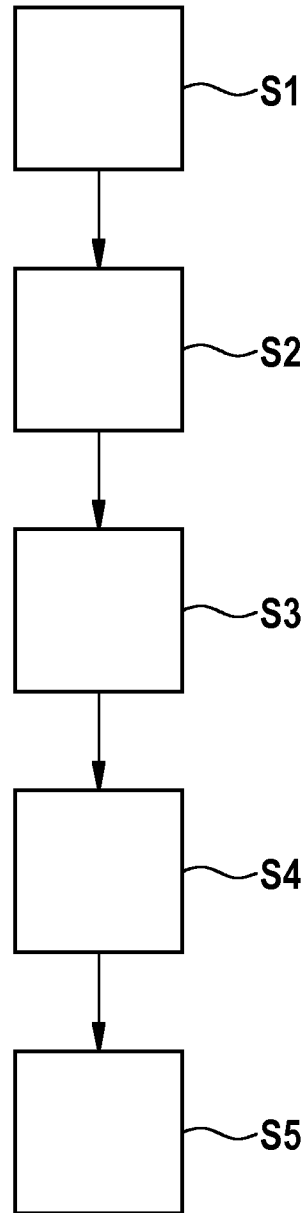


Fig. 8

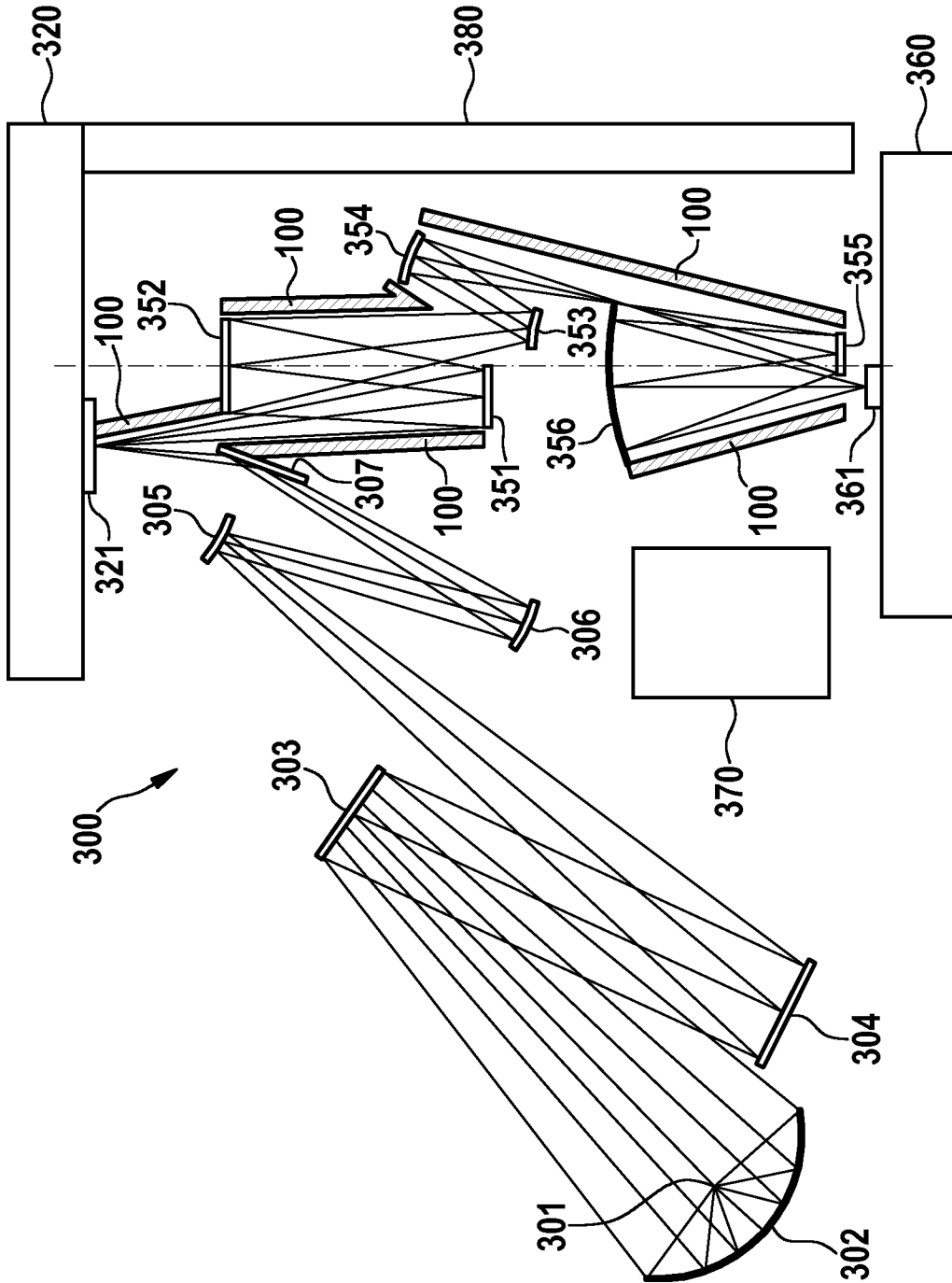


Fig. 9

7/7

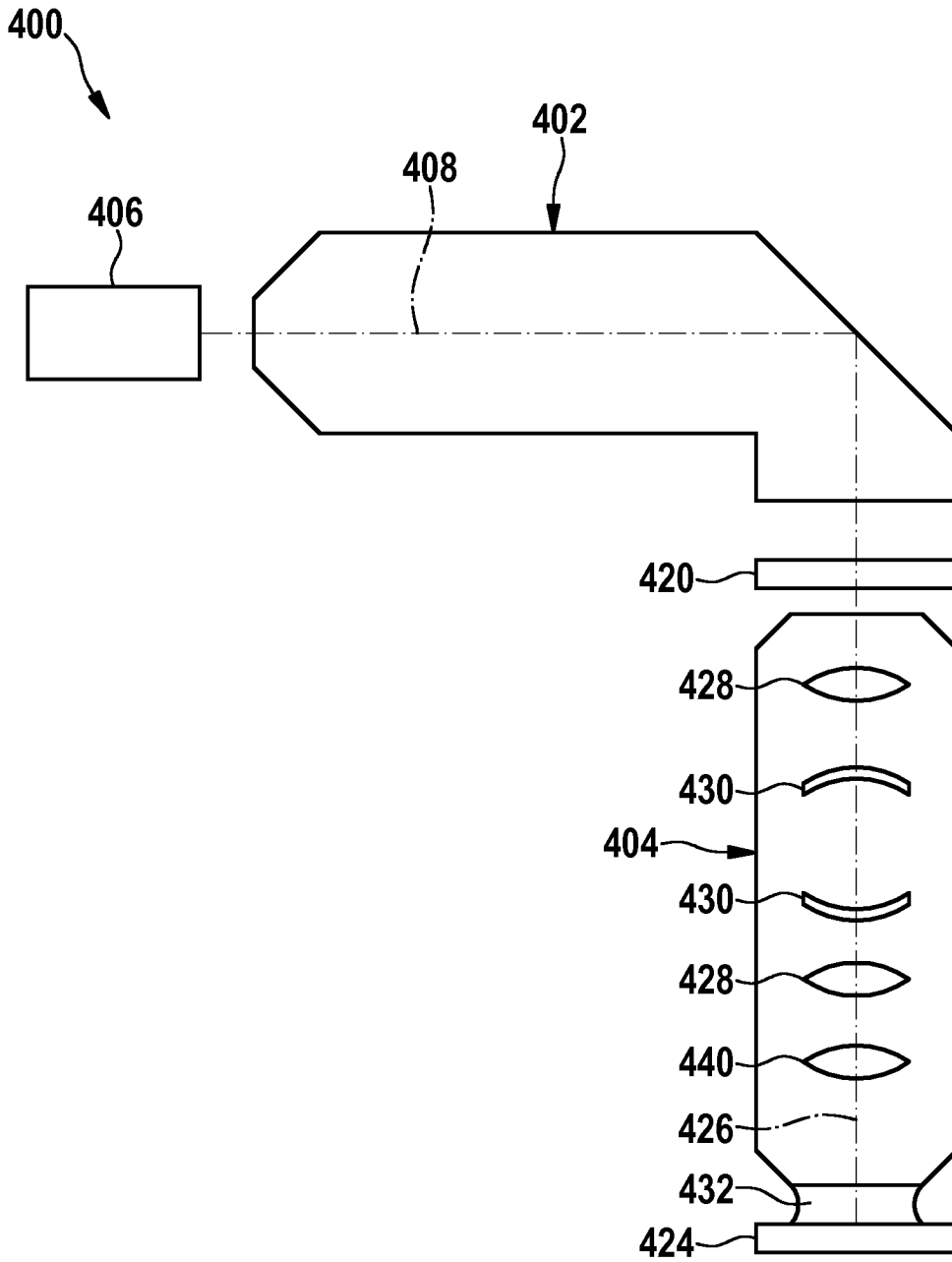


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/069415

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G03F 7/20</i> (2006.01); <i>B21D 9/15</i> (2006.01); <i>B21D 26/00</i> (2006.01); <i>F28D 15/00</i> (2006.01);		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G03F; F28F; B21D; F28D		
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.
Y A	EP 1469578 A2 (ASML HOLDING NV [NL]) 20 October 2004 (2004-10-20) abstract figure 1 paragraphs [0001], [0015]	1,3-8,11-13 2,9,10
Y A	CN 107716665 A (XUZHOU XINNANHU TECH CO LTD) 23 February 2018 (2018-02-23) abstract figure 1 paragraphs [0002], [0017] - [0019], [0050] - [0052]	1,3-8,11-13 2,9,10
A	DE 3218662 A1 (LEYBOLD HERAEUS GMBH & CO KG [DE]) 24 November 1983 (1983-11-24) the whole document	1-13
A	DE 1751146 A1 (NAT RES DEV) 10 February 1972 (1972-02-10) the whole document	1-13
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 09 October 2019		Date of mailing of the international search report 22 October 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Andersen, Ole Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/069415

