(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
30. Januar 2014 (30.01.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/016178 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 21/67 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/065082

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Juli 2013 (17.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 106 667.1 23. Juli 2012 (23.07.2012) DE

(71) Anmelder: **HERAEUS NOBLELIGHT GMBH** [DE/DE]; Heraeusstrasse 12-14, 63450 Hanau (DE).

(72) Erfinder: **LINOW, Sven**; Jahnstrasse 129, 64285 Darmstadt (DE). **RIEWEL, Larisa**; Kranichweg 4, 63814 Mainaschaff (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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)*

(54) **Title**: DEVICE FOR IRRADIATING A SUBSTRATE

(54) **Bezeichnung** : VORRICHTUNG ZUR BESTRAHLUNG EINES SUBSTRATS

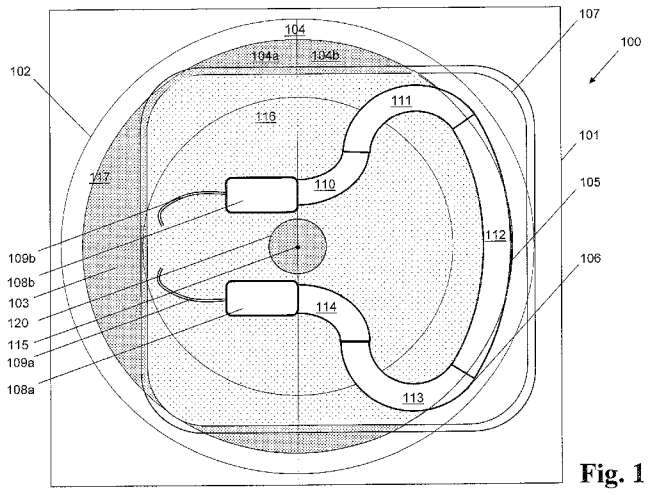

Fig. 1

(57) **Abstract**: Known devices for irradiating a substrate have a housing, a receptacle with a circular irradiation surface inside the housing for the substrate to be irradiated, and a first radiator for generating optical radiation, with a first radiator tube having a radiator tube end and arranged in a plane of curvature running parallel to the irradiation surface, wherein the receptacle and the first radiator are movable relative to one another. In these devices, the irradiation surface comprises a first semicircular sub-surface and a second semicircular sub-surface. In order to specify a device for irradiating a substrate proceeding from this point that allows a rotationally symmetrical, homogeneous temperature distribution of the substrate and in addition requires low design effort and control technology expense, according to the invention the first radiator tube has a bent illumination longitudinal section, which runs with a mirror-symmetric oval basic shape in the plane of curvature, wherein the first illumination longitudinal section is associated substantially with one of the semicircular sub-surfaces.

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/016178 A1

Bekannte Vorrichtungen zur Bestrahlung eines Substrats weisen ein Gehäuse, sowie innerhalb des Gehäuses eine Aufnahme für das zu bestrahlende Substrat mit einer kreisrunden Bestrahlungsfläche und einen ersten Strahler für die Erzeugung optischer Strahlung mit einem in einer parallel zur Bestrahlungsfläche verlaufenden Krümmungsebene angeordneten, ersten Strahlerrohr mit einem Strahlerrohr-Ende auf, wobei die Aufnahme und der erste Strahler relativ zueinander bewegbar sind. Bei diesen Vorrichtungen umfasst die Bestrahlungsfläche eine erste halbkreisförmige Teilfläche und eine zweite halbkreisförmige Teilfläche. Um hiervon ausgehend eine Vorrichtung zur Bestrahlung eines Substrats anzugeben, die eine rotationssymmetrisch-homogene Temperaturverteilung des Substrats ermöglicht, und die darüber hinaus einen geringen konstruktiven und steuerungstechnischen Aufwand erfordert, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass das erste Strahlerrohr einen gebogenen Beleuchtungs-Längenabschnitt hat, welcher in der Krümmungsebene mit spiegelsymmetrisch-ovaler Grundform verläuft, wobei der erste Beleuchtungs-Längenabschnitt im Wesentlichen einer der halbkreisförmigen Teilflächen zugeordnet ist.

Vorrichtung zur Bestrahlung eines Substrats

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestrahlung eines Substrats, aufweisend ein Gehäuse, sowie innerhalb des Gehäuses eine Aufnahme für das zu bestrahlende Substrat mit einer kreisrunden, eine erste halbkreisförmige Teilfläche und eine zweite halbkreisförmige Teilfläche umfassenden Bestrahlungsfläche, einen ersten Strahler für die Erzeugung optischer Strahlung mit einem in einer parallel zur Bestrahlungsfläche verlaufenden Krümmungsebene angeordneten, ersten Strahlerrohr mit einem Strahlerrohr-Ende, durch das eine Stromversorgung geführt ist, wobei die Aufnahme und der erste Strahler relativ zueinander bewegbar sind.

Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bestrahlung eines Substrates.

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung einen Strahler für die Erzeugung optischer Strahlung, aufweisend ein in einer Krümmungsebene gebogenes Strahlerrohr mit einem Strahlerrohr-Ende, durch das eine Stromversorgung geführt ist, wobei das Strahlerrohr mehrere gebogene Krümmungsabschnitte mit jeweils einem Krümmungsradius umfasst.

Derartige Vorrichtungen beziehungsweise Strahler werden beispielsweise zum Trocknen von Farben und Lacken, zum Aushärten von Beschichtungen, zum Erwärmen von Lebensmittelprodukten oder für die Bearbeitung von Halbleiterscheiben eingesetzt.

Stand der Technik

Bekannte Vorrichtungen zur Bestrahlung und/oder thermischen Behandlung eines Substrats bestehen aus einer Prozesskammer, innerhalb der eine Aufnahme für das zu bestrahlende Substrat und mindestens ein optischer Strahler, beispielsweise ein Infrarotstrahler, angeordnet sind. Für das Prozessergebnis sind in der

Regel eine gleichmäßig Bestrahlung der Substratoberfläche oder eine homogene Temperaturverteilung innerhalb des Substrates von Bedeutung. Eine gleichmäßige Bestrahlung der Substratoberfläche ist daher grundsätzlich wünschenswert, wenn so bereits eine homogene Temperaturverteilung erreicht werden kann. Prozessbedingt oder geometriebedingt, z.B. aufgrund von Verdampfung von Lösemitteln, Abschattung radialer Zonen, Prozessgas-Strömung kann die homogene Temperaturverteilung innerhalb des Substrates jedoch auch durch eine radial inhomogene Bestrahlung des Substrates erreicht werden.

Ein Bestrahlungsvorrichtung der eingangs genannten Gattung ist beispielsweise aus der DE 100 51 125 A1 bekannt. Die darin offenbarte Schnellheizanlage für Halbleiterwafer weist eine drehbar gelagerte Aufnahme für ein Substrat mit einer kreisförmigen Bestrahlungsfläche sowie mehrere Infrarotstrahler mit einem linearen, zylindrisch-gestreckten Strahlerrohr aus Quarzglas auf. Um eine gleichmäßige Strahlungsverteilung insbesondere bei einem rotierenden Substrat zu gewährleisten, sind bei der Schnellheizanlage mehrere optische Strahler parallel nebeneinander angeordnet; sie bilden in ihrer Gesamtheit einen Flächenstrahler. Um darüber hinaus eine allseitig homogene Bestrahlung des Substrates zu gewährleisten, sind die Infrarotstrahler in zwei Bestrahlungsebenen, nämlich oberhalb und unterhalb der Bestrahlungsfläche, angeordnet.

Bedingt durch die flächenhafte Aneinanderreihung der Infrarotstrahler sind bezogen auf die zu bestrahlende Fläche in der Bestrahlungsvorrichtung eine Vielzahl von Infrarotstrahlern vorgesehen. Die Bestrahlungsvorrichtung weist darüber hinaus eine hohe Strahlungsleistung pro Flächeneinheit auf. Um eine homogene Verteilung der Heizleistung zu erzielen, muss die Heizleistung der Infrarotstrahler aufeinander abgestimmt sein. Dies gilt insbesondere für die Randbereiche der Bestrahlungsfläche. Eine Bestrahlungsvorrichtung mit einer flächenhaften Aneinanderreihung von linear-gestreckten Infrarotstrahlern ist daher sowohl konstruktiv als auch steuerungstechnisch aufwendig.

Darüber hinaus sind neben Strahlern mit einem linearen, zylindrisch-gestreckten Strahlerrohr aus dem Stand der Technik auch Strahler mit einem kreisförmig gekrümmten Strahlerrohr bekannt. So lehrt die DE 88 02 042 U1 eine Infrarotstrah-

lungsquelle mit mehrfach in einer Ebene gekrümmtem Strahlerrohr mit kreisförmiger Grundformt. Der Rundstrahler ist beispielsweise zur Erwärmung von Kochfeldern, oder zum Heizen von Rohroberflächen geeignet.

Aus der JP 63 - 222 430 A ist eine Vorrichtung zur Bestrahlung von Wafern bekannt, bei der parallel zu einer Bestrahlungsebene mehrere Strahler mit einem halbkreisförmigen Strahlerrohr paarweise derart angeordnet sind, dass sie um einen Mittelpunkt der Bestrahlungsebene in konzentrischen Kreisen verlaufen.

DE 18 15 946 A lehrt eine Leuchtstoffröhre mit einem Strahlerrohr, das einen in einer Krümmungsebene oval gebogenen Beleuchtungs-Längenabschnitt aufweist.

Technische Aufgabe

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Bestrahlung eines Substrats anzugeben, die eine rotationssymmetrisch-homogene Temperaturverteilung des Substrats bei möglichst geringem konstruktivem und steuerungstechnischem Aufwand ermöglicht.

Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine geeignete Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung anzugeben.

Schließlich liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Strahler für die Erzeugung optischer Strahlung anzugeben, der bezogen auf eine halbkreisförmige Bestrahlungsfläche eine im Wesentlichen konstante Bestrahlungsintensität oder Temperaturverteilung ermöglicht und der darüber hinaus einfach und kostengünstig zu fertigen ist.

Allgemeine Beschreibung der Erfindung

Hinsichtlich der Vorrichtung wird diese Aufgabe ausgehend von einer Vorrichtung zur Bestrahlung eines Substrates der eingangs genannten Gattung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das erste Strahlerrohr einen gebogenen Beleuchtungs-Längenabschnitt hat, welcher in der Krümmungsebene mit spiegelsymmet-

risch-ovaler Grundform verläuft, wobei der erste Beleuchtungs-Längenabschnitt einer der halbkreisförmigen Teilflächen zugeordnet ist.

Bei der erfindungsgemäßen Bestrahlungsvorrichtung ist innerhalb des Gehäuses neben einer Aufnahme für das zu bestrahlende Substrat ein erster Strahler für die Erzeugung optischer Strahlung vorgesehen. Dadurch, dass die Aufnahme und der Strahler relativ zueinander bewegbar sind, wird von dem ersten Strahler eine kreisförmige Bestrahlungsfläche bestrahlt. Die Aufnahme und/oder der erste Strahler sind zu diesem Zweck um eine Drehachse drehbar. Optische Strahler im Sinne der Erfindung sind beispielsweise Infrarotstrahler, UV-Strahler oder Strahler zur Emission von sichtbarem Licht. Die Vorrichtung kann einen oder mehrere Strahler umfassen.

