(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
2. Juli 2009 (02.07.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/080010 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C23C 16/455 (2006.01) *C23C 16/513* (2006.01)
C23C 16/453 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2008/002122

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Dezember 2008 (15.12.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 063 380.9
20. Dezember 2007 (20.12.2007) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastrasse 27, 80686 MÜnchen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **MÄDER, Gerrit** [DE/DE]; Liebigstrasse 32, 01187 Dresden (DE). **ROCH, Julius** [DE/DE]; Zum Turmberg 33, 01328 Dresden (DE). **KAPHENGST, Felix** [DE/DE]; Grosssedlitzer Strasse 21, 01257 Dresden (DE).

(74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR**; An der Frauenkirche 20, 01067 Dresden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht*
— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

(54) **Title:** COATING DEVICE FOR COATING A SUBSTRATE UNDER ATMOSPHERIC CONDITIONS

(54) **Bezeichnung:** BESCHICHTUNGSVORRICHTUNG ZUR BESCHICHTUNG EINES SUBSTRATES BEI ATMOSPHÄRENBEDINGUNGEN

(57) **Abstract:** The invention relates to a coating device for coating a substrate under atmospheric conditions and to a method for modifying substrate surfaces under atmospheric conditions. The aim of the invention is to provide an atmospheric pressure continuous flow reactor or a coating device which is designed to facilitate the deposition of a homogeneous coating in a parameter field that is significantly extended in comparison to prior art, thus obtaining a significantly increased flexibility in terms of the use of different coatings or coating systems. The coating device has a locally fixed plasma source, a substrate carrier that be moved in relation to the plasma source in a first direction (feed direction), said carrier being located on a side facing the plasma source to support and transport a substrate to be coated, and an outlet device for the plasma of the plasma source, which can be moved in relation to the plasma source in a second direction (B2), at least part of which does not correspond to the first direction. The outlet device has at least one outlet opening and is situated and can be moved in the second direction in such a way that plasma from the plasma source can be directed onto the substrate surface via the outlet opening(s).

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung beschreibt eine Beschichtungsvorrichtung zur Beschichtung eines Substrates bei Atmosphärenbedingungen sowie ein Verfahren für die Modifizierung von Substratoberflächen bei Atmosphärenbedingungen. Aufgabe der Erfindung ist es, einen Atmosphärendruckdurchlaufreaktor bzw. eine Beschichtungsvorrichtung zur Verfügung zu stellen, der bzw. die so ausgebildet ist, dass eine homogene Schichtabscheidung in einem im Vergleich zum Stand der Technik deutlich erweiterten Parameterfeld möglich ist, und dass eine deutlich erhöhte Flexibilität in Bezug auf die Verwendung für unterschiedliche Beschichtungen oder Schichtsysteme vorliegt. Die Beschichtungsvorrichtung weist eine ortsfest angeordnete Plasmaquelle, einen relativ zur Plasmaquelle in eine erste Bewegungsrichtung (Vorschubrichtung) bewegbaren Substratträger, welcher auf einer der Plasmaquelle zugewandten Seite ausgebildet ist, zum Tragen und zum Transport eines zu beschichtenden Substrats und eine relativ zur Plasmaquelle in einer zweiten Bewegungsrichtung (B2), welche zumindest teilweise nicht der ersten Bewegungsrichtung entspricht, bewegbare Austrittsvorrichtung für das Plasma der Plasmaquelle, wobei die Austrittsvorrichtung mindestens eine Austrittsöffnung auf. Die Austrittsvorrichtung ist so angeordnet und entlang der zweiten Bewegungsrichtung bewegbar, dass über die mindestens eine Austrittsöffnung Plasma aus der Plasmaquelle in Richtung auf die Substratoberfläche richtbar ist.

WO 2009/080010 A1

Beschichtungsvorrichtung zur Beschichtung eines Substrates bei Atmosphärenbedingungen

Die vorliegende Erfindung beschreibt eine Beschichtungsvorrichtung (nachfolgend alternativ auch Modul genannt) zur Beschichtung eines Substrates bei Atmosphärenbedingungen sowie ein Verfahren für die Modifizierung von Substratoberflächen bei Atmosphärenbedingungen. Die Modifikation bzw. die Beschichtung erfolgt dabei mit einem von einer Plasmaquelle generierten Plasma, wobei der erfindungsgemäße Aufbau im Wesentlichen der normalen Umgebungsatmosphäre ausgesetzt ist: Unter Atmosphärenbedingungen wird somit ein Druckintervall von etwa ± 300 Pascal um den jeweiligen Umgebungsatmosphärendruck verstanden. Dabei kann auf eine vor äußeren Einflüssen vollständig schützende Kammer genauso verzichtet werden, wie auf üblicherweise eingesetzte Elemente zur Reduzierung eines Drucks innerhalb von Vakuumkammern, in denen die unterschiedlichsten unter die Oberbegriffe CVD-

und PVD-Verfahren fallenden Prozesse durchgeführt werden. Unter dem Begriff „Atmosphärenbedingung" sollen also Atmosphärenzusammensetzungen verstanden werden, die maximal um einige wenige 100 Pascal vom absoluten Atmosphärendruck der Umgebungsatmosphäre abweichen, verstanden werden.

Für die Modifizierung der jeweiligen Substratoberfläche soll dabei in jedem Fall ein Plasma eingesetzt werden, um beispielsweise eine Reinigung einer Oberfläche, den Auftrag einer oder mehrerer Schicht(en) auf einer Oberfläche, den Abtrag von Schichten oder Bestandteilen der Oberfläche, eine Modifizierung einer auf einer Oberfläche aufgebrachten Schicht von Substraten oder auch eine chemische oder physikalische Modifizierung von Oberflächen von Substraten mit Hilfe der Plasmaenergie vornehmen zu können.

