

(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  
21. Juni 2007 (21.06.2007)

PCT

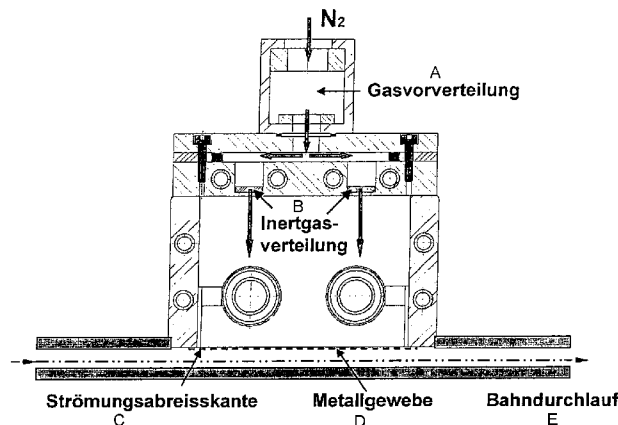
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2007/068322 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*B05D 3/06* (2006.01)      *B05D 5/06* (2006.01)  
*B05D 3/04* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/010999
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
16. November 2006 (16.11.2006)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2005 060 198.7  
14. Dezember 2005 (14.12.2005) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LEIBNIZ-INSTITUT FÜR OBERFLÄCHEN-MODIFIZIERUNG E.V.** [DE/DE]; Permoserstrasse 15, 04318 Leipzig (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BLAUE, Rainer** [DE/DE]; Elsattrasse 12, 04315 Leipzig (DE). **HINKEFUSS, Manfred** [DE/DE]; Virchowstrasse 26, 04157 Leipzig (DE). **PRAGER, Lutz** [DE/DE]; Eitar André Strasse 1, 04157 Leipzig (DE). **SCHUBERT, Rolf** [DE/DE]; Wedniger Strasse 21A23, 04687 Trebsen (DE). **MEHNERT, Reiner** [DE/DE]; Mittelstrasse 6, 04416 Markkleeberg (DE).
- (74) **Anwalt: KÖHLER, Tobias**; Kohlgartenstrasse 33-35, 04315 Leipzig (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: APPARATUS FOR CARRYING OUT A METHOD TO MODIFY SURFACES OF RADIATION-HARDENABLE COLOURS AND PAINTS BY PHOTOCHEMICAL MICROFOLDING BY MEANS OF SHORT-WAVE, MONOCHROMATIC UV RADIATION UNDER STABLE IRRADIATION AND INERTING CONDITIONS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG EINES VERFAHRENS ZUR MODIFIZIERUNG VON OBERFLÄCHEN STRAHLENHÄRTBARER FARBEN UND LACKE DURCH PHOTOCHEMISCHE MIKROFALTUNG MITTELS KURZWELLIGER MONOCHROMATISCHER UV-STRAHLUNG UNTER STABILEN BESTRAHLUNGS- UND INERTISIERUNGSBEDINGUNGEN



- A GAS PRE-DISTRIBUTION  
B INERT GAS DISTRIBUTION  
C FLOW PULL-OFF EDGE  
D METAL WOVEN FABRIC  
E PATH FLOW

(57) Abstract: The invention relates to an apparatus for carrying out a method to modify surfaces of decorative and functional electron-beam-hardening or UV-hardening colour and paint coatings on rigid or flexible substrates by means of photochemical microfolding which is triggered by short-wave, monochromatic UV radiation. In this case, the radiation sources are designed and operated in such a manner that, when there is stable inerting and inert gas cooling and flushing, the efficiency of the conversion of electric power fed in into UV power is as high as possible, at 172 nm, in order to minimize the ageing process.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/068322 A1



LT, LU, LV, LY, MA, MD, 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, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht*  
— *mit geänderten Ansprüchen*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zur Modifizierung von Oberflächen dekorativer und funktioneller elektronenstrahl- oder UV-härtender Färb- und Lackbeschichtungen auf starren oder flexiblen Substraten mittels photochemischer Mikrofaltung, welche durch kurzweilige monochromatische UV-Strahlung ausgelöst wird. Dabei werden die Strahler so gestaltet und betrieben, dass bei stabiler Inertisierung sowie Inertgaskühlung und -Spülung der Wirkungsgrad der Umwandlung eingespeister elektrischer Leistung in UV-Leistung um 172 nm möglichst hoch ist, um den Alterungsprozess zu minimieren.

Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zur  
Modifizierung von Oberflächen strahlenhärterer  
Farben und Lacke durch photochemische Mikrofaltung  
mittels kurzwelliger monochromatischer UV-Strahlung  
5 unter stabilen Bestrahlungs- und  
Inertisierungsbedingungen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur  
10 Durchführung eines Verfahrens zur Modifizierung von  
Oberflächen dekorativer und funktioneller  
elektronenstrahl- oder UV-härtender Farb- und  
Lackbeschichtungen auf starren oder flexiblen  
Substraten mittels photochemischer Mikrofaltung,  
15 welche durch kurzwellige monochromatische UV-  
Strahlung ausgelöst wird.

Gemäß des Standes der Technik wird die zu  
behandelnde Oberfläche dabei mit inkohärentem,  
nahezu monochromatischem kurzwelligem UV-Licht  
20 bestrahlt, welches in der Lage ist, in der aus  
Monomeren oder Oligomeren oder einem Monomer-  
/Oligomergemisch bestehenden auf ein vorgenanntes  
Substrat aufgetragenen Nassschicht Polymerradikale  
zu erzeugen. An deren Oberfläche und in den  
25 oberflächennahen Schichten wird in Abhängigkeit von  
der Eindringtiefe der UV-Strahlung, die wiederum von  
deren Wellenlänge und dem Extinktionskoeffizienten  
des Lackes abhängt, eine Polymerisation und

**BESTÄTIGUNGSKOPIE**

Vernetzung ausgelöst. Diese führt aufgrund der damit einhergehenden Schrumpfspannungen erzeugenden Volumenverringerung zur Mikrofaltung, wobei je nach Kombination stofflicher und technologischer  
5 Einflussgrößen ein unterschiedliches mehr oder weniger zufälliges Faltungsbild erzeugt werden kann, das nur unter optimal eingestellten Verfahrensbedingungen homogen und nur durch exakte Wiedereinstellung aller wesentlichen Parameter-  
10 kombinationen reproduzierbar ist, wobei diese hautartige Faltenschicht zunächst noch auf der noch nicht polymerisierten Nassschicht gleicher Substanz schwimmt und anschließend die gesamte Schicht mittels UV-Strahlung größerer Wellenlänge - sofern  
15 Photoinitiatoren im System vorhanden sind - oder mittels Elektronenstrahlung vollkommen durchgehärtet wird.

Dieses Verfahren der Herstellung einer  
20 strukturierten Oberfläche strahlenhärter Farben und Lacke wurde bereits in vielen Details in der Patentschrift DE 198 42 510 A 1 unter Auseinandersetzung mit den Patentschriften DE 44 39 350 02 und EP 07 06 834 A 1 und der Gebrauchsmuster-  
25 anmeldung DE 296 06 258 U1 beschrieben. Als UV-Bestrahlungsquellen werden in diesen Schriften Xe<sub>2</sub>\*-Excimerlampen genannt, die bei Anregung mit einer sinusförmigen hochfrequenten Wechselspannung um 250

kHz mit einem Wirkungsgrad bis maximal 10 % bezogen auf die in die Lampe eingespeiste elektrische Energie UV-Licht mit Wellenlängen um 172 nm emittieren.