Eine homogene Bestrahlung der Bestrahlungsfläche wird erreicht, wenn pro Zeiteinheit auf jede Oberflächeneinheit der Bestrahlungsfläche eine möglichst gleichmäßige Bestrahlungsintensität auftrifft. Dadurch, dass Aufnahme und erster Strahler relativ zueinander bewegbar sind, wird durch die Rotationsbewegung zwar grundsätzlich eine homogene Bestrahlung der auf einer gemeinsamen Kreisbahn liegenden Punkte des Substrates erreicht. Allerdings nimmt mit zunehmender radialer Entfernung von der Drehachse auch die während einer Zeiteinheit überstrichene Länge der Kreisbahnen zu, so dass, um eine homogene Bestrahlung zu erreichen, die zu bestrahlende Oberfläche in Abhängigkeit von ihrem radialen Abstand zur Drehachse unterschiedlichen Bestrahlungsintensitäten ausgesetzt werden muss. Die von der Drehachse weiter entfernten Bereiche der Bestrahlungsfläche müssen daher mit höheren Bestrahlungsintensitäten bestrahlt werden.

Um eine rotationssymmetrisch-homogene Bestrahlung oder Temperaturverteilung zu gewährleisten ist gemäß der Erfindung ein erster Strahler mit einem ersten Strahlerrohr vorgesehen, das einen gebogenen Beleuchtungs-Längenabschnitt hat. Im Gegensatz zu einem Strahler mit einem linear-gestreckten Strahlerrohr wird durch die Biegung des Beleuchtungs-Längenabschnitts größerer effektiver Strahler-Längenabschnitt in einer vom Drehpunkt weiterentfernten Kreisbahn erreicht, so dass für die mit radialem Abstand zunehmende Bestrahlungsfläche auch eine höhere Bestrahlungsintensität bereitgestellt werden kann.

Unter dem Beleuchtungs-Längenabschnitt wird der Bereich des Strahlerrohres verstanden, innerhalb dessen nutzbare Strahlung erzeugt wird. Der Beleuchtungs-Längenabschnitt entspricht der Strahlerrohr-Länge oder ist kleiner als diese. Er weist gemäß der Erfindung eine spiegelsymmetrisch-ovale Grundform auf. Unter einer spiegelsymmetrisch-ovalen Grundform wird eine rundlich konvexe Form mit mindestens zwei unterschiedlichen Krümmungsabschnitten verstanden. Sie umfasst einen gekrümmten, ersten Bereich mit einem ersten Krümmungsradius und einen langgestreckten, zweiten Bereich mit einem zweiten Krümmungsradius, wobei der zweite Krümmungsradius größer als der erste Krümmungsradius ist. Aufgrund der unterschiedlichen Krümmungsradien weist der Beleuchtungs-Längenabschnitt eine gestauchte und gestreckte Form auf. Die Grundform kann geschlossen sein, vorzugsweise ist sie aber geöffnet.

Auch die Spiegelsymmetrie der Grundform trägt zu einer gleichmäßigen Bestrahlung der Bestrahlungsfläche bei. Aufgrund der spiegelsymmetrisch-ovalen Grundform kann eine homogene Bestrahlung der Bestrahlungsfläche erreicht werden, indem der langgestreckte Bereich des Strahlerrohrs zur Bestrahlung eines Anteils der Bestrahlungsfläche mit großer radialer Entfernung von der Drehachse, vorzugsweise eines Randbereichs der Bestrahlungsfläche, eingesetzt wird. Hierdurch wird eine an den radialen Abstand angepasste Bestrahlungsintensität ermöglicht. Durch Variation dieser Grundform kann eine homogene Temperaturverteilung auch für solche Fälle sichergestellt werden, in denen eine ungleichmäßige Bestrahlungsstärke benötigt wird. Besonders bevorzugt ist die Grundform für eine Erhöhung der Bestrahlungsstärke mit zunehmendem radialem Abstand vom Mittelpunkt der Bestrahlungsfläche geeignet.

Erfindungsgemäß ist darüber hinaus vorgesehen, dass der Beleuchtungs-Längenabschnitt einer der halbkreisförmigen Teilflächen der Bestrahlungsfläche zugeordnet ist. Durch eine solche Zuordnung ist es möglich, eine ausreichende Bestrahlung der Bestrahlungsfläche im Randbereich und im Bereich der Drehachse zu erreichen, beispielsweise, indem der langgestreckte Bereich der Beleuchtungslänge einer äußeren Zone der Bestrahlungsfläche und der verbleibende ge-

krümmte Bereich einem inneren, drehachsennahen Anteil der Bestrahlungsfläche zugeordnet ist.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, dass die Vorrichtung einen zweiten Strahler für die Erzeugung optischer Strahlung mit einem in der Krümmungsebene angeordneten, zweiten Strahlerrohr mit einem Strahlerrohr-Ende, durch das eine Stromversorgung geführt ist, umfasst, wobei das zweite Strahlerrohr einen gebogenen Beleuchtungs-Längenabschnitt hat, welcher in der Krümmungsebene mit spiegelsymmetrisch-ovaler Grundform verläuft, und dass die Beleuchtungs-Längenabschnitte des ersten und des zweiten optischen Strahlers zueinander punktsymmetrisch verlaufen.

Ein zweiter Strahler für die Erzeugung optischer Strahlung mit einem gebogenen Beleuchtungs-Längenabschnitt mit spiegelsymmetrisch-ovaler Grundform trägt zu einer gleichmäßigen, rotationssymmetrisch-homogenen Bestrahlung der Bestrahlungsfläche beziehungsweise des Substrats bei. Dadurch, dass sowohl der erste als auch der zweite Strahler in derselben Krümmungsebene angeordnet sind, ist ihr Abstand zur Bestrahlungsfläche gleich. Eine besonders homogene Bestrahlung oder Temperaturverteilung wird daher erhalten, wenn die Strahlungsleistung und -verteilung des zweiten Strahlers der des ersten Strahlers entspricht. Vorzugsweise entspricht der zweite optische Strahler daher dem ersten optischen Strahler.

Dadurch, dass die Beleuchtungs-Längenabschnitte des ersten und der zweiten Strahlers eine spiegelsymmetrische Form aufweisen, ist für jeden Strahler eine Mittelachse festgelegt. In der Krümmungsebene sind die beiden Strahler derart angeordnet, dass die Beleuchtungs-Längenabschnitte des ersten und des zweiten optischen Strahlers punktsymmetrisch zueinander verlaufen. Bei einer solchen Anordnung verlaufen die Mittelachsen beider Strahler versetzt oder kollinear zueinander. Beide Strahler sind im Wesentlichen einer halbkreisförmigen Teilfläche oder beiden halbkreisförmigen Teilflächen zugeordnet.

In einer weiteren, ebenso bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, dass der Beleuchtungs-Längenabschnitt des ersten

Strahlers mehrere gebogene Krümmungsabschnitte mit jeweils einem Krümmungsradius umfasst, wobei der Beleuchtungs-Längenabschnitt vom Strahlerrohr-Ende aus gesehen nacheinander einen ersten Krümmungsabschnitt mit Linkskrümmung und einem ersten Krümmungsradius, einen zweiten Krümmungsabschnitt mit Rechtskrümmung und einem zweiten Krümmungsradius, einen dritten Krümmungsabschnitt mit Rechtskrümmung und einem dritten Krümmungsradius, einen vierten Krümmungsabschnitt mit Rechtskrümmung und dem zweiten Krümmungsradius und einen fünften Krümmungsabschnitt mit Linkskrümmung und dem ersten Krümmungsradius umfasst, wobei der dritte Krümmungsradius um mindestens den Faktor drei größer als der erste und als der zweite Krümmungsradius ist.

Der erste Strahler weist mehrere gebogene Krümmungsabschnitte auf, deren Verlauf durch eine Mittelachse des Strahlerrohres festgelegt ist. Unter einem Krümmungsabschnitt wird ein Abschnitt des Strahlerrohres verstanden, dessen Verlauf näherungsweise durch einen Kreis beschrieben werden kann. Hierbei ist für jeden Krümmungsabschnitt jeweils ein Krümmungsradius festgelegt. Der Krümmungsradius ist dabei die Strecke zwischen dem Mittelpunkt dieses Kreises und der Strahler-Mittelachse. Die Krümmungsabschnitte können direkt aneinander anschließen oder voneinander beabstandet sein.

Jeder Krümmungsabschnitt weist darüber hinaus eine Krümmungsrichtung auf, die in einer Draufsicht auf die Krümmungsebene nach rechts oder nach links verläuft. Vom Strahlerrohr-Ende aus gesehen weist der Beleuchtungs-Längenabschnitt des Strahlerrohrs nacheinander, das hießt unmittelbar oder mittelbar aufeinander folgend, folgende Krümmungsabschnitte auf: einen ersten Krümmungsabschnitt mit Linkskrümmung und einem ersten Krümmungsradius, einen zweiten Krümmungsabschnitt mit Rechtskrümmung und einem zweiten Krümmungsradius, einen dritten Krümmungsabschnitt mit Rechtskrümmung und einem dritten Krümmungsradius, einen vierten Krümmungsabschnitt mit Rechtskrümmung und dem zweiten Krümmungsradius und einen fünften Krümmungsabschnitt mit Linkskrümmung und dem ersten Krümmungsradius.

Dadurch, dass der dritte Krümmungsradius um mindestens den Faktor drei größer als der erste und der zweite Krümmungsradius ist, wird ein im Vergleich zu den anderen Krümmungsabschnitten vergleichsweise flacher und langgestreckter dritter Krümmungsabschnitt erhalten, der für eine Bestrahlung beispielsweise des Randbereichs zur Verfügung steht. Hierdurch wird dem Randbereich ein vergleichsweise großer Beleuchtungslängenabschnitt zugeordnet. Vorzugsweise macht die Länge des dritten Krümmungsabschnittes 25% bis 50% der Länge des Beleuchtungs-Längenabschnitts aus. Beträgt die Länge des dritten Krümmungsabschnittes weniger als 25% der Beleuchtungs-Länge, weist der Strahler nur eine geringe Längserstreckung auf. Beträgt die Länge des dritten Krümmungsabschnittes mehr als 50% wird ein unnötig langer, gestreckter Krümmungsabschnitt erhalten.

Weiterhin hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der erste und der zweite Krümmungsabschnitt sowie der vierte und der fünfte Krümmungsabschnitt durch einen linearen Strahlerrohr-Abschnitt voneinander beabstandet sind.