Aus dem Stand der Technik sind bereits verschiedene Module sowie Verfahren für die Modifizierung von Substratoberflächen bei Atmosphärenbedingungen bekannt. Derzeit sind dabei homogene Schichtabscheidungen mittels eines Atmosphärendruckdurchlaufreaktors bzw. einer Beschichtungsvorrichtung zur Beschichtung eines Substrats bei Atmosphärenbedingungen nur in einem sehr engen Parameterfeld möglich. Hochwertige anorganische Funktionsschichten bzw. die Verwendung der Reaktoren für unterschiedliche Schichtsysteme erfordern jedoch den Einsatzbereich der Reaktoren in einem sehr weiten Parameterbereich.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit, einen Atmosphärendruckdurchlaufreaktor bzw. eine Beschichtungsvorrichtung zur Verfügung zu stellen, der bzw. die so ausgebildet ist, dass eine homogene Schichtabscheidung in einem im Vergleich zum Stand

der Technik deutlich erweiterten Parameterfeld möglich ist, und dass eine deutlich erhöhte Flexibilität in Bezug auf die Verwendung für unterschiedliche Beschichtungen oder Schichtsysteme vorliegt.

Die vorstehende Aufgabe wird durch eine erfindungsgemäße Beschichtungsvorrichtung nach Patentanspruch 1 sowie durch ein entsprechendes Beschichtungsverfahren nach Anspruch 15 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Beschichtungsvorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Beschichtungsverfahrens lassen sich den abhängigen Ansprüchen entnehmen.

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung zunächst allgemein beschrieben, dieser allgemeinen Beschreibung schließt sich ein spezielles Ausführungsbeispiel an. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung und im Rahmen des Fachwissens des Fachmanns können die einzelnen erfindungsgemäßen Ausgestaltungsformen, welche im speziellen Ausführungsbeispiel gezeigt sind, jedoch auch in einer anderen Konfiguration als der im speziellen Ausführungsbeispiel gezeigten ausgeführt sein bzw. verwendet werden.

Grundlegende Idee der Lösung der Aufgabenstellung der vorliegenden Erfindung ist es, zu der eindimensionalen Bewegungsrichtung des Substrates (welche nachfolgend alternativ auch als erste Bewegungsrichtung oder Vorschubrichtung bezeichnet wird) eine zweite Bewegung in eine zweite Bewegungsrichtung, welche nicht der ersten Bewegungsrichtung entspricht (welche somit zumindest teilweise unter einem Winkel größer 0 Grad zur ersten Bewegungsrichtung durchgeführt wird) des Austrittsöffnungsfeldes der zur Beschichtung verwendeten Plasmaquelle hinzuzufügen.

Um hierbei die über einen weiten Parameterbereich notwendigen, zufriedenstellenden Homogenitäten der Beschichtung sicherzustellen, wozu insbesondere eine deutlich höhere Bewegungsgeschwindigkeit des Austrittsöffnungsfeldes der Plasmaquelle im Vergleich zur Substratvorschubgeschwindigkeit sehr vorteilhaft ist, wird hierzu lediglich eine Austrittsvorrichtung für das Plasma das Plasmaquelle bewegt, da sich eine entsprechende Austrittsvorrichtung auf einfache Art und Weise als leichtgewichtige Düsenplatte oder als Schieber realisieren lässt, so dass eine Bewegung der vergleichsweise schweren Plasmaquelle vermieden werden kann. Erfindungsgemäß wird somit die Austrittsvorrichtung bewegt, während die Plasmaquelle selbst ortsfest angeordnet bleibt.

Überraschenderweise hat auch diese Konstruktion einer ortsfest angeordneten Plasmaquelle und einer relativ dazu bewegten Austrittsvorrichtung für das Plasma der Plasmaquelle gezeigt, dass sich auf diese Art und Weise besonders homogene Beschichtungen des Substrates erzielen lassen.

Besonders vorteilhaft wird dabei das Düsenfeld bzw. die Austrittsvorrichtung der ortsfest angeordneten Plasmaquelle mit einer translatorischen Bewegung, insbesondere einer rechteckigförmigen Bewegung, hin und her bewegt. Diese Hinundherbewegung erfolgt bevorzugt senkrecht zur Vorschubrichtung des Substrates. Neben einer translatorischen Hinundherbewegung ist jedoch auch eine rotatorische Bewegung möglich, es muss nur sichergestellt werden, dass diese zumindest teilweise Bewegungskomponenten enthält, die nicht in Vorschubrichtung des Substrates gerichtet sind. Wird somit nachfolgend davon gesprochen, dass

die Austrittsvorrichtung relativ zur Plasmaquelle in eine zweite Bewegungsrichtung bewegt wird, welche zumindest teilweise nicht der ersten Bewegungsrichtung (also der Bewegung des Substratträgers samt darauf angeordnetem Substrat relativ zur Plasmaquelle) entspricht, so ist diese Angabe nicht einschränkend dahingehend zu verstehen, dass lediglich zwei translatorische Bewegungen als erste und zweite Bewegungsrichtung durchgeführt werden, welche beispielsweise unter einem festen Winkel oder ähnliches zueinander durchgeführt werden, sondern es ist z.B. auch eine bogenförmige Bewegung als die zweite Bewegung möglich, sofern nur sichergestellt ist, dass die zweite Bewegung zumindest einen Bewegungsanteil aufweist, welcher unter einem Winkel > 0° relativ zur ersten Bewegungsrichtung durchgeführt wird.