5 Nachteilig bei den bekannten Verfahren ist, dass die photochemische Mikrofaltung bezüglich störungsfreier Struktur und deren Reproduzierbarkeit sehr sensibel ist. Eine wesentliche Rolle spielt dabei die gleichmäßige Photonenemission der Excimerlampe, die  
10 - wie auch ihr Wirkungsgrad - stark von der Kühlung abhängt, sowie ein niedriger, gleichverteilter Restsauerstoffgehalt im Gasraum der Bestrahlungszone bei möglichst geringem Inertgasbedarf.

Die 172 nm VUV-Strahler unterliegen zudem während  
15 ihrer Betriebszeit bedingt durch verschiedene physikalische Prozesse einer Alterung, die zur Verringerung ihrer absoluten UV-Ausbeute bei kurzer Lebensdauer führt. Diese Alterung hängt vom Integral der eingespeisten elektrischen Leistung über der  
20 Zeit, also von der kumulativ eingespeisten Energie ab.

Ebenso nachteilig ist die Einschränkung in der Anwendung von 172 nm Excimer-VUV-Strahlern durch die fertigungstechnisch nur begrenzt verfügbare Länge  
25 der Strahlerröhren.

Mit den existierenden Verfahren und der dabei zur Verfügung stehenden Excimerlampen-Technik konnte

zwar der Funktionsnachweis der photochemischen Mikrofaltung zur Mattierung erbracht werden, gleichzeitig wurden aber, wie aufgezeigt, bei der industriellen Anwendung noch zahlreiche  
5 technologische Probleme sichtbar, die die Einführung und Nutzung des Verfahrens behindern.

Ein wesentliches Problem der bekannten UV-Strahler besteht darin, dass deren Wirkungsgrad stark  
10 temperaturabhängig ist. Er fällt mit steigender Temperatur ab. Da der größte Teil der eingespeisten elektrischen Leistung im Gasentladungsraum des Excimerstrahlers in Wärme umgewandelt wird, steigt die sich im Gleichgewicht einstellende Temperatur  
15 des Strahlers mit erhöhter Leistungseinspeisung an, wodurch der Wirkungsgrad abfällt.

Weiterhin problematisch ist, dass im industriellen Betrieb die Strahler durch Lacknebel, die durch elektrostatische Aufladung besonders bei hoher  
20 Bahngeschwindigkeit bei noch ungehärteter flüssiger Beschichtung entstehen, verschmutzt werden, wodurch das kurzwellige UV-Licht absorbiert wird und die zu bestrahlende Oberfläche nicht mehr erreicht.

Des Weiteren führt in der Bestrahlungszone  
25 ungleichmäßig verteilter Restsauerstoff zu lokalen Inhomogenitäten in der Photonenausbeute und damit zu Abweichungen in der Mattierungsstruktur, was am

Produkt visuell durch unterschiedlichen Glanz manifestiert wird.

Außerdem führen Temperaturunterschiede an der emittierenden Oberfläche des UV-Strahlers durch  
5 Verschiebung der Absorptionskante des verwendeten Quarzmaterials zu Emissionsschwankungen über der axialen Strahlerlänge, was sich gleichfalls am Produkt visuell durch unterschiedlichen Glanz äußert.

- 10 Industriell interessant sind Arbeitsbreiten  $> 2000$  mm, zum Beispiel zur ultra-matten Überlackierung von Dekorpapieren und -folien. Die begrenzte Fertigungslänge der Excimerstrahlerröhren erfordert deshalb eine praktikable Lösung. Eine Verwendung von  
15 zwei 172 nm Excimerlampen in überlappender Anordnung scheitert an den Verfahrensparametern Dosis und Verweilzeit. Der Überlappungsbereich wird als Glanzstreifen sichtbar.
- 20 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens vorzuschlagen, mit dem unter Verwendung einer effizient stickstoffgekühlten und -inertisierten 172 nm Excimerlampe stabile und reproduzierbare  
25 Verhältnisse zur Oberflächenmodifizierung strahlenhärter Farben und Lacke mittels photochemischer Mikrofaltung erreicht werden können

und zugleich die Lebensdauer des 172 nm Strahlers durch schonende Betriebsweise verlängert wird.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung ist es,  
5 die Strahler so zu gestalten und zu betreiben, dass bei stabiler Inertisierung sowie Inertgaskühlung und -spülung der Wirkungsgrad der Umwandlung eingespeister elektrischer Leistung in UV-Leistung um 172 nm möglichst hoch ist, um den  
10 Alterungsprozess zu minimieren.