Durch einen linearen Strahlerrohr-Abschnitt kann der Abstand zwischen den Strahlerrohr-Enden eingestellt werden. Hierbei beeinflusst insbesondere die Länge der linearen Strahlerrohr-Abschnitte die spätere Position der Strahlerrohr-Enden. Sind darüber hinaus durch beide Strahlerrohr-Enden Stromversorgungen geführt, wird durch die linearen Abschnitte auch die Einhaltung eines bestimmten Abstands zwischen den Stromversorgungen und damit deren elektrische Kontaktierung erleichtert.

Darüber hinaus verlaufen die linearen Abschnitte vom Schnittpunkt der Drehachse mit der Krümmungsebene aus gesehen zumindest teilweise in radialer Richtung, so dass durch den Verlauf und die Länge der linearen Abschnitte auch die Bestrahlungsintensität pro Flächeneinheit hinsichtlich des den linearen Abschnitten zugeordneten Teils der Bestrahlungsfläche angepasst werden kann.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das erste Strahlerrohr eine Strahlerrohr-Länge aufweist, und dass der Beleuchtungs-Längenabschnitt

des ersten Strahlers mindestens 75%, vorzugsweise mindestens 90%, der Strahlerrohr-Länge ausmacht.

Dadurch, dass der Beleuchtungs-Längenabschnitt mindestens 75% der Strahlerrohr-Länge ausmacht, weist das Strahlerrohr einen geringen Anteil unbeleuchteter Bereiche auf. Ein solches Strahlerrohr gewährleistet eine kompakte Bauform des Strahlers und damit der Bestrahlungsvorrichtung. Dies gilt insbesondere, wenn der Beleuchtungs-Längenabschnitt mindestens 90% der Strahlerrohr-Länge ausmacht.

Es hat sich bewährt, wenn die kreisrunde Bestrahlungsfläche eine innere Bestrahlungszone in Form einer Kreisfläche und eine die innere Bestrahlungsfläche umgebende, ringförmige, äußere Bestrahlungszone umfasst, wobei die kreisrunde, innere Bestrahlungszone und die ringförmige äußere Bestrahlungszone den gleichen Flächeninhalt aufweisen, und wobei 40% bis 70% der Länge des Beleuchtungs-Längenabschnitts des ersten Strahlers der äußeren ringförmigen Bestrahlungszone zugeordnet sind.

Die Bestrahlungsfläche weist in eine kreisrunde, innere Bestrahlungszone und eine flächengleiche ringförmige, äußere Bestrahlungszone auf. Der Mittelpunkt der äußeren und inneren Bestrahlungszone wird durch die Drehachse der Bestrahlungsvorrichtung gebildet.

Dadurch, dass die Aufnahme und der erste Strahler relativ zueinander bewegbar sind, wird eine homogene Bestrahlung nur erreicht, wenn mit zunehmender radialer Entfernung von der Drehachse auch eine größere Strahlungsleistung bereitgestellt wird. Die auf die äußere Bestrahlungszone auftreffende Strahlungsleistung hängt beispielsweise von der Länge des Beleuchtungs-Längenabschnitts (Beleuchtungs-Länge) ab, die der äußeren ringförmigen Bestrahlungszone zugeordnet ist. Die Beleuchtungs-Länge ist der kreisrunden, inneren Bestrahlungszone und der ringförmigen, äußeren Bestrahlungszone zugeordnet oder geht über diese hinaus. Eine der äußeren, ringförmigen Bestrahlungszone zugeordnete Beleuchtungs-Länge von weniger als 40% führt zu einer geringen Bestrahlung der äußeren Bestrahlungszone. Eine der äußeren Bestrahlungszone zugeordnete Be-

leuchtungslänge von mehr als 70%, führt zu einem vergleichsweise großen Energieeintrag in die äußere Bestrahlungszone.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der Beleuchtungs-Längenabschnitt des ersten Strahlers ausschließlich über einer der halbkreisförmigen Teilflächen angeordnet.

Ein ausschließlich über einer der halbkreisförmigen Teilflächen angeordneter Strahler führt grundsätzlich dazu, dass zu jedem Zeitpunkt stets nur ein Teil des zu bestrahlenden Substrats erwärmt wird. Gegebenenfalls auftretende Erwärmungsunterschiede sind dabei allerdings von der relativen Rotationsgeschwindigkeit abhängig. Bei einer hohen Rotationsgeschwindigkeit verliert sich der Effekt der unterschiedlichen Erwärmung. Ein ausschließlich über der ersten halbkreisförmigen Teilfläche angeordneter Beleuchtungs-Längenabschnitt des ersten Strahlers ermöglicht eine besonders kompakte Bauform der Bestrahlungsvorrichtung, wobei der Raum über der zweiten halbkreisförmigen Teilfläche grundsätzlich auch für eine anderweitige Nutzung, beispielsweise für eine Dosiervorrichtung zum Aufbringen einer Flüssigkeit auf das zu bestrahlende Substrat verbleibt.

In einer anderen, ebenso bevorzugten Modifikation der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, dass das erste Strahlerrohr einen ersten Strahlerrohr-Durchmesser aufweist, und dass der erste und der zweite Krümmungsradius des ersten Strahlerrohrs mindestens das 1,0-fache, vorzugsweise mindestens das 1,5-fache, des ersten Strahlerrohr-Durchmessers beträgt.

Eine Krümmung des Strahlerrohrs mit einem Krümmungsradius, der das 1,0-fache des Strahlerrohr-Durchmessers beträgt, ermöglicht bei vorgegebenem Krümmungswinkel eine Strahlerrohr-Biegung mit geringer räumlicher Ausdehnung und trägt zu einer kompakten Bauweise der Vorrichtung bei. Ein Krümmungsradius, der mindestens das 1,5 fache des Strahlerrohr-Durchmessers beträgt, ist einfach und kostengünstig zu fertigen.

Es hat sich als günstig erwiesen, wenn innerhalb des Gehäuses ein Reflektor zur Reflexion der optischen Strahlung vorgesehen ist.

Durch einen Reflektor wird ein energieeffizienter Betrieb der Vorrichtung ermöglicht. Ein Reflektor führt darüber hinaus zu einer schnelleren Erwärmung des Substrates, so dass auch die Prozesszeiten verkürzt werden können. Der Reflektor kann diffus oder spekular reflektierend sein. Er ist beispielsweise auf dem Strahler oder auf dem Gehäuse aufgebracht oder das Gehäuse wirkt selbst als Reflektor. So ist beispielsweise eine Beschichtung aus Gold, eine Beschichtung aus opakem Quarzglas oder ein aus hochglanzpoliertem Aluminium gefertigtes Gehäuseteil zur Reflexion optischer Strahlung geeignet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem ersten Strahler in Form eines Infrarotstrahlers ist insbesondere für die Bearbeitung von Halbleiterscheiben geeignet. Bei der Bearbeitung einer Halbleiterscheibe kommt es häufig auf eine besonders gleichmäßige Erwärmung der Halbleiterscheibe an.

Weiterhin ist die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestrahlung eines Substrats mit einem ersten Strahler in Form eines Gasentladungs-Strahlers mit Edelgasfüllung für die Aushärtung von Beschichtungen auf optischen Speichermedien oder Halbleiterscheiben vorteilhaft einsetzbar. Bevorzugt kann als Füllgas Argon, Krypton oder Xenon eingesetzt werden.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn zwischen der Bestrahlungsfläche und der Krümmungsebene ein flächenhaftes, für die optische Strahlung durchlässiges Fenster angeordnet ist, wobei das Fenster aus Quarzglas, Aluminiumsilikatglas, Vycor oder Saphir gefertigt ist und mehr als 75%, vorzugsweise mehr als 85% der auf das Fenster auftreffenden, von dem Strahler erzeugten optischen Strahlung durchlässt. Ein solches Fenster dient zum Schutz des Strahlers vor Verunreinigungen. Vycor ist der Markenname eines von der Firma Corning gefertigten Glases.

Es hat sich darüber hinaus bewährt, wenn die Vorrichtung ein Kühlelement umfasst, das eine Kühlung des Substrats mittels Gasstrom ermöglicht. Geeignete Gase sind beispielsweise Edelgase und Stickstoff.

Vorzugsweise weist das Gehäuse eine Thermoschockbeständigkeit von mehr als 10 $K\,s^{-1}$ besonders bevorzugt von mehr als 100 $K\,s^{-1}$ und eine thermische Masse

(definiert als Dichte * spezifische Wärme bei 20 °C) von weniger als 2,5 J cm^{-2} K^{-1}, besonders bevorzugt von weniger als 1,8 J cm^{-2} K^{-1} auf.

Hinsichtlich des Strahlers wird die oben genannte technische Aufgabe ausgehend von einem Strahler mit den eingangs genannten Merkmalen erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Strahlerrohr einen gebogenen Beleuchtungs-Längenabschnitt hat, welcher in der Krümmungsebene mit spiegelsymmetrisch ovaler Grundform verläuft, wobei der Beleuchtungs-Längenabschnitt vom Strahlerrohr-Ende aus gesehen nacheinander einen ersten Krümmungsabschnitt mit Linkskrümmung und einem ersten Krümmungsradius, einen zweiten Krümmungsabschnitt mit Rechtskrümmung und einem zweiten Krümmungsradius, einen dritten Krümmungsabschnitt mit Rechtskrümmung und einem dritten Krümmungsradius, einen vierten Krümmungsabschnitt mit Rechtskrümmung und dem zweiten Krümmungsradius und einen fünften Krümmungsabschnitt mit Linkskrümmung und dem ersten Krümmungsradius umfasst, wobei der dritte Krümmungsradius um mindestens den Faktor drei größer als der erste und als der zweite Krümmungsradius ist.

Optische Strahler im Sinne der Erfindung sind beispielsweise Infrarotstrahler, UV-Strahler oder Strahler zur Emission von sichtbarem Licht. Der erfindungsgemäße Strahler ist insbesondere zur gleichmäßigen Bestrahlung einer halbkreisförmigen Bestrahlungszone geeignet. Die halbkreisförmige Bestrahlungszone umfasst eine dem kreisförmigen Randbereich der Bestrahlungszone zugeordnete, äußere Zone und eine den Mittelpunkt des korrespondierenden Vollkreises halbkreisförmig umgebende, innere Zone.

Der erfindungsgemäße Strahler weist mehrere gebogene Krümmungsabschnitte auf, deren Verlauf durch eine Mittelachse des Strahlerrohres festgelegt ist. Unter einem Krümmungsabschnitt wird ein Abschnitt des Strahlerrohres verstanden, dessen Verlauf näherungsweise durch einen Kreis beschrieben werden kann. Hierbei ist für jeden Krümmungsabschnitt jeweils ein Krümmungsradius festgelegt. Die Krümmungsabschnitte können direkt aneinander anschließen oder voneinander beabstandet sein.

Jeder Krümmungsabschnitt weist darüber hinaus eine Krümmungsrichtung auf, die in einer Draufsicht auf die Krümmungsebene nach rechts oder nach links verläuft.