Durch die Bewegung der Austrittsvorrichtung bzw. der Düsenplatte wird die Plasmaextraktion strahlgeführt koordiniert bewegt (die Plasmaextraktion aus der Plasmaquelle folgt somit der Düsenbewegung). Die Plasmaquelle ist hierbei ortsfest im Raum angeordnet, wird somit im Gegensatz zum Substratträger und zur Austrittsvorrichtung nicht bewegt. Das Substrathandling ist jedoch weiterhin sehr einfach möglich. Insbesondere infolge der geringen Eigenmasse der Düsenplatte (beispielsweise etwa 300 g im Vergleich zu etwa 10 bis 15 kg der Plasmaquelle) ist die zur Erlangung der vorteilhaften hochhomogenen Schichtabscheidungen notwendige Bewegung mittels einer hohen Dynamik der Beschichtungsdüsen zu erreichen. Durch die vorbeschriebene Überlagerung der beiden Bewegungen ist also eine sehr homogene Beschichtung des auf dem Substratträger angeordneten Substrates möglich. In der Praxis zeigt sich, dass gerade diese Kombination der beiden Bewegungen dazu führt, dass die Steuerung

bzw. Regelung der Beschichtungsvorrichtung weitestgehend parameterunabhängig und gleichzeitig weitestgehend unabhängig vom konkreten Schichtsystem möglich ist.

Insbesondere lassen sich mit der vorgestellten erfindungsgemäßen Beschichtungsvorrichtung Solarwafer beschichten und ätzen, Funktionsbeschichtungen auf Edelstahlsubstrate aufbringen und Antihaftbeschichtungen von Druckplatten und/oder Druckwalzen durchführen.

Nachfolgend wird nun die vorliegende Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben.

Es zeigen:

Figur 1 eine Übersicht über ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beschichtungsvorrichtung.

Figur 2 eine Skizze der verwendeten Plasmaquelle und der verwendeten Austrittsvorrichtung des in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiels.

Figur 3 eine Aufsicht auf die im erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 und 2 verwendete Austrittsvorrichtung.

Figur 1 zeigt eine Schnittansicht senkrecht zur Substratebene bzw. zur Transportebene des Substrates S durch die erfindungsgemäße Beschichtungsvorrichtung. Figur 2 zeigt dann einen Schnitt in einer Ebene parallel zur Schnittebene von Figur 1 durch die Plasmaquelle 1 und die Austrittsvorrichtung 3 und Figur 3 zeigt eine Aufsicht auf die verwendete Austrittsvorrichtung 3, also einen Schnitt in einer Ebene senk-

recht zu den in den Figuren 1 und 2 gezeigten Schnittebenen.

Als im Rahmen der erfindungsgemäßen Beschichtungsvorrichtung eingesetzte Plasmaquelle 1 kann beispielsweise eine Lichtbogenplasmaquelle oder eine Mikrowellenplasmaquelle eingesetzt werden. Die in der Figur 2 gezeigte Plasmaquelle 1 ist als Mikrowellenplasmaquelle ausgebildet, die wie in der DE 102 39 875 A1 beschrieben ausgebildet sein kann (siehe in der genannten Offenlegungsschrift insbesondere die Figur 4 und die zugehörigen Beschreibungsstellen; die DE 102 39 875 A1 wird, insbesondere im Hinblick auf die vorstehend genannten Stellen, vollständig in die Offenbarung der vorliegenden Erfindung mit einbezogen).

Die Plasmaquelle 1 ist in an sich bekannter Form mit einer Energiezuführung und einer Zuführung für ein Plasmagas ausgestattet. Ebenfalls kann die Plasmaquelle 1 in an sich bekannter Weise mit einer Zuführung für ein Precursor-Gas ausgestattet sein, welches zusammen mit dem Plasmagas der Quelle in den eigentlichen Reaktionsraum der Beschichtung des Substrates eingeführt wird. Ein solches Precursor-Gas wird vorteilhafterweise mit einer Rate von etwa 70 bis 80 l/min zugeführt, damit ein optimales Arbeiten der erfindungsgemäßen Beschichtungsvorrichtung bei Atmosphärenbedingungen möglich ist. Der Substratträger 2 mit dem darauf angeordneten Substrat S steht somit unmittelbar in Kontakt mit der Umgebungsatmosphäre (in der Regel Luft) und es kann prinzipiell ohne Weiteres auf ein schützendes Gehäuse verzichtet werden, wenn auch (siehe nachfolgend) im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein solches Schutzgehäuse gegenüber der außenseitigen Umgebung U gezeigt ist. Insbesondere kann somit auf Gehäuse verzichtet werden, innerhalb

derer bestimmte atmosphärische Bedingungen, welche nicht der Umgebungsatmosphäre entsprechen, eingestellt werden müssten. Wird somit nachfolgend von einer „Abschirmung" des eigentlichen Reaktionsraumes für die Beschichtung des Substrates bzw. einer entsprechenden Reaktionskammer gesprochen, so ist damit nicht gemeint, dass hier eine vollständige Abschirmung in Form einer Abdichtung gegenüber der Umgebungsatmosphäre U erfolgen müsste.

Die ortsfest angeordnete Plasmaquelle 1 der in Figur 1 gezeigten Beschichtungsvorrichtung weist auf einer Seite (die Oberseite in der Figur) eine Kugellagerführung auf (nicht gezeigt), in welcher die Austrittsvorrichtung 3 beweglich gelagert ist. Die Austrittsvorrichtung 3 kann somit als bewegliche obere Deckelfläche der Plasmaquelle 1 angesehen werden, welche senkrecht zur Austriebsrichtung A des Plasmas P aus der Plasmaquelle beweglich ist. Die gleitende translatorische Bewegung, welche die Austrittsvorrichtung 3 in der Kugellagerführung der Plasmaquelle durchführen kann, ist im Bild mit dem Bezugszeichen B2 gekennzeichnet (zweite Bewegungsrichtung in x-Richtung eines kartesischen Koordinatensystems senkrecht zur Austriebsrichtung A des Plasmas in y-Richtung des Koordinatensystems).