Nachfolgend soll die erfindungsgemäße Vorrichtung einer Inertgaseinspeisung in die Excimerlampe mit Gasvorverteilung und als Option ein Siebgewebe zur  
15 Turbulenzreduzierung unter der Lampe anhand der Abbildungen 1 bis 5 der Lampenquerschnitte näher erläutert werden.

Dabei zeigen:

20 Fig. 1 ein 172 nm Doppellampensystem mit Gasvorverteilung, Gleichverteilung und Einspeisung des Inertgases durch Filterelemente aus Sintermaterial über jeder Röhre in das Lampengehäuse sowie die Turbulenzreduzierung durch Siebgewebe,  
25 vorzugsweise Metallgewebe am Strahlungsausstritt an der Unterseite des Lampengehäuses,  
Fig.2 die Variante einer direkten oder indirekten automatischen Druckanpassung der Gasverteilerfläche.

Der Einfluss der eingespeisten elektrischen Leistungsparameter auf den VUV-Wirkungsgrad ist ersichtlich aus dem Beispiel in Fig.3 UV-Ausbeute und Wirkungsgrad als Funktion der angelegten Hochspannung.

Die Varianten der Röhrenkoppelung sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

10

Fig.4 Lösbare Verbindung (Reihenschaltung) zweier 172 nm Excimerstrahlerröhren durch ein Metallkoppelstück als Hohlkolben außen mit Dichtelementen, auch für Wasserkühlung geeignet, sowie mit Elektrodenfunktion

Fig.5 unlösbare Röhrenverbindung mit anorganischer Verklebung und/oder Laserverschweißung

20 Die erfindungsgemäße Aufgabe wird dadurch gelöst, dass bei der vorgeschlagenen Vorrichtung das zur Inertisierung benötigte Inertgas durch den Lampendeckel über der Strahlerröhre axial über die gesamte Strahlerlänge gleichmäßig durch besonders  
25 gestaltete Gasverteilungselemente eingespeist wird (Fig.1), dergestalt, dass vorzugsweise Filterelemente aus keramischem, metallischem, polymerem oder anderem Sintermaterial, aber auch

gebohrte oder geschlitzte Böden mit definiertem Druckverlust verwendet werden, wobei diese für eine optimale Gasverteilung notwendige Mindestdruckdifferenz von der durchgesetzten Gasmenge abhängig ist.

Die Beeinflussung dieses Druckverlustes wird erfindungsgemäß durch die freie Oberfläche in Form der Porosität, der Wanddicke des Materials der Bohrungsdurchmesser und/oder der Schlitzgröße und deren Anzahl und Anordnung realisiert.

Einen nicht unerheblichen Beitrag zur Minimierung dieser Mindestdruckdifferenz am Gasverteiler-Filterelement leistet bereits eine gute Vorverteilung des in einer Rohrleitung zugeführten Gases (Fig 1).

Um auch für unterschiedliche Gasmengenströme - zum Beispiel zur Anpassung an die Durchlaufgeschwindigkeit des Bestrahlungsgutes - mit dem optimalen Druckverlust für eine gute Gasverteilung arbeiten zu können, ist es möglich, die An- oder Ausströmfläche der Filterelemente zu variieren und dem Gasdurchsatz automatisch anzupassen (Fig. 2).