Dadurch, dass der dritte Krümmungsradius um mindestens den Faktor drei größer als der erste und der zweite Krümmungsradius ist, wird ein im Vergleich zu den anderen Krümmungsabschnitten vergleichsweise flacher und langgestreckter dritter Krümmungsabschnitt erhalten, der anschließend für eine Bestrahlung beispielsweise der äußeren Zone der Bestrahlungszone zur Verfügung steht. Hierdurch wird dem Randbereich der Bestrahlungszone ein vergleichsweise großer Beleuchtungslängenabschnitt zugeordnet. Vorzugsweise macht die Länge des dritten Krümmungsabschnittes 25% bis 50% des Beleuchtungs-Längenabschnitts aus.

Durch den weiteren Verlauf der Krümmungsabschnitte, insbesondere der Krümmungsabschnitte eins und fünf, wird darüber hinaus eine ausreichende Bestrahlung der inneren Zone der Bestrahlungszone ermöglicht.

Gemäß der Erfindung weist der Beleuchtungs-Längenabschnitt eine spiegelsymmetrisch-ovale Grundform auf. Die Grundform ist entweder geschlossen oder geöffnet. Vorzugsweise ist die Grundform geöffnet. Auch die Spiegelsymmetrie der Grundform trägt zu einer gleichmäßigen Bestrahlung der Basisfläche bei.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Strahlers ist vorgesehen, dass der erste und der zweite Krümmungsabschnitt sowie der vierte und der fünfte Krümmungsabschnitt durch einen linearen Strahlerrohr-Abschnitt voneinander beabstandet sind.

Mittels der linearen Strahlerrohr-Abschnitte wird eine Einstellung sowohl des Abstands zwischen den Strahlerrohr-Enden als auch der Position der durch die Strahler-Enden geführten Stromversorgungen ermöglicht.

Darüber hinaus beeinflusst der Verlauf und die Länge der linearen Abschnitte die Bestrahlungsverteilung bezogen auf die Basisfläche.

In einer anderen, ebenso bevorzugten Modifikation des erfindungsgemäßen Strahlers ist vorgesehen, dass das Strahlerrohr eine Strahlerrohr-Länge aufweist, und dass der Beleuchtungs-Längenabschnitt mindestens 75%, vorzugsweise mindestens 90%, der jeweiligen Strahlerrohr-Länge ausmacht.

Dadurch, dass der Beleuchtungs-Längenabschnitt mindestens 75% der Strahlerrohr-Länge ausmacht, weist das Strahlerrohr einen geringen Anteil unbeleuchteter Bereiche auf, wodurch ein kompakter Strahler erhalten wird. Dies gilt insbesondere, wenn der Beleuchtungs-Längenabschnitt mindestens 90% der Strahlerrohr-Länge ausmacht.

Es hat sich bewährt, wenn das Strahlerrohr einen Strahlerrohr-Durchmesser aufweist, und dass der erste und der zweite Krümmungsradius des Strahlerrohrs mindestens das 1,0-fache, vorzugsweise mindestens das 1,5-fache, des ersten Strahlerrohr-Durchmessers beträgt.

Beträgt der Krümmungsradius, der mindestens das 1,0-fache, vorzugsweise mindestens das 1,5-fache des Strahlerrohr-Durchmessers, trägt zu einer kompakten Bauform des Strahlers bei und ist darüber hinaus einfach und kostengünstig zu fertigen.

Ausführungsbeispiel

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Es zeigt in schematischer Darstellung:

Figur 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bestrahlung eines Substrats mit einem optischer Strahler, der einen spiegelsymmetrisch-ovalen Beleuchtungslängenabschnitt aufweist,

Figur 2 in räumlicher Darstellung eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem zwischen Bestrahlungsfläche und Krümmungsebene liegenden Bestrahlungsraum, bei der die Bestrah-

lungsfläche eine kreisförmige, innere Bestrahlungszone und eine ringförmige, äußere Bestrahlungszone umfasst,

Figur 3 eine erste Ausführungsform eines Strahlers für die Erzeugung optischer Strahlung gemäß der Erfindung zum Einsatz in eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestrahlung eines Substrates, und

Figur 4 eine zweite Ausführungsform eines Strahlers für die Erzeugung optischer Strahlung gemäß der Erfindung zum Einsatz in eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestrahlung eines Substrates.

Figur 1 zeigt schematisch eine Draufsicht auf eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bestrahlungsvorrichtung für die Bearbeitung von Halbleiterscheiben, der insgesamt die Bezugsziffer 100 zugeordnet ist. Die Vorrichtung 100 umfasst ein Gehäuse 101, sowie innerhalb des Gehäuses 101 eine um eine Drehachse (nicht dargestellt) drehbare Aufnahme 102 für ein zu bestrahlendes Substrat 103, einen thermischen Infrarotstrahler 105 mit einem Strahlerrohr 106 sowie einen Durchlass 120 für eine Dosiervorrichtung (nicht dargestellt).

Die Aufnahme 102 weist eine kreisrunde Bestrahlungsfläche 104 auf, die in eine erste halbkreisförmige Teilfläche 104a und eine zweite halbkreisförmige Teilfläche 104b unterteilt ist. Darüber hinaus weist die Bestrahlungsfläche eine innere Bestrahlungszone 116 in Form einer Kreisfläche und eine ringförmige äußere Bestrahlungszone 117 gleichen Flächeninhalts auf.

Der thermische Infrarotstrahler 105 ist innerhalb des Gehäuses 101 in einer parallel zur Bestrahlungsfläche 104 verlaufenden Krümmungsebene angeordnet. An beiden Enden des Strahlerrohres 106 ist jeweils eine gasdichte Abdichtung 108a, 108b des Strahlerrohres 106 vorgesehen, durch die eine Stromversorgung 109a, 109b geführt ist. Auf der dem Substrat abgewandten Seite des Strahlerrohrs 106 ist eine als Reflektor wirkende Schicht aus SiO_2 aufgebracht. Das Strahlerrohr 106 weist darüber hinaus mehrere gebogene Krümmungsabschnitte 110, 111, 112, 113, 114 auf.

Vom Mittelpunkt 115 der Vorrichtung 100 aus gesehen weist der Krümmungsabschnitt 110 eine Linkskrümmung mit einem Krümmungsradius von 25 mm, der Krümmungsabschnitt 111 eine Rechtskrümmung mit einem Krümmungsradius von 25 mm, der Krümmungsabschnitt 112 eine Rechtskrümmung und einen Krümmungsradius von 180 mm, der Krümmungsabschnitt 113 eine Rechtskrümmung mit einem Krümmungsradius von 25 mm und der Krümmungsabschnitt 114 eine Linkskrümmung mit einem Krümmungsradius von 25 mm auf.

Die gebogenen Krümmungsabschnitte 110, 111, 112, 113, 114 bilden den Beleuchtungs-Längenabschnitt des Infrarotstrahlers 105. Der Beleuchtungs-Längenabschnitt verläuft in der Krümmungsebene mit spiegelsymmetrisch-ovaler Form; er ist ausschließlich über der halbkreisförmigen Teilfläche 104b angeordnet und macht 90% der Strahlerrohr-Länge aus. In dieser Ausführungsform sind 65% der Länge des Strahlerrohrs 106 der äußeren ringförmigen Bestrahlungszone 117 zugeordnet.

Zwischen Krümmungsebene und Bestrahlungsfläche104 ist ein Fenster 107 aus Quarzglas angeordnet.

In einer alternativen Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Vorrichtung 100 einen zweiten Infrarotstrahler (nicht dargestellt) umfasst, der ebenfalls in der Krümmungsebene angeordnet ist. Der zweite Infrarotstrahler ist wie der Infrarotstrahler 105 ausgebildet; er ist in der Krümmungseben derart versetzt zu dem Infrarotstrahler 105 angeordnet, dass die Beleuchtungs-Längenabschnitte der Infrarotstrahlers 105 und des zweiten Infrarotstrahlers punktsymmetrisch zueinander verlaufen.

Figur 2 zeigt schematisch in räumlicher Darstellung eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bestrahlung eines Substrats 200. Die Vorrichtung 200 weist eine Aufnahme für das zu bestrahlende Substrat mit einer Bestrahlungsfläche 202 sowie eine Krümmungsebene 201 auf.

Die Krümmungsebene 201 der Vorrichtung 200 ist in Figur 2 als Kreisfläche mit dem Mittelpunkt 207 dargestellt. In der Krümmungsebene 201 verläuft das Strahlerrohr eines gekrümmten Infrarotstrahlers mit einem Beleuchtungs-

Längenabschnitt, der in der Krümmungsebene mit spiegelsymmetrisch-ovaler Form verläuft (nicht dargestellt).

Die Bestrahlungsfläche 202 ist parallel zur Krümmungsebene 201 angeordnet; sie ist ebenfalls als Kreisfläche dargestellt. Der Mittelpunkt 208 der Kreisfläche der Bestrahlungsfläche 202 und der Mittelpunkt 207 legen eine Drehachse 209 fest, um die der Infrarotstrahler und die Aufnahme für das zu bestrahlende Substrat relativ zueinander bewegbar sind. Die Bestrahlungsfläche 202 umfasst eine erste halbkreisförmige Teilfläche 203 und eine zweite halbkreisförmige Teilfläche 204. Darüber hinaus weist die Bestrahlungsfläche 202 eine innere Bestrahlungszone 205 in Form einer Kreisfläche mit dem Radius r_i auf. Die innere Bestrahlungszone 205 ist von einer äußeren, ringförmigen Bestrahlungszone 206 umgeben deren Radius mit r_a bezeichnet ist. Die innere Bestrahlungszone 205 und die äußere, ringförmige Bestrahlungszone weisen den gleichen Flächeninhalt auf. Hinsichtlich der Radien r_i und r_a gilt daher folgende mathematische Beziehung:

$$r_a = r_i * \sqrt{2}.$$

Zur besseren Übersicht ist in Figur 2 weiterhin das zu bestrahlende Substrat als schraffierte Kreisfläche 210 mit dem Radius r eingezeichnet.

Zwischen Krümmungsebene 201 und Bestrahlungsfläche 202 liegt der Bestrahlungsraum der Vorrichtung 200.

Figur 3 zeigt eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen thermischen Infrarotstrahlers 300 in Draufsicht (A), Seitenansicht (B) und in räumlicher Darstellung (C). Der thermische Infrarotstrahler 300 ist zum Einsatz in die erfindungsgemäße Vorrichtung 100, 200 gemäß Figur 1 beziehungsweise Figur 2 geeignet.

Der Infrarotstrahler 300 weist ein in einer Krümmungsebene gebogenes Strahlerrohr 301 mit mehreren Krümmungsabschnitten 310, 311, 312, 313, 314 auf. Der Krümmungsverlauf des Strahlerrohrs 301 ist durch die gestrichelte Linie 320 wiedergegeben. Die Krümmungsradien betragen R_1 = 25 mm; R_2 = 25 mm; R_3 = 130 mm; R_4 = 25 mm und R_5 = 25 mm. Innerhalb des Strahlerrohrs 301 ist als thermischer Strahler eine Wolframwendel (nicht dargestellt) angeordnet. Zur elektri-

schen Kontaktierung der Wolframwendel ist an beiden Enden des Strahlerrohres 301 jeweils eine gasdichte Abdichtung 302a, 302b vorgesehen, durch die jeweils eine Stromversorgung geführt ist. Die gasdichten Abdichtungen 302a, 302b weisen einen Abstand a von 70 mm auf. Die Länge b, c der Stromzuführungen 305a, 305b beträgt 200 mm. Die Strahlerabmessungen d, e und f betragen 71 mm, 116 mm beziehungsweise 4 mm. Das Strahlerrohr 301 weist einen Strahlerrohr-Außendurchmesser von 10 mm auf; es ist mit Argon gefüllt. Der Fülldruck beträgt 800 mbar bei Raumtemperatur.