Im vorliegenden Fall wird die zweite Bewegung B2 in Form einer rechteckförmigen Hinundherbewegung ausgeführt: Diese Bewegung der Austrittsvorrichtung 3 kann dadurch realisiert werden, dass die Austrittsvorrichtung 3 mit Hilfe von Pneumatikzylindern (nicht gezeigt) bewegt wird. Im gezeigten Fall beträgt das Gewicht der Plasmaquelle 1 ca. 15 kg, wohingegen das Gewicht der beweglichen Austrittsvorrichtung (bzw. Düsenplatte, siehe nachfolgend) etwa 300 g beträgt.

Die rechteckförmige Hinundherbewegung B2 wird vorteilhafterweise mit konstanter Geschwindigkeit ausgeführt, was beispielsweise durch eine elektronische Programmsteuerung der Pneumatikzylinder sichergestellt werden kann.

Die Austrittsvorrichtung 3 ist so ausgeführt, dass in eine ebene Platte eine Vielzahl von in Austrittsrichtung A (bzw. y-Richtung) verlaufende Bohrungen 3' seitlich (in x-Richtung und/oder in z-Richtung) versetzt zueinander eingebracht sind. Durch diese Austrittsöffnungen bzw. Düsenöffnungen 3' wird das Plasma P hindurch getrieben, um wie nachfolgend beschrieben, in der eigentlichen Reaktionskammer 4 auf der der Plasmaquelle gegenüber liegenden Seite der Austrittsvorrichtung 3 für die Beschichtung des Substrates S zu sorgen.

Wie die Schnittansicht von Figur 1 weiter zeigt, ist auf der der Plasmaquelle 1 gegenüber liegenden Seite der Austrittsvorrichtung 3 ein Wandbereich 5, welcher im gezeigten Querschnitt U-förmig ausgebildet ist, so angeordnet, dass die beiden Schenkel des U bis an die Austrittsvorrichtung heranreichen. In dieser in Richtung senkrecht zur gezeigten Schnittebene langgestreckten U-Wanne wird der Substratträger 2 in einer ersten Bewegungsrichtung (Vorschubrichtung) translatorisch bewegt. Die erste Bewegungsrichtung, in der eine kontinuierliche Translationsbewegung des Trägers 2 samt darauf angeordnetem Substrat S mit konstanter Geschwindigkeit durchgeführt wird, ist hierbei in z-Richtung, also senkrecht zur zweiten Bewegungsrichtung B2 und senkrecht zur Austrittsrichtung A des Plasmas P gerichtet. Die Bewegung des Substratträgers 2 erfolgt hierbei auf an sich bekannte Art und Weise.

Der Substratträger 2 transportiert dabei das auf seiner der Düsenplatte 3 zugewandten Seite angeordnete Substrat S, welches durch die Kombination der zweiten Bewegung B2 der Düsenplatte 3 und der ersten Bewegung des Substratträgers 2 zu beschichten ist. Die Düsenplatte 3 wird hierbei zwischen den Wandbereichen 5 und der Plasmaquelle 1 in einer Querbewegung B2 mit deutlich höherer Geschwindigkeit als der Vorschubgeschwindigkeit des Substratträgers bzw. des Substrates bewegt: Beispielsweise kann die Substratgeschwindigkeit bzw. die Substratträgergeschwindigkeit etwa 2 bis 5 mm/sec betragen, wohingegen die Düsenplatte bei einem Maximalhub von etwa 40 mm (maximale Amplitude der Rechteckbewegung in B2-Richtung) mittels einer Frequenz von 2 bis 5 Hz hin und her bewegt wird.

Wie nachfolgend (Figur 3) noch genauer gezeigt, ist es hierbei besonders vorteilhaft, dass benachbarte Austrittsöffnungen 3' der Austrittsvorrichtung 3 einen kleineren Abstand aufweisen, als der Maximalhub der Rechteckbewegung der Austrittsvorrichtung 3 (der Abstand benachbarter Düsen 3' beträgt etwa 22 mm).

Der Abstand der der Austrittsvorrichtung 3 zugewandten Oberfläche des Substrates S (welche insbesondere zu beschichten ist) zur Austrittsvorrichtung 3 beträgt 1 bis 10 mm.

Wie die Figur weiterhin zeigt, sind an den der Austrittsvorrichtung 3 zugewandten Enden der Wandbereiche 5 Gasvorhänge 6 angeordnet. Ebenso sind am der Austrittsvorrichtung 3 zugewandten Ende (bzw. an der Oberseite) der Plasmaquelle 1 solche Gasvorhänge 6 angeordnet. Diese Gasvorhänge 6 stoßen beweglich berührend an die Austrittsvorrichtung 3 an, so dass mit ihnen sichergestellt wird, dass einerseits eine zu

der homogenen Beschichtung notwendige Reaktionsatmosphäre in der Reaktionskammer 4 im Wesentlichen erhalten bleibt (insbesondere Erhaltung des zugeführten Precursor-Gases, nicht gezeigt), also nicht in die außerhalb der Wandbereiche 5 und der Quelle 1 liegenden Umgebungsbereiche U abfließt, und andererseits verhindert wird, dass durch die Bewegung der Düsenplatte 3 in Richtung B2 Gasströmungseffekt, wie bei einer Luftpumpe, hervorgerufen werden, welche ihrerseits eine homogene Beschichtung des Substrates S erschweren, wenn nicht gar verhindern würden. Alternativ zur Verwendung von Gasvorhängen 6 ist es jedoch auch möglich, Faltenbälge oder andere abgeschlossene Bereiche, in denen sich die Düsenplatte 3 dann hin und her bewegen kann, auszubilden. Hierbei ist allerdings dann sicherzustellen, dass durch die Bewegung der Platte keine solchen Gasströmungen, wie bei einer Luftpumpe hervorgerufen werden, so dass solche Konstruktionen zwar möglich, aber in der Regel aufwändiger sind.