Mit dieser Gasverteilung wird, inertgassparend, ein gleichmäßiger Restsauerstoffgehalt auf niedrigem Niveau erreicht, wodurch ein einheitliches Mattierungsbild realisierbar ist.

Die Art der Gasführung des Inertgasstromes führt auch dazu, dass die Strahler zusätzlich und über die

Strahlerröhrenlänge gleichmäßig gekühlt werden (Fig. 1), wodurch die Temperatur im Gasentladungsraum bei gleicher eingespeister elektrischer Leistung sinkt und dadurch der Wirkungsgrad steigt, sowie bei  
5 gleicher Oberflächentemperatur über die gesamte Strahlerlänge eine einheitliche Photonenemission erfolgt.

Durch das Inertgas - vorzugsweise verdampfter Flüssigstickstoff - wird die netzförmige  
10 Außenelektrode gekühlt und gespült, wodurch ihre Oxidation durch vorhandenen Restsauerstoff verringert wird.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass auf diese Weise auch besser  
15 Lacknebel von der Strahleroberfläche ferngehalten wird, wodurch die Strahleroberfläche weniger verschmutzt und emittiertes UV-Licht nicht absorbiert wird.

Letzteres kann noch durch Anbringen eines Netzes  
20 oder Gitters - vorzugsweise aus Metallgeflecht, dass über die untere Austrittsöffnung der UV-Strahlung aus dem Lampengehäuse gespannt wird und keine gravierende Schwächung der Intensität des 172 nm Photonenstromes bedingt, unterstützt werden (Fig.  
25 1), wodurch Verwirbelungen des Stickstoffes in der Lampenkammer, ausgelöst an der einlaufseitigen Strömungsabreißkante insbesondere bei hohen Bahngeschwindigkeiten reduziert und das Eindringen

eines Farbnebels in das Lampengehäuse zusätzlich minimiert beziehungsweise verhindert wird.

Wird dazu noch die Lampe mit einer optimalen Anregungsfrequenz und einem optimalen Scheitelwert  
5 der hochfrequenten sinusförmigen Wechselspannung - als Beispiel im Fall des wassergekühlten HERAEUS-Typs vorzugsweise von 300 bis 450 kHz bei einer Scheitelspannung im Bereich  $2.5 \text{ kV} < U_s < 4.0 \text{ kV}$  - betrieben, weil die emittierte UV-Leistung in dem  
10 entsprechenden Frequenzbereich ein Maximum erreicht, dann wird mit dieser technischen Lösung eine Erhöhung des Wirkungsgrades erreicht und zugleich die Lebensdauer des 172 nm Excimerstrahlers durch schonende Betriebsweise verlängert (Beispiel in  
15 Fig.3).

Das Problem bei Bestrahlungsbreiten größer als die fertigungsbedingt begrenzte Länge einer Excimerstrahlerröhre kann durch eine direkte axiale Koppelung (Reihenschaltung) zweier Strahlerröhren  
20 gelöst werden. Dafür kann eine lösbare Verbindung zwischen den Röhren mittels eines metallischen Koppelstückes und Dichtelementen gewählt werden (Fig. 4). Alternativ können die Röhren bei entsprechender Anpassung der zu verbindenden Enden  
25 auch unlösbar durch beispielsweise Verkleben mit anorganischem Klebstoff oder/und Laserschweißen verbunden werden (Fig. 5).