Der Strahler 300 weist eine Nennspannung von 360 V und eine Nennleistung von 2.790 W auf. Die Länge der Wolframwendel beträgt 465 mm. Demzufolge beträgt die spezifische Leistung des Strahlers 300 bezogen auf die Länge der Wendel bei Nennspannung 60 W/cm. Unter Nennspannung beträgt die Wendeltemperatur 1.600 °C.

Auf eine Seite des Strahlerrohres 301 ist eine Reflektorschicht aus opakem, diffus streuendem Quarzglas aufgebracht (QRC® von Heraeus Noblelight).

Weiterhin zeigt **Figur 4** eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Strahlers in Form des thermischen Infrarotstrahlers 400 in Draufsicht (A), Seitenansicht (B) und in räumlicher Darstellung (C). Der thermische Infrarotstrahler 400 ist zum Einsatz in die erfindungsgemäße Vorrichtung 100, 200 gemäß Figur 1 beziehungsweise Figur 2 geeignet.

Der Infrarotstrahler 400 weist ein in einer Krümmungsebene gebogenes Strahlerrohr 401 mit mehreren Krümmungsabschnitten 410, 411, 412, 413, 414 auf. Der Krümmungsverlauf des Strahlerrohrs 401 ist durch die gestrichelte Linie 420 wiedergegeben. Die Krümmungsradien betragen R_1 = 25 mm; R_2 = 25 mm; R_3 = 130 mm; R_4 = 25 mm und R_5 = 25 mm. Innerhalb des Strahlerrohrs 401 ist als thermischer Strahler eine Wolframwendel (nicht dargestellt) angeordnet. Zur elektrischen Kontaktierung der Wolframwendel ist an beiden Enden des Strahlerrohres 401 jeweils eine gasdichte Abdichtung 402a, 402b vorgesehen, durch die jeweils eine Stromversorgung geführt ist. Die gasdichten Abdichtungen 402a, 402b weisen einen Abstand a von 70 mm auf. Die Länge b, c der Stromzuführungen 405a,

405b beträgt 200 mm. Die Strahlerabmessungen d, e, h und g betragen 75 mm, 112 mm, 43 mm beziehungsweise 32 mm. Das Strahlerrohr 401 weist einen Strahlerrohr-Außendurchmesser von 10 mm auf; es ist mit Argon gefüllt. Der Fülldruck beträgt 800 mbar bei Raumtemperatur.

Der Strahler 400 weist eine Nennspannung von 360 V und eine Nennleistung 4.300 W auf. Die Länge der Wolframwendel beträgt 430 mm. Demzufolge beträgt die spezifische Leistung des Strahlers 400 bezogen auf die Länge der Wendel bei Nennspannung 100 W/cm. Unter Nennspannung beträgt die Wendeltemperatur 2.600 °C.

Auf eine Seite des Strahlerrohres 401 ist eine Reflektorschicht aus opakem, diffus streuendem Quarzglas aufgebracht (QRC® von Heraeus Noblelight).

Beispiel 1a

Nachfolgend ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Aushärtung von Schutzlack auf Datenträger Rohlingen (CD, DVD, Blue Ray, etc.) mittels Spin Coating beschrieben.

Das auszuhärtende Medium (ein Lack, ein Epoxidharz, o.ä.) wird als Fluid mittig auf den schnell rotierenden Datenträger gegeben, so dass es sich aufgrund der Rotation des Datenträgers homogen auf der Oberfläche des Datenträgers verteilt. Das Fluid wird, wenn die Oberfläche vollständig benetzt und die Schicht nahezu homogen ist, mit intensiver Strahlung beaufschlagt, die die Vernetzung von Monomeren des Fluids ermöglicht.

Zur Aushärtung des Schutzlacks wird ein erfindungsgemäßer Strahler in Form einer Entladungslampe eingesetzt, der im Normalbetrieb einen hohen Anteil der abgegeben Strahlungsintensität im Bereich der Wirkwellenlänge der Vernetzung aufweist.

Der optische Strahler ist in einer Ebene parallel zur Oberfläche des Datenträgers in einem Abstand von 20 mm angeordnet. Dieser Abstand wird einerseits durch das Zentrum der Entladung im Strahlerrohr und andererseits durch die Oberfläche des Datenträgers definiert. Die Elektroden des optischen Strahlers sind so ange-

ordnet, dass die Ansetzpunkte des Bogens im neuwertigen Zustand des Strahlers sich auf einer Ebene befinden, die zudem die Drehachse umfasst.

Das Strahlerrohr des optischen Strahlers ist aus einem Quarzglasrohr von 1 * 6 mm ausgeführt, wobei die erste Zahl („1") der Wandstärke in mm und der zweiten Zahlenwert („6") dem Außendurchmesser in mm entspricht. Die Biegeradien des Strahlerrohres betragen mindestens 10 mm.

Um eine homogene Schichtdicke der ausgehärteten Beschichtung zu erreichen weist die Bestrahlungsvorrichtung eine Öffnung für die Dosierzugabe des Fluids im Bereich der Rotationsachse des Datenträgers auf. Die Vorrichtung zur Aufnahme und Rotation des Datenträgers befindet sich unterhalb, die Bestrahlungsvorrichtung oberhalb der Ebene die durch den Datenträger definiert wird.

Das Gehäuse der Bestrahlungsvorrichtung besteht aus einem Körper aus Aluminium, der strahlerseitig hochwertige, die optische Strahlung reflektierende Oberflächen aufweist. Das Gehäuse umschließt den optischen Strahler vollständig. Auch die elektrischen Zuleitungen sind im Gehäuse angeordnet. Darüber hinaus sind in das Gehäuse neben den Zuführungen für die elektrischen Anschlüsse und die Durchführung für die Dosiervorrichtung Zu- und Abführungen für ein Kühlgas im Aluminiumkörper eingebracht, so dass das Gehäuse mit bis zu 10 l/min Stickstoff aktiv gekühlt werden kann. In dem Gehäuse ist zwischen dem optischen Strahler und dem Datenträger ein Fenster aus Quarzglas mit 2,0 mm Stärke eingesetzt. Das Quarzglasfenster ist ohne zusätzliche Dichtung auf dem Aluminiumkörper befestigt, die Spaltweiten betragen durchgehend weniger als 0,1 mm. Dabei weist das Quarzglas eine Thermoschockbeständigkeit von 1000 K s^{-1} auf, Aluminium von besser 10 K s^{-1}, die thermische Masse (definiert als Dichte * spezifische Wärme bei 20 °C) von Aluminium ist 2,42 J cm^{-2} K^{-1}, von Quarzglas besser als 1,8 J cm^{-2} K^{-1}.

Beispiel 1b

Nachfolgend ist als weiteres Ausführungsbeispiel die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Aushärtung von Schutzlack auf Datenträger Rohlingen (CD, DVD, Blue Ray, etc.) mittels Spin Coating beschrieben.

Das Ausführungsbeispiel 1b entspricht dem Ausführungsbeispiel 1a mit folgenden Unterschieden:

Die zur Vorrichtung gemäß Beispiel 1b unterscheidet sich von der Vorrichtung aus Beispiel 1a dadurch, dass das Gehäuse den optischen Strahler nicht vollständig umschließt. Die Strahler-Enden des optischen Strahlers sind aus dem Strahlungsraum herausgeführt. Sie sind in dem Bereich, in dem sie aus dem Strahlungsraum herausgeführt sind, wasserdicht abgedichtet. Die elektrischen Zuleitungen sind außerhalb des Gehäuses angeordnet. Weiterhin sind Zu- und Abführungen für ein Kühlfluid im Aluminiumkörper eingebracht, so dass das Gehäuse mit bis zu 6 l/min entionisiertem Wasser aktiv gekühlt werden kann. Um einen Austritt von Kühlfluid zu vermeiden, ist das Quarzglasfenster ist mit einer zusätzlichen Dichtung aus Viton auf dem Aluminiumkörper des Gehäuses befestigt.

Beispiel 2

Beispiel 2 betrifft die Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Figur 1 in einem Prozess zur Aushärtung von Schutzlack auf Datenträger Rohlingen (CD, DVD, Blue Ray, etc.) mittels Spin Coating.

Das Ausführungsbeispiel 2 entspricht dem Ausführungsbeispiel 1a mit folgenden Unterschieden:

Das Gehäuse der Bestrahlungsvorrichtung ist ein Körper aus Quarzglas, der strahlerseitig mit einer Schicht aus opakem, diffus reflektierendem Quarzglas (QRC® von Heraeus Noblelight) beschichtet ist.

In das Gehäuse sind neben den Zuführungen für die elektrischen Anschlüsse und die Durchführung für die Dosiervorrichtung sind Zu- und Abführungen für ein Kühlgas eingebracht, so dass das Gehäuse mit bis zu 2 l/min Stickstoff aktiv gekühlt werden kann.

Beispiel 3a

Nachfolgend ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Reinigen von Silizium-Wafern mit einem Durchmesser von 12 Zoll beziehungsweise

300 mm beschrieben.

Hierzu wird auf den Wafer von der Oberseite her eine Reinigungslösung aufgegeben, die ein Lösungsmittel (z.B. Wasser, Methanol, Isopropanol, Aceton) umfasst, die zudem aktive Substanzen enthalten kann (z.B. Schwefelsäure, Phosphorsäure, Ammoniak, Königswasser, Flusssäure). Die Reinigungslösung wird für eine besonders intensive oder schnelle Prozessführung bereits mit einer Temperatur nahe am Verdampfungspunkt der Flüssigkeit auf den Wafer gegeben. Um eine gleichmäßige Temperatur auf dem Wafer zu erhalten und einer Abkühlung durch Entzug von Verdunstungswärme entgegenzuwirken, wird der Wafer mit Infrarotstrahlung bestrahlt.

Infrarotstrahlung im Bereich < 1.100 nm wird bevorzugt eingesetzt, wenn der Wafer selber erwärmt werden soll, Infrarotstrahlung > 1500 nm wird bevorzugt eingesetzt, wenn die Reinigungslösung selbst erwärmt werden soll.

Im speziellen Fall ist die folgende Anordnung gewählt:

Oberhalb des schnell rotierenden Wafers (> 100 min^{-1}) ist eine Vorrichtung angebracht, die die Reinigungslösung auf den Wafer gibt; ansonsten wird der Wafer mit einem Gasstrom geringer Turbulenz von oben her umströmt.