Figur 2 zeigt nun im Querschnitt (x-y-Ebene senkrecht zur ersten und zur zweiten Bewegungsrichtung) einen Querschnitt durch die Plasmaquelle 1 samt an deren Ende angeordneter Düsenplatte 3. Figur 3 zeigt eine Aufsicht auf die entsprechende Düsenplatte (x-z-Ebene).

Wie Figuren 2 und 3 klar zeigen, sind in der Düsenplatte 3 drei einzelne Reihen mit jeweils sechs einzelnen Düsenöffnungen bzw. Austrittsöffnungen 3' (Austrittsöffnungen 3'-1 bis 3'-18) angeordnet. Die einzelnen Düsenöffnungen 3' sind dabei jeweils im Abstand von 22 mm zueinander in einem regelmäßigen Raster und vollständig durch die Düsenplatte 3 hindurchgehend ausgebildet (Bohrungen oder ähnliches). Im ge-

zeigten Fall (Fig. 3) weisen die einzelnen Düsenöffnungen 3' einen kreisförmigen Querschnitt auf. Es lassen sich jedoch auch Düsen mit einem ovalen Querschnitt, beispielsweise insbesondere einem elliptischen Querschnitt, verwenden.

Patentansprüche

1. Beschichtungsvorrichtung zur Beschichtung eines Substrats bei Atmosphärenbedingungen, aufweisend

eine ortsfest angeordnete Plasmaquelle (1),

einen relativ zur Plasmaquelle in eine erste Bewegungsrichtung (Vorschubrichtung) bewegbaren Substratträger (2), welcher auf einer der Plasmaquelle zugewandten Seite ausgebildet ist zum Tragen und zum Transport eines zu beschichtenden Substrats (S), und

eine relativ zur Plasmaquelle in einer zweiten Bewegungsrichtung (B2), welche zumindest teilweise nicht der ersten Bewegungsrichtung entspricht, bewegbare Austrittsvorrichtung (3) für das Plasma (P) der Plasmaquelle, wobei die Austrittsvorrichtung mindestens eine Austrittsöffnung (3') aufweist und wobei die Austrittsvorrichtung so angeordnet und entlang der zweiten Bewegungsrichtung bewegbar ist, dass über die mindestens eine Austrittsöffnung Plasma aus der Plasmaquelle in Richtung auf die Substratoberfläche richtbar ist.

2. Beschichtungsvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Austrittsvorrichtung im Wesentlichen zwischen der Plasmaquelle und dem Substratträger angeordnet ist und/oder dass die Austrittsvorrichtung als Teil der Plasmaquelle, insbesondere als beweglicher Wandabschnitt der Plasmaquelle, ausgebildet ist.

3. Beschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Bewegung in die Vorschubrichtung translatorische Bewegungsanteile aufweist und/oder als translatorische Bewegung ausgebildet ist.

4. Beschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Bewegung in die zweite Bewegungsrichtung translatorische Bewegungsanteile aufweist und/oder als translatorische Bewegung ausgebildet ist und/oder dass die Bewegung in die zweite Bewegungsrichtung rotatorische Bewegungsanteile aufweist und/oder als rotatorische Bewegung ausgebildet ist.

5. Beschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Bewegung in die zweite Bewegungsrichtung Bewegungsanteile aufweist, welche im Wesentlichen senkrecht zur Vorschubrichtung gerichtet sind und/oder dass die Bewegung in die zweite Bewegungsrichtung im Wesentlichen senkrecht zur Vorschubrichtung ausgebildet ist.

6. Beschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Bewegung in die zweite Bewegungsrichtung als

im Wesentlichen rechteckförmige Bewegung und/oder als translatorische Hin- und Herbewegung mit im Wesentlichen konstanter Hin- und Herbewegungsgeschwindigkeit ausgebildet ist.

7. Beschichtungsvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch,

dadurch gekennzeichnet, dass

in der Austrittsvorrichtung mehrere Austrittsöffnungen (3'-1, 3'-2, ...) ausgebildet sind und dass die maximale Amplitude (Hub) der Bewegung in die zweite Bewegungsrichtung größer ist als der mittlere Abstand zweier benachbarter Austrittsöffnungen der mehreren Austrittsöffnungen.

8. Beschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die mittlere Bewegungsgeschwindigkeit der Bewegung in die zweite Bewegungsrichtung größer ist, bevorzugt um mindestens 50% größer ist, bevorzugt um mindestens 100% größer ist, bevorzugt um mindestens 250% größer ist, bevorzugt um mindestens 500% größer ist, bevorzugt um mindestens 1000% größer ist als die mittlere Geschwindigkeit der Bewegung in die erste Bewegungsrichtung.

9. Beschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Austrittsvorrichtung als im Wesentlichen ebene Platte ausgebildet ist und/oder dass in

der Austrittsvorrichtung mehrere Austrittsöffnungen (3'-1, 3'-2, ...) ausgebildet sind.

10. Beschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

mindestens eine der Austrittsöffnungen als Düse, insbesondere als im Querschnitt kreisförmige Düse (Rundlochdüse) oder als im Querschnitt im Wesentlichen elliptische Düse (Ovaldüse) ausgebildet ist.

11. Beschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

gekennzeichnet durch

eine ortsfest angeordnete, insbesondere als Teil der Plasmaquelle oder eines Wandabschnitts derselben ausgebildete Gleitlager- oder Wälzlagerführung, insbesondere Kugellagerführung, in der die Austrittsvorrichtung beweglich gelagert ist.

12. Beschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

gekennzeichnet durch

eine Reaktionskammer (4), welche durch die der Plasmaquelle abgewandte Seite der Austrittsvorrichtung und durch einen auf der der Plasmaquelle gegenüberliegenden Seite der Austrittsvorrichtung ortsfest angeordneten und bis an die Austrittsvorrichtung herangeführten Wandbereich (5) ausgebildet ist, wobei die Reaktionskammer zum Hindurchbewegen des Substratträgers in die erste Bewegungsrichtung ausgebildet ist.

13. Beschichtungsvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Reaktionskammer durch zwischen dem Wandbereich und der Austrittsvorrichtung angeordnete Gasvorhänge (6) und/oder Gasschleusen gegenüber der Umgebung (U) abgeschirmt ist.

14. Beschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Plasmaquelle eine Lichtbogenplasmaquelle oder eine Mikrowellenplasmaquelle ist.

15. Beschichtungsverfahren zur Beschichtung eines Substrats bei Atmosphärenbedingungen, wobei

eine Plasmaquelle (1) ortsfest angeordnet wird,

wobei ein Substratträger (2), welcher auf einer der Plasmaquelle zugewandten Seite ausgebildet ist zum Tragen und zum Transport eines zu beschichtenden Substrats (S), relativ zur Plasmaquelle in eine erste Bewegungsrichtung (Vorschubrichtung) bewegt wird, und

wobei gleichzeitig zur Bewegung des Substratträgers eine Austrittsvorrichtung (3) für das Plasma (P) der Plasmaquelle, welche mindestens eine Austrittsöffnung (3') aufweist, relativ zur Plasmaquelle in einer zweiten Bewegungsrichtung (B2), welche zumindest teilweise nicht der ersten Bewegungsrichtung entspricht, bewegt wird, wobei die Austrittsvorrichtung so angeordnet und entlang der zweiten Bewegungsrichtung bewegt

wird, dass über die mindestens eine Austrittsöffnung Plasma aus der Plasmaquelle in Richtung auf die Substratoberfläche gestrahlt wird.

16. Beschichtungsverfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Beschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche zur Durchführung des Verfahrens eingesetzt wird.

17. Verwendung einer Beschichtungsvorrichtung oder eines Beschichtungsverfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Modifikation einer Oberfläche eines Substrates bei Atmosphärenbedingungen.