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102009045193 A1 (ZEISS CARL SMT GMBH [DE]) 14 April 2011 (2011-04-14) abstract figures 1a,1b paragraphs [0001], [0037] - [0043]	1-13
A	PIPER M ET AL. "Numerical investigation of turbulent forced convection heat transfer in pillow plates" <i>INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND MASS TRANSFER, PERGAMON PRESS, GB</i> , Vol. 94, 17 December 2015 (2015-12-17), pages 516-527 DOI: 10.1016/J.IJHEATMASSTRANSFER.2015.11.014 ISSN: 0017-9310, XP029362663 the whole document	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/069415

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP	1469578	A2	20 October 2004	CN 1540839 A	27 October 2004
				EP 1469578 A2	20 October 2004
				JP 4142610 B2	03 September 2008
				JP 2004320998 A	11 November 2004
				KR 20040090930 A	27 October 2004
				SG 110090 A1	28 April 2005
				TW 200503388 A	16 January 2005
				US 2004207273 A1	21 October 2004
				US 2005231048 A1	20 October 2005

CN	107716665	A	23 February 2018	NONE	

DE	3218662	A1	24 November 1983	NONE	

DE	1751146	A1	10 February 1972	DE 1751146 A1	10 February 1972
				FR 1560123 A	14 March 1969
				GB 1236014 A	16 June 1971
				SE 338785 B	20 September 1971
				US 3498372 A	03 March 1970

DE	102009045193	A1	14 April 2011	CN 102576141 A	11 July 2012
				DE 102009045193 A1	14 April 2011
				JP 5530525 B2	25 June 2014
				JP 2013506279 A	21 February 2013
				KR 20120076360 A	09 July 2012
				TW 201140252 A	16 November 2011
				US 2012154772 A1	21 June 2012
				US 2015346612 A1	03 December 2015
				WO 2011039093 A1	07 April 2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/069415

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G03F7/20 B21D9/15 B21D26/00 F28D15/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G03F F28F B21D F28D

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.
Y A	EP 1 469 578 A2 (ASML HOLDING NV [NL]) 20. Oktober 2004 (2004-10-20) Zusammenfassung Abbildung 1 Absätze [0001], [0015] -----	1,3-8, 11-13 2,9,10
Y A	CN 107 716 665 A (XUZHOU XINNANHU TECH CO LTD) 23. Februar 2018 (2018-02-23) Zusammenfassung Abbildung 1 Absätze [0002], [0017] - [0019], [0050] - [0052] -----	1,3-8, 11-13 2,9,10
A	DE 32 18 662 A1 (LEYBOLD HERAEUS GMBH & CO KG [DE]) 24. November 1983 (1983-11-24) das ganze Dokument ----- -/--	1-13

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
9. Oktober 2019	22/10/2019

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 Andersen, Ole
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 17 51 146 A1 (NAT RES DEV) 10. Februar 1972 (1972-02-10) das ganze Dokument	1-13
A	----- DE 10 2009 045193 A1 (ZEISS CARL SMT GMBH [DE]) 14. April 2011 (2011-04-14) Zusammenfassung Abbildungen 1a,1b Absätze [0001], [0037] - [0043]	1-13
A	----- PIPER M ET AL: "Numerical investigation of turbulent forced convection heat transfer in pillow plates", INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND MASS TRANSFER, PERGAMON PRESS, GB, Bd. 94, 17. Dezember 2015 (2015-12-17), Seiten 516-527, XP029362663, ISSN: 0017-9310, DOI: 10.1016/J.IJHEATMASSTRANSFER.2015.11.014 das ganze Dokument	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/069415

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1469578	A2	20-10-2004	
		CN 1540839 A	27-10-2004
		EP 1469578 A2	20-10-2004
		JP 4142610 B2	03-09-2008
		JP 2004320998 A	11-11-2004
		KR 20040090930 A	27-10-2004
		SG 110090 A1	28-04-2005
		TW 200503388 A	16-01-2005
		US 2004207273 A1	21-10-2004
		US 2005231048 A1	20-10-2005

CN 107716665	A	23-02-2018	KEINE

DE 3218662	A1	24-11-1983	KEINE

DE 1751146	A1	10-02-1972	
		DE 1751146 A1	10-02-1972
		FR 1560123 A	14-03-1969
		GB 1236014 A	16-06-1971
		SE 338785 B	20-09-1971
		US 3498372 A	03-03-1970

DE 102009045193	A1	14-04-2011	
		CN 102576141 A	11-07-2012
		DE 102009045193 A1	14-04-2011
		JP 5530525 B2	25-06-2014
		JP 2013506279 A	21-02-2013
		KR 20120076360 A	09-07-2012
		TW 201140252 A	16-11-2011
		US 2012154772 A1	21-06-2012
		US 2015346612 A1	03-12-2015
		WO 2011039093 A1	07-04-2011