Unterhalb des Wafers befindet sich eine Vorrichtung zur Aufnahme des Wafers mittels Stiften; diese Vorrichtung versetzt zugleich den Wafer in Rotation. Zwischen Rotationsvorrichtung und Wafer befindet sich zudem die Bestrahlungsvorrichtung, die jedoch ruht.

Das Gehäuse der Bestrahlungsvorrichtung besteht aus einer opaken Glaskeramik (z.B. MACOR™ von Corning) und ist in einem Stück angefertigt. Es sind Zuführungen für die elektrischen Anschlüsse des Strahlers und Kanäle für die Zuleitung von Kühlgas vorgesehen. Als optisches Fenster ist eine Scheibe aus Quarzglas (z.B. GE 200 oder vergleichbare Qualität) vorgesehen mit einer Stärke von 1,5 mm. Das Fenster ist mit einer Spaltweite von 0,15 mm aufgesetzt, wobei dieser Spalt mittels einiger geeigneter Auflagepunkte, die aus dem Gehäuse abstehen definiert ist, so dass eine Kühlgasrate von 1,3 l/min erreicht wird. Als Kühlgas ist

Stickstoff vorgesehen.

Die thermische Masse von MACOR beträgt 2,0 J cm^{-2} K^{-1}, die von Quarzglas beträgt weniger als 1,8 J cm^{-2} K^{-1}.

In das Gehäuse ist ein optischer Strahler gemäß Figur 4 eingesetzt.

Beispiel 3b

Beispiel 3b beschreibt eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie deren Verwendung zum Reinigen von Silizium-Wafern mit einem Durchmesser von 12 Zoll beziehungsweise 300 mm.

Das Ausführungsbeispiel 3b entspricht dem Ausführungsbeispiel 3a mit folgenden Unterschieden:

Das Gehäuse ist aus Quarzglas (z.B. 7940 von Corning) in einem Stück angefertigt. Es sind Zuführungen für die elektrischen Anschlüsse des Strahlers und Kanäle für die Zuleitung und Ableitung von Kühlgas vorgesehen. Als optisches Fenster ist eine Scheibe aus Quarzglas vorgesehen mit einer Stärke von 1,5 mm, die ohne definierten Spalt aufgesetzt ist.

Als Kühlgas ist Stickstoff vorgesehen. Es wird eine Kühlgasrate von 1,0 l/min erreicht.

Der eingesetzte optische Strahler entspricht dem Strahler aus Figur 3.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (100; 200) zur Bestrahlung eines Substrats (103; 210), aufweisend ein Gehäuse (101), sowie innerhalb des Gehäuses (101) eine Aufnahme (102) für das zu bestrahlende Substrat (103; 210) mit einer kreisrunden, eine erste halbkreisförmige Teilfläche (104a; 203) und eine zweite halbkreisförmige Teilfläche (104b; 204) umfassenden Bestrahlungsfläche (104; 202), einen ersten Strahler (105; 300; 400) für die Erzeugung optischer Strahlung mit einem in einer parallel zur Bestrahlungsfläche (104) verlaufenden Krümmungsebene (201) angeordneten, ersten Strahlerrohr (106; 301; 401) mit einem Strahlerrohr-Ende, durch das eine Stromversorgung (109a, 109b) geführt ist, wobei die Aufnahme (102) und der erste Strahler (105; 300; 400) relativ zueinander bewegbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Strahlerrohr (106; 301; 401) einen gebogenen Beleuchtungs-Längenabschnitt hat, welcher in der Krümmungsebene (201) mit spiegelsymmetrisch-ovaler Grundform verläuft, wobei der erste Beleuchtungs-Längenabschnitt einer der halbkreisförmigen Teilflächen (104a; 104b) zugeordnet ist.

2. Vorrichtung (100; 200) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (100; 200) einen zweiten Strahler (105; 300; 400) für die Erzeugung optischer Strahlung mit einem in der Krümmungsebene (201) angeordneten, zweiten Strahlerrohr mit einem Strahlerrohr-Ende, durch das eine Stromversorgung geführt ist, umfasst, wobei das zweite Strahlerrohr einen gebogenen Beleuchtungs-Längenabschnitt hat, welcher in der Krümmungsebene (201) mit spiegelsymmetrisch-ovaler Grundform verläuft, und dass die Beleuchtungs-Längenabschnitte des ersten und des zweiten optischen Strahlers zueinander punktsymmetrisch verlaufen.

3. Vorrichtung (100; 200) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Beleuchtungs-Längenabschnitt des ersten Strahlers (105; 300; 400) mehrere gebogene Krümmungsabschnitte (110; 111; 112; 113; 114; 310; 311; 312; 313; 314; 410; 411; 412; 413; 414) mit jeweils einem Krümmungsradius umfasst, wobei der Beleuchtungs-Längenabschnitt vom Strahlerrohr-Ende aus gesehen nacheinander einen ersten Krümmungsabschnitt (110; 310; 410) mit Linkskrümmung und einem ersten Krümmungsradius, einen zweiten Krümmungsabschnitt (111; 311; 411) mit Rechtskrümmung und einem zweiten Krümmungsradius, einen dritten Krümmungsabschnitt (112; 312; 412) mit Rechtskrümmung und einem dritten Krümmungsradius, einen vierten Krümmungsabschnitt (113; 313; 413) mit Rechtskrümmung und dem zweiten Krümmungsradius und einen fünften Krümmungsabschnitt (114; 314; 414) mit Linkskrümmung und dem ersten Krümmungsradius umfasst, wobei der dritte Krümmungsradius um mindestens den Faktor drei größer als der erste und als der zweite Krümmungsradius ist.

4. Vorrichtung (100; 200) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der zweite Krümmungsabschnitt (110; 111; 310; 311; 410; 411) sowie der vierte und der fünfte Krümmungsabschnitt (113; 114; 313; 314; 413; 414) durch einen linearen Strahlerrohr-Abschnitt voneinander beabstandet sind.

5. Vorrichtung (100; 200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Strahlerrohr (106; 301; 401) eine Strahlerrohr-Länge aufweist, und dass der Beleuchtungs-Längenabschnitt des ersten Strahlers (105; 300; 400) mindestens 75%, vorzugsweise mindestens 90%, der jeweiligen Strahlerrohr-Länge ausmacht.

6. Vorrichtung (100; 200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die kreisrunde Bestrahlungsfläche (104) eine innere Bestrahlungszone (116; 205) in Form einer Kreisfläche und eine die innere Bestrahlungsfläche umgebende, ringförmige, äußere Bestrahlungszone (117; 206) umfasst, wobei die kreisrunde, innere Bestrahlungszone (116; 205) und die ringförmige äußere Bestrahlungszone (117; 206) den

gleichen Flächeninhalt aufweisen, und wobei 40% bis 70% der Länge des Beleuchtungs-Längenabschnitts des ersten Strahlers (105; 300; 400) der äußeren ringförmigen Bestrahlungszone (117; 206) zugeordnet sind.

7. Vorrichtung (100; 200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Beleuchtungs-Längenabschnitt des ersten Strahlers (105; 300; 400) ausschließlich über der ersten halbkreisförmigen Teilfläche (104a; 203) angeordnet ist.

8. Vorrichtung (100; 200) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Strahlerrohr (106; 301; 401) einen ersten Strahlerrohr-Durchmesser aufweist, und dass der erste und der zweite Krümmungsradius (110; 111; 310; 311; 410; 411) des ersten Strahlerrohrs (106; 301; 401) mindestens das 1,0-fache, vorzugsweise mindestens das 1,5-fache, des ersten Strahlerrohr-Durchmessers beträgt.

9. Vorrichtung (100; 200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Gehäuses (101) ein Reflektor zur Reflexion der optischen Strahlung vorgesehen ist.

10. Verwendung einer Vorrichtung (100; 200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9 zur Bestrahlung eines Substrates (103; 210) mit einem ersten Strahler (105; 300; 400) in Form eines Infrarotstrahlers für die Bearbeitung von Halbleiterscheiben.

11. Verwendung einer Vorrichtung (100; 200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9 zur Bestrahlung eines Substrates (103; 210), mit einem ersten Strahler (105; 300; 400) in Form eines Gasentladungs-Strahlers mit Edelgasfüllung für die Aushärtung von Beschichtungen auf optischen Speichermedien oder Halbleiterscheiben.

12. Strahler (105; 300; 400) für die Erzeugung optischer Strahlung, aufweisend ein in einer Krümmungsebene (201) gebogenes Strahlerrohr (106; 301; 401) mit einem Strahlerrohr-Ende, durch das eine Stromversorgung (109a; 109b) geführt ist, wobei das Strahlerrohr (106; 301; 401) mehrere gebogene

Krümmungsabschnitte (110; 111; 112; 113; 114; 310; 311; 312; 313; 314; 410; 411; 412; 413; 414) mit jeweils einem Krümmungsradius umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das Strahlerrohr (106; 301; 401) einen gebogenen Beleuchtungs-Längenabschnitt hat, welcher in der Krümmungsebene (201) mit spiegelsymmetrisch ovaler Grundform verläuft, wobei der Beleuchtungs-Längenabschnitt vom Strahlerrohr-Ende aus gesehen nacheinander einen ersten Krümmungsabschnitt (110; 310; 410) mit Linkskrümmung und einem ersten Krümmungsradius, einen zweiten Krümmungsabschnitt (111; 311; 411) mit Rechtskrümmung und einem zweiten Krümmungsradius, einen dritten Krümmungsabschnitt (112; 312; 412) mit Rechtskrümmung und einem dritten Krümmungsradius, einen vierten Krümmungsabschnitt (113; 313; 413) mit Rechtskrümmung und dem zweiten Krümmungsradius und einen fünften Krümmungsabschnitt (114; 314; 414) mit Linkskrümmung und dem ersten Krümmungsradius umfasst, wobei der dritte Krümmungsradius um mindestens den Faktor drei größer als der erste und als der zweite Krümmungsradius ist.

13. Strahler (105; 300; 400) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der zweite Krümmungsabschnitt (110; 111; 310; 311; 410; 411) sowie der vierte und der fünfte Krümmungsabschnitt (113; 114, 313; 314; 413; 414) durch einen linearen Strahlerrohr-Abschnitt voneinander beabstandet sind.

14. Strahler (105; 300; 400) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Strahlerrohr (106; 301; 401) eine Strahlerrohr-Länge aufweist, und dass der Beleuchtungs-Längenabschnitt mindestens 75%, vorzugsweise mindestens 90%, der jeweiligen Strahlerrohr-Länge ausmacht.

15. Strahler (105; 300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Strahlerrohr (106; 301; 401) einen Strahlerrohr-Durchmesser aufweist, und dass der erste und der zweite Krümmungsradius (110; 111; 310; 311; 410; 411) des Strahlerrohrs (106; 301;

401) mindestens das 1,0-fache, vorzugsweise mindestens das 1,5-fache, des ersten Strahlerrohr-Durchmessers beträgt.