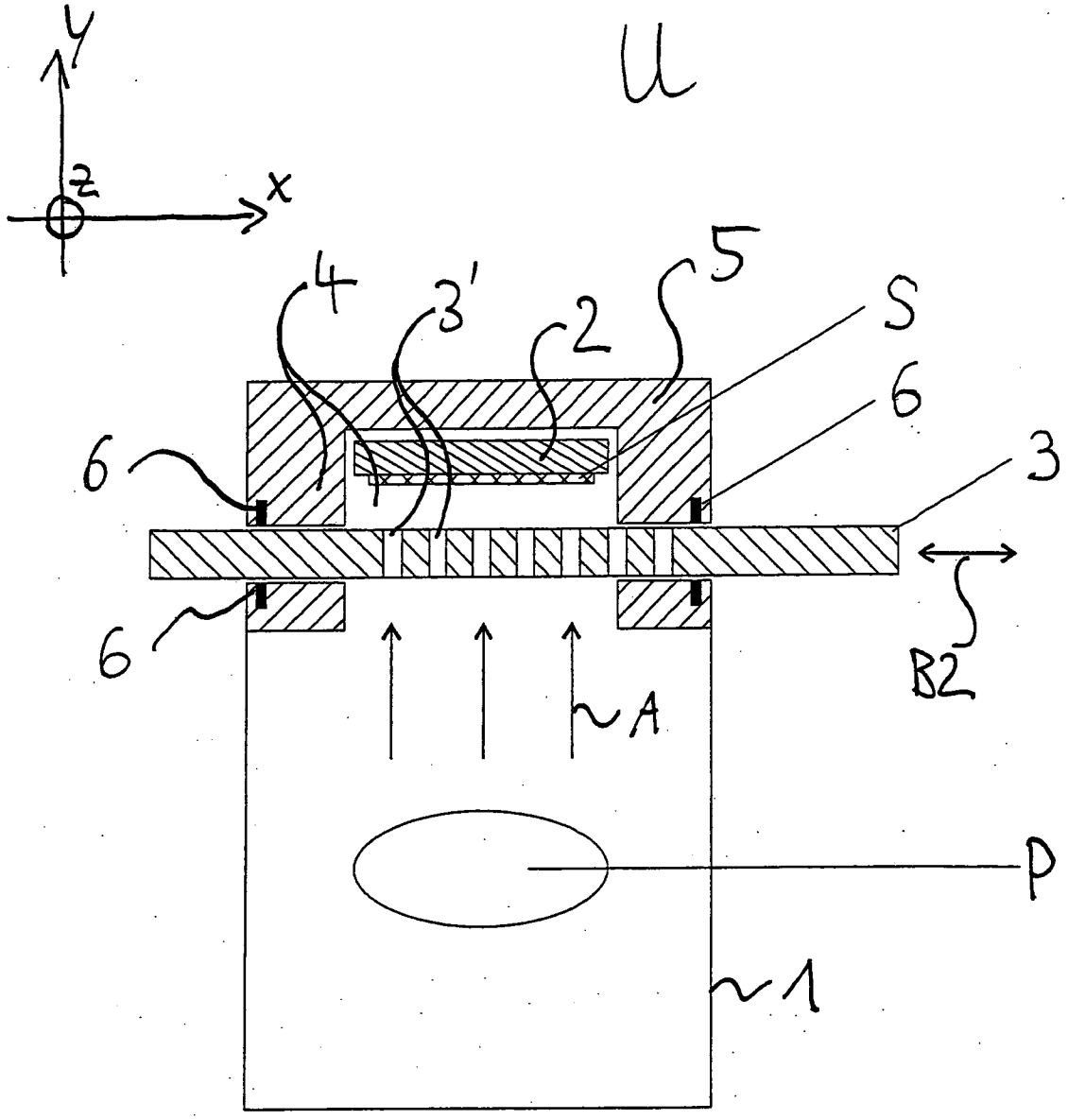
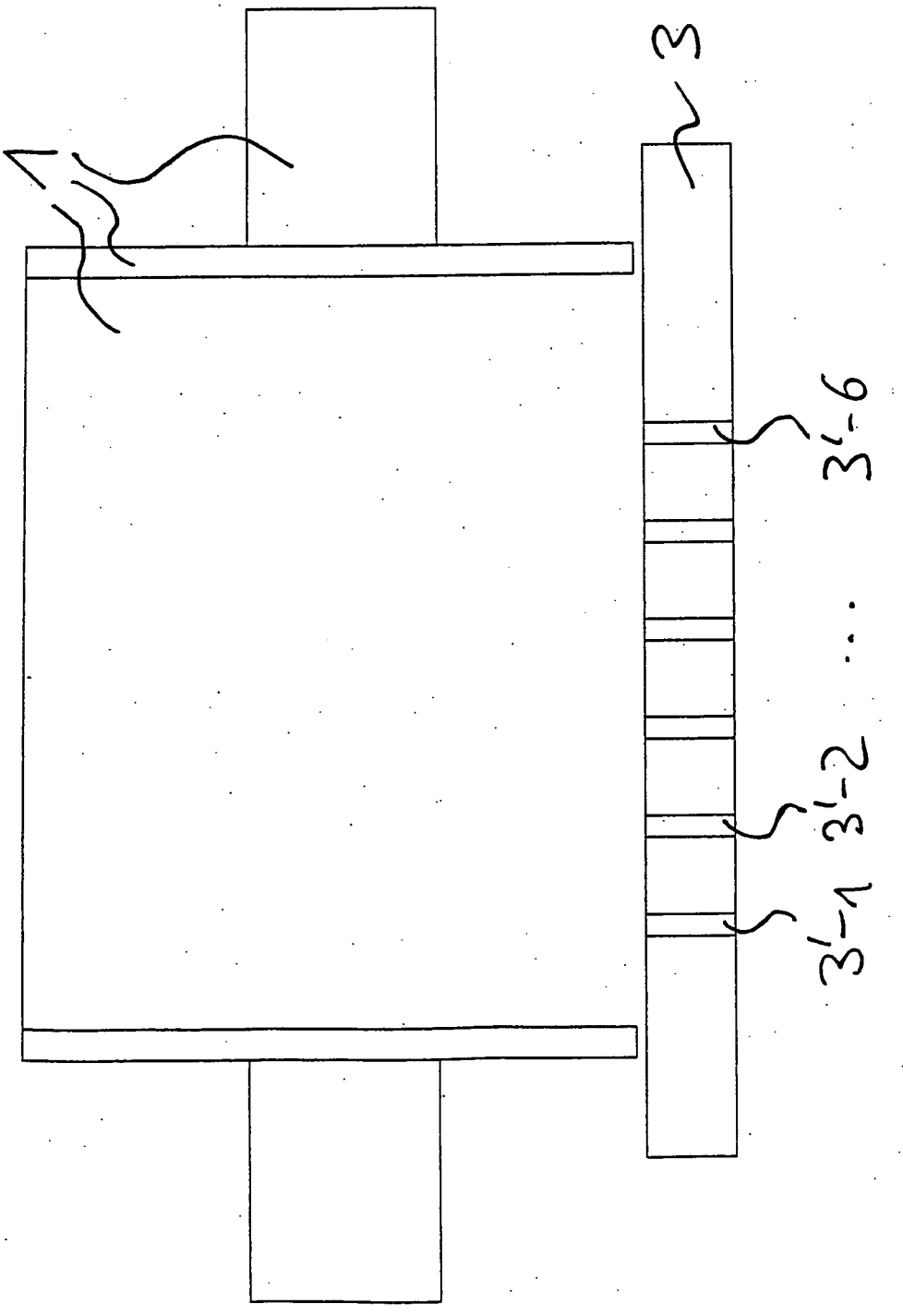


Fig. 1

Fig. 2



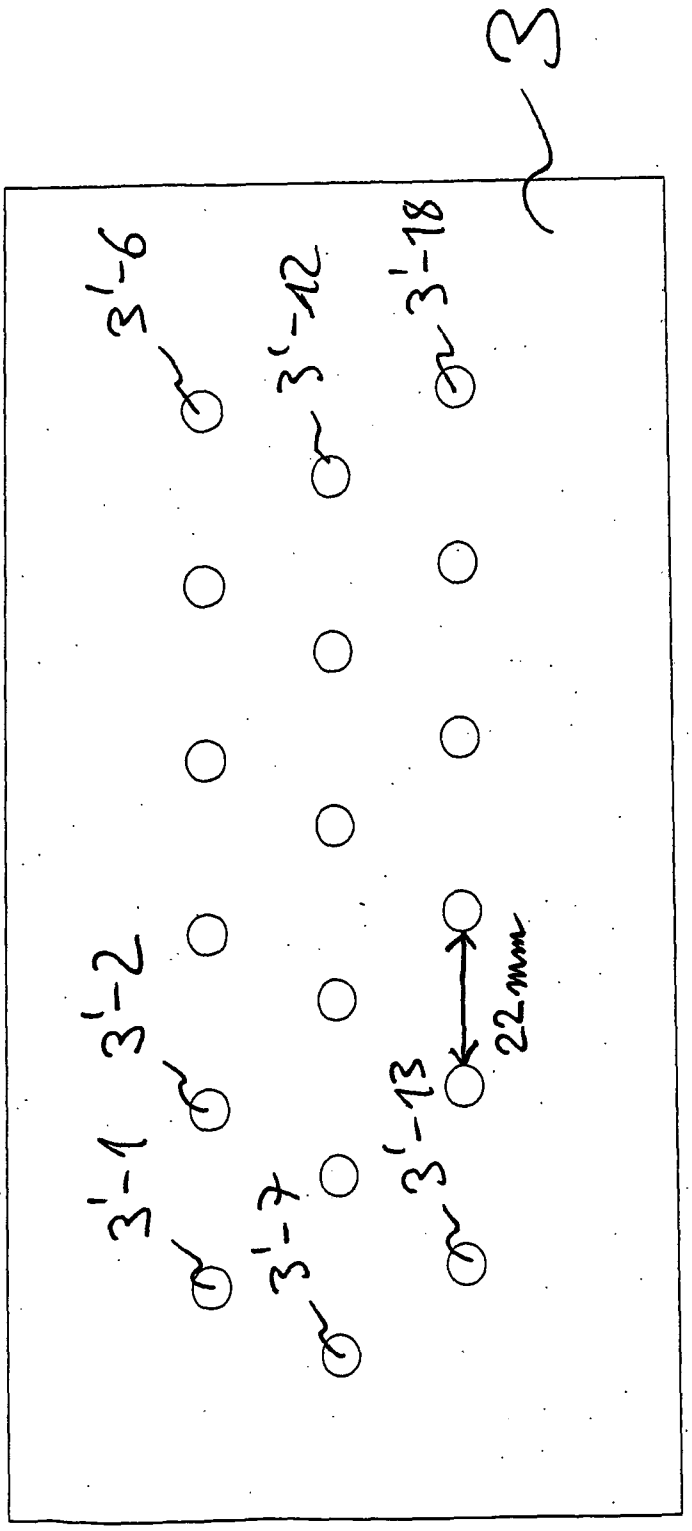


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2008/002122

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C23C16/455 C23C16/453 C23C16/513

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)
B05D C23C

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 practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 5 674 573 A (MITANI TSUTOMU [JP] ET AL) 7 October 1997 (1997-10-07) figures 7,8	1-4,6-9 5,10-17
Y	DE 102 39 875 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 18 March 2004 (2004-03-18) cited in the application figure 1	10-17
Y	EP 0 552 547 A (GEN ELECTRIC [US]) 28 July 1993 (1993-07-28) column 5, line 29	5
A	US 2006/102286 A1 (KIM DO-HYEONG [KR]) 18 May 2006 (2006-05-18) paragraphs [0006], [0033], [0034]; figures 1,2	1,15,17

-/--

[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 document 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
22 April 2009	06/05/2009

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	Schuhmacher, Jörg

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2008/002122

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 976 992 A (UI AKIO [JP] ET AL) 2 November 1999 (1999-11-02) figures 31B,32,33	1,15,17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2008/002122

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5674573 A	07-10-1997	NONE	
DE 10239875 A1	18-03-2004	EP 1394283 A1	03-03-2004
EP 0552547 A	28-07-1993	JP 5270978 A ZA 9209641 A	19-10-1993 30-08-1993
US 2006102286 A1	18-05-2006	KR 20060045262 A	17-05-2006
US 5976992 A	02-11-1999	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2008/002122

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C23C16/455 C23C16/453 C23C16/513

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B05D C23C

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	US 5 674 573 A (MITANI TSUTOMU [JP] ET AL) 7. Oktober 1997 (1997-10-07) Abbildungen 7,8	1-4,6-9 5,10-17
Y	DE 102 39 875 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 18. März 2004 (2004-03-18) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1	10-17
Y	EP 0 552 547 A (GEN ELECTRIC [US]) 28. Juli 1993 (1993-07-28) Spalte 5, Zeile 29	5
A	US 2006/102286 A1 (KIM DO-HYEONG [KR]) 18. Mai 2006 (2006-05-18) Absätze [0006], [0033], [0034]; Abbildungen 1,2	1,15,17

-/--

[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" älteres Dokument, 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 anderen 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
22. April 2009	06/05/2009
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 Schuhmacher, Jörg

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2008/002122

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 976 992 A (UI AKIO [JP] ET AL) 2. November 1999 (1999-11-02) Abbildungen 31B,32,33	1,15,17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2008/002122

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5674573 A	07-10-1997	KEINE	
DE 10239875 A1	18-03-2004	EP 1394283 A1	03-03-2004
EP 0552547 A	28-07-1993	JP 5270978 A	19-10-1993
		ZA 9209641 A	30-08-1993
US 2006102286 A1	18-05-2006	KR 20060045262 A	17-05-2006
US 5976992 A	02-11-1999	KEINE	