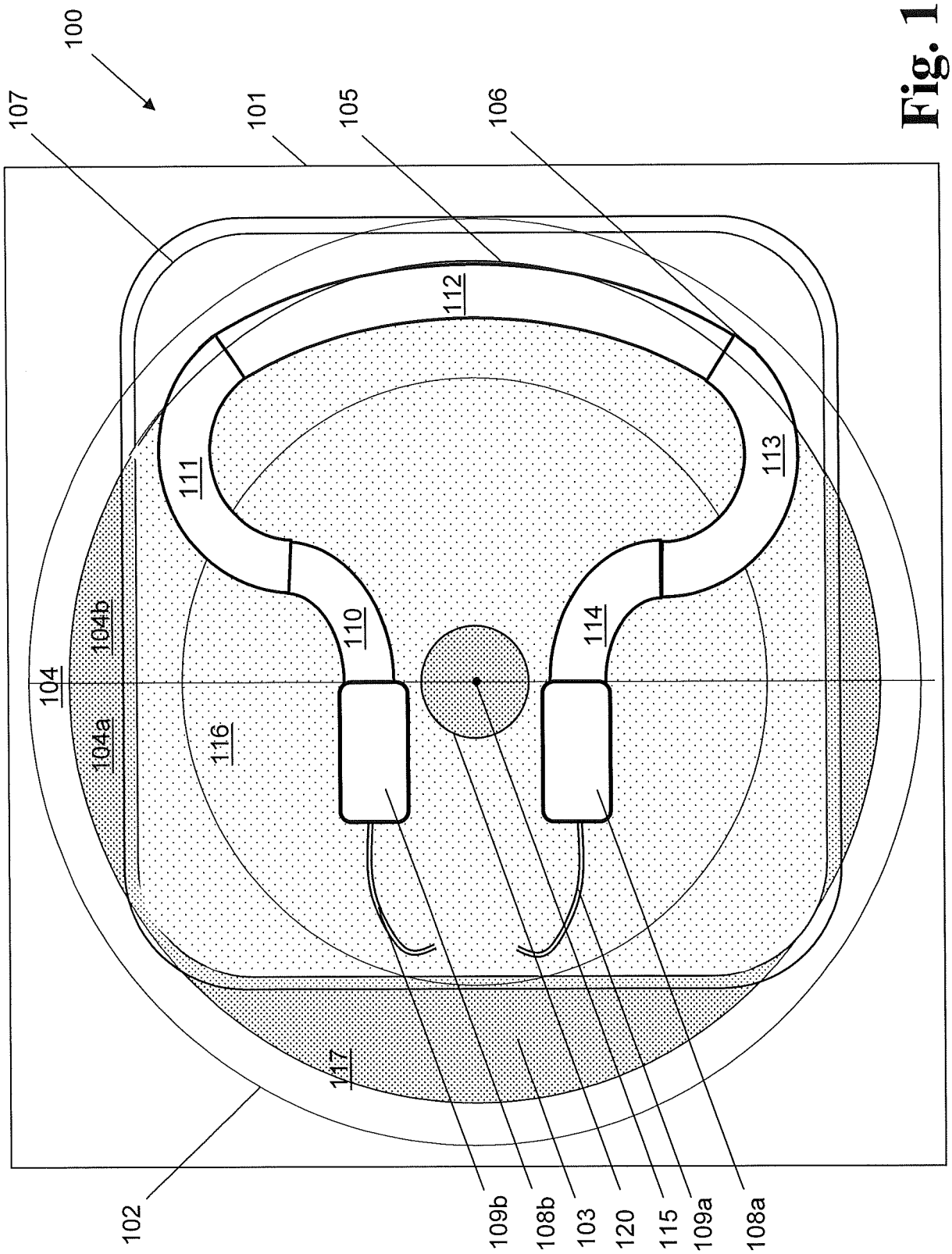
100
107
101
105
106
112
111
113
110
114
104
104b
104a
116
117
102
109b
108b
103
120
115
109a
108a

Fig. 1

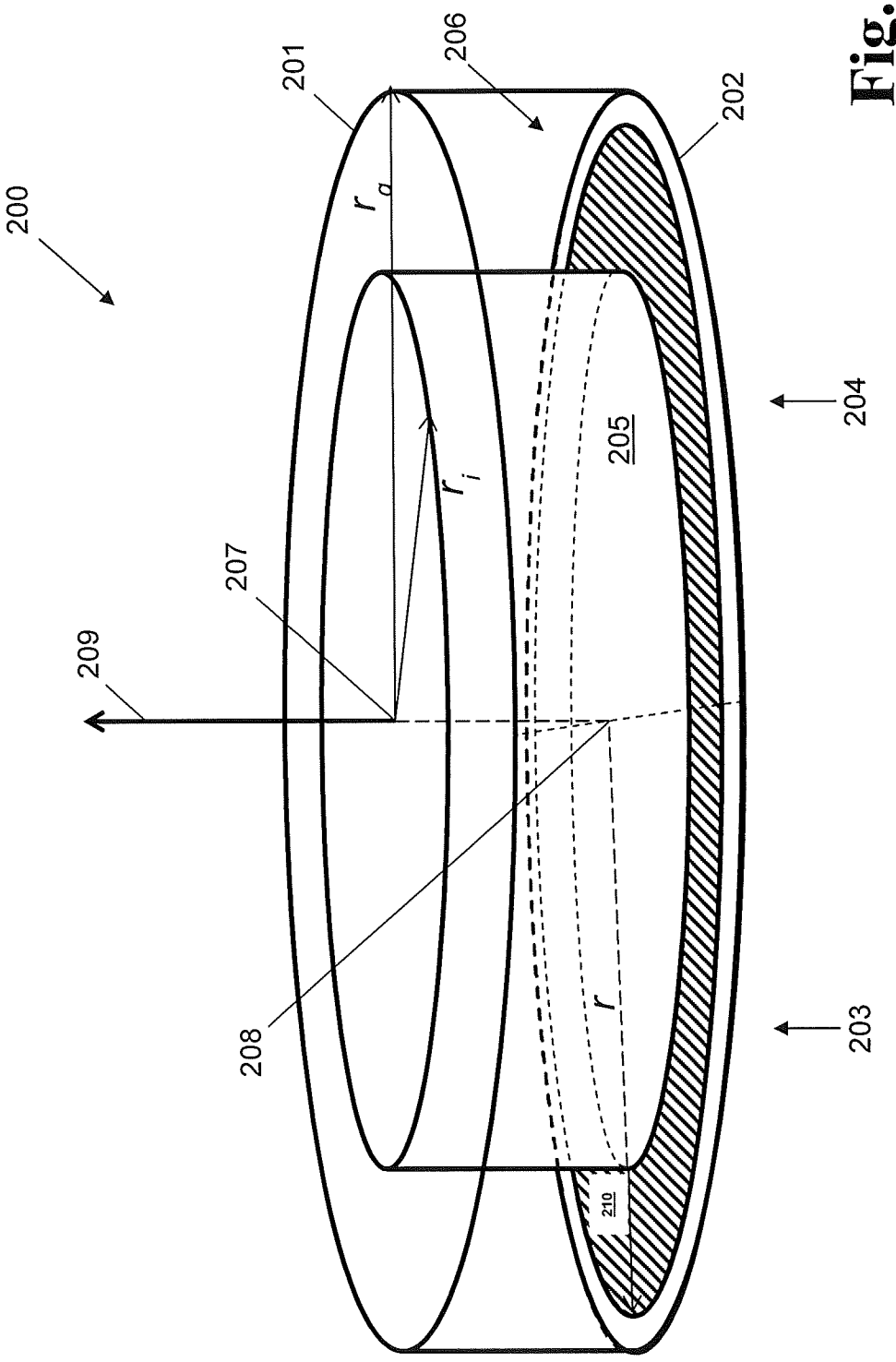

Fig. 2

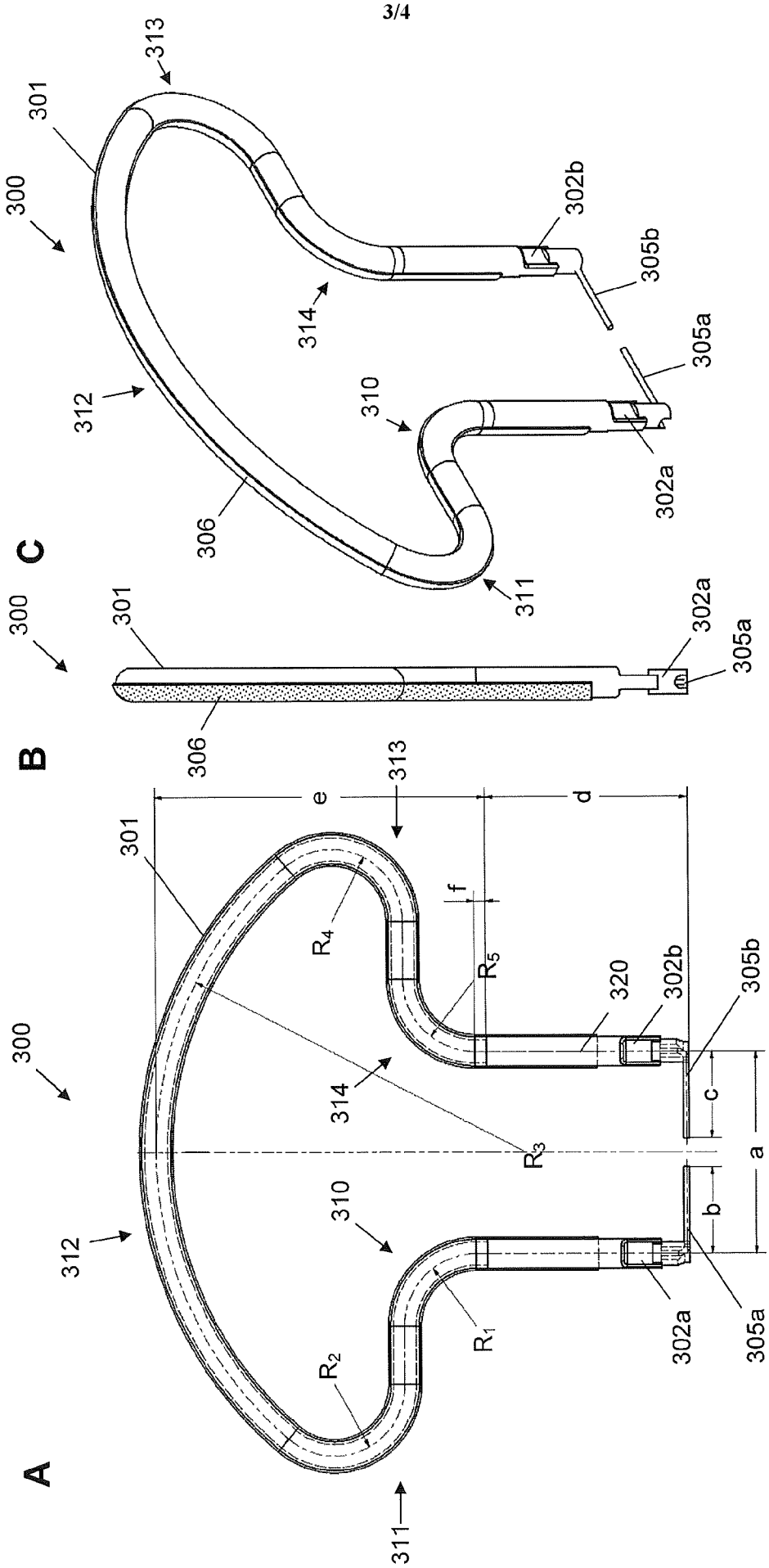
A
B
C
300
301
312
310
311
313
314
320
302a
302b
305a
305b
306
R_1
R_2
R_3
R_4
R_5
a
b
c
d
e
f

Fig. 3

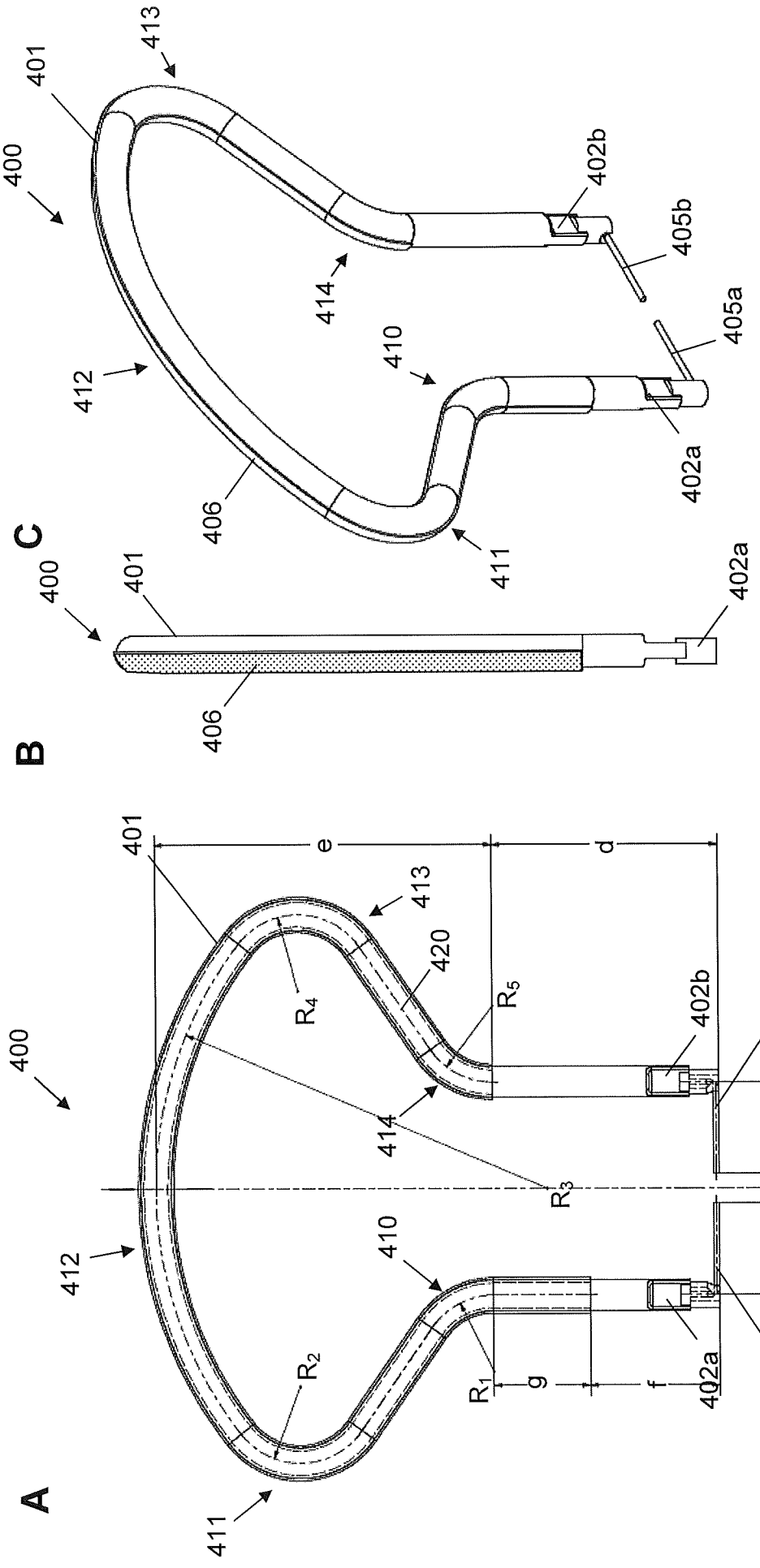
A
B
C
400
401
413
420
410
412
411
414
406
402a
402b
405a
405b
e
d
c
b
a
f
g
R_1
R_2
R_3
R_4
R_5

Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/065082

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L21/67
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)
H01L

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	US 6 081 072 A (SUZUKI SHINJI [JP]) 27 June 2000 (2000-06-27)	1-11,14
A	column 1, line 40 - line 47 column 3, line 25 - column 4, line 63 figures 1-5	12,13,15

X	EP 0 786 922 A1 (SEB SA [FR]) 30 July 1997 (1997-07-30)	12,15
Y	column 3, line 7 - column 4, line 27 figure 4	1-11,13,14

A	DE 10 2006 047472 A1 (FHR ANLAGENBAU GMBH [DE]) 10 April 2008 (2008-04-10) paragraph [0038] - paragraph [0041]	1,10-12

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
24 October 2013	05/11/2013

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Meixner, Matthias

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/065082

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 425 981 A2 (DANGELMAIER SFR FORMBAU [DE]) 8 May 1991 (1991-05-08)	13
A	column 4, line 40 - line 51 figure 1	1,4, 10-12
A	CN 2 657 187 Y (SHANGHAI YISHIHAO ELECTRIC EQU [CN]) 17 November 2004 (2004-11-17) the whole document	1,10-12
A	EP 0 343 868 A2 (CERAMASPEED LTD [GB]) 29 November 1989 (1989-11-29) the whole document	1,10-12

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/065082

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6081072 A	27-06-2000	JP H11176389 A	02-07-1999
		US 6081072 A	27-06-2000
EP 0786922 A1	30-07-1997	CA 2195720 A1	26-07-1997
		CN 1162431 A	22-10-1997
		DE 69704889 D1	28-06-2001
		DE 69704889 T2	28-03-2002
		EP 0786922 A1	30-07-1997
		FR 2744321 A1	01-08-1997
		IN 190577 A1	09-08-2003
		US 5841108 A	24-11-1998
		ZA 9700456 A	30-07-1997
DE 102006047472 A1	10-04-2008	NONE	
EP 0425981 A2	08-05-1991	AT 115905 T	15-01-1995
		DE 3935856 C1	25-04-1991
		EP 0425981 A2	08-05-1991
CN 2657187 Y	17-11-2004	NONE	
EP 0343868 A2	29-11-1989	AT 107832 T	15-07-1994
		AT 124198 T	15-07-1995
		AT 163828 T	15-03-1998
		AU 616759 B2	07-11-1991
		AU 3528489 A	30-11-1989
		CA 1312898 C	19-01-1993
		DE 68916323 D1	28-07-1994
		DE 68916323 T2	06-10-1994
		DE 68923181 D1	27-07-1995
		DE 68923181 T2	26-10-1995
		DE 68928596 D1	09-04-1998
		DE 68928596 T2	30-07-1998
		EP 0343868 A2	29-11-1989
		EP 0503685 A2	16-09-1992
		EP 0571054 A2	24-11-1993
		ES 2055050 T3	16-08-1994
		ES 2073815 T3	16-08-1995
		ES 2113476 T3	01-05-1998
		GB 2220333 A	04-01-1990
		JP H0229515 A	31-01-1990
		NZ 229261 A	26-11-1991
		US 5051561 A	24-09-1991
		US 5204510 A	20-04-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/065082

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L21/67
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L

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	US 6 081 072 A (SUZUKI SHINJI [JP]) 27. Juni 2000 (2000-06-27)	1-11,14
A	Spalte 1, Zeile 40 - Zeile 47 Spalte 3, Zeile 25 - Spalte 4, Zeile 63 Abbildungen 1-5	12,13,15

X	EP 0 786 922 A1 (SEB SA [FR]) 30. Juli 1997 (1997-07-30)	12,15
Y	Spalte 3, Zeile 7 - Spalte 4, Zeile 27 Abbildung 4	1-11,13, 14

A	DE 10 2006 047472 A1 (FHR ANLAGENBAU GMBH [DE]) 10. April 2008 (2008-04-10) Absatz [0038] - Absatz [0041]	1,10-12

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
24. Oktober 2013	05/11/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Meixner, Matthias

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 425 981 A2 (DANGELMAIER SFR FORMBAU [DE]) 8. Mai 1991 (1991-05-08)	13
A	Spalte 4, Zeile 40 - Zeile 51 Abbildung 1	1,4, 10-12

A	CN 2 657 187 Y (SHANGHAI YISHIHAO ELECTRIC EQU [CN]) 17. November 2004 (2004-11-17) das ganze Dokument	1,10-12

A	EP 0 343 868 A2 (CERAMASPEED LTD [GB]) 29. November 1989 (1989-11-29) das ganze Dokument	1,10-12

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/065082

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6081072 A	27-06-2000	JP H11176389 A	02-07-1999
		US 6081072 A	27-06-2000
EP 0786922 A1	30-07-1997	CA 2195720 A1	26-07-1997
		CN 1162431 A	22-10-1997
		DE 69704889 D1	28-06-2001
		DE 69704889 T2	28-03-2002
		EP 0786922 A1	30-07-1997
		FR 2744321 A1	01-08-1997
		IN 190577 A1	09-08-2003
		US 5841108 A	24-11-1998
		ZA 9700456 A	30-07-1997
DE 102006047472 A1	10-04-2008	KEINE	
EP 0425981 A2	08-05-1991	AT 115905 T	15-01-1995
		DE 3935856 C1	25-04-1991
		EP 0425981 A2	08-05-1991
CN 2657187 Y	17-11-2004	KEINE	
EP 0343868 A2	29-11-1989	AT 107832 T	15-07-1994
		AT 124198 T	15-07-1995
		AT 163828 T	15-03-1998
		AU 616759 B2	07-11-1991
		AU 3528489 A	30-11-1989
		CA 1312898 C	19-01-1993
		DE 68916323 D1	28-07-1994
		DE 68916323 T2	06-10-1994
		DE 68923181 D1	27-07-1995
		DE 68923181 T2	26-10-1995
		DE 68928596 D1	09-04-1998
		DE 68928596 T2	30-07-1998
		EP 0343868 A2	29-11-1989
		EP 0503685 A2	16-09-1992
		EP 0571054 A2	24-11-1993
		ES 2055050 T3	16-08-1994
		ES 2073815 T3	16-08-1995
		ES 2113476 T3	01-05-1998
		GB 2220333 A	04-01-1990
		JP H0229515 A	31-01-1990
		NZ 229261 A	26-11-1991
		US 5051561 A	24-09-1991
		US 5204510 A	20-04-1993