**Patentansprüche:**

1. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zur Modifizierung der Oberfläche strahlenhärtbarer Lacke  
5 mittels photochemischer Mikrofaltung mit stabilen Bestrahlungs- und Inertisierungsbedingungen zur Herstellung reproduzierbarer Strukturen und Texturen unter Verwendung von 172 nm Excimer-UV-Systemen bestehend aus einem Quarzstrahler höchster Quarz-  
10 qualität mit einer mit hochfrequenter Hochspannung beaufschlagten Innenelektrode und einer äußeren Masselektrode, in einem optional wassergekühlten Gehäuse angeordnet, dadurch gekennzeichnet, dass das zur Inertisierung des Kanals zur Bestrahlung des  
15 Beschichtungsgutes verwendete Gas - vorzugsweise Stickstoff - durch die Decke des Lampengehäuses axial über dem Strahlerrohr eingespeist und bei optimalem Druckverlust im Verteilerelement so verteilt wird, dass die Vorrichtung realisiert:
- 20 - einen gleichmäßig niedrigen Sauerstoffgehalt für eine optimale homogene UV-Dosisleistung über die gesamte Bestrahlungslänge ohne wesentliche Verluste durch Absorption,
  - eine gleichmäßige Lampenkühlung zur Erhöhung des  
25 UV-Emissionswirkungsgrades und zur Vermeidung des Einbrennens einer beispielsweise netzförmigen Masselektrode,

- eine Lampenspülung gegen Strahlerverschmutzung sowie eine Reduzierung der Oxidation der Masseelektrode,
- dass bei innen wassergekühlten Excimerstrahlern die Innenkühlung und zugleich der UV-Output durch größere Strahlerdurchmesser verbessert werden und
- die Lampe in einem optimalen Frequenz- und Leistungsbereich bezüglich Wirkungsgrad und Lebensdauer der Strahlerröhre zu betreiben ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Prozesssicherheit, eine gute Produktqualität und die Reproduzierbarkeit durch das Einspeisen des Inertgases, das im Lampendeckel axial homogen über die gesamte Leuchtweite unter Verwendung poröser Sinterplatten aus Metall, Keramik oder anderen geeigneten Werkstoffen mit definiertem Druckverlust und nach entsprechender Vorverteilung zur Minimierung dieses Druckverlustes erfolgt (Fig.1), gewährleistet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, dass ein optimaler Druckverlust am porösen Gasverteilerelement an den für die Inertisierung und Kühlung gewünschten Inertgasbedarf angepasst und dadurch einzustellen ist, dass eine durch eben diesen Differenzdruck direkt oder

indirekt automatisch gesteuerte Blende die Wirkfläche des porösen Gasverteileres entsprechend vergrößert oder verkleinert.

- 5 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Doppellampen- oder Multiröhrenarrayausführung zwecks Lampenkühlung über jeder Strahlerröhre mindestens eine Inertgaseinspeisung angeordnet ist.

10

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass über der unteren Austrittsöffnung der UV-Strahlung aus der Lampe ein Netz mit einer Maschenweite zwischen 0,5  
15 und 4 mm, die keine gravierende Schwächung der Intensität des 172 nm Photonenstromes bedingt, angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden  
20 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für Bestrahlungsbreiten größer als die maximale Herstellungslänge einer Strahlerröhre zwei oder mehrere in der Regel gleichlange Strahlerröhren axial gekoppelt sind.

25

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Röhrenkopplung reversibel durch ein in die

Koppelenden des Innenrohres der beiden Strahlerröhren eingebrachtes kurzes Metallrohrstück realisiert ist, wobei sich auf dem Metallrohrstück UV-beständige elastische Dichtelemente befinden, 5 dieses Koppelstück mit als Innenelektrode wirkt, indem es mit einer Innenelektrode elektrisch leitend verbunden ist und die Koppelstelle durch elektrisch nichtleitende Lägeremente ohne Beeinträchtigung der direkten UV-Emission im Lampengehäuse abgestützt 10 ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Strahlerkopplung die durch den jeweiligen Abstand 15 zwischen den Innen- und Außenelektrodenhälften verursachte UV-Dosissenke durch Verlängerung der Verweilzeit der zu härtenden Farb- oder Lackschicht im Koppelbereich auszugleichen ist.

20 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensation der UV-Dosissenke durch den Einsatz von Blenden realisiert wird.

25 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 dadurch gekennzeichnet, dass die Röhrenkopplung irreversibel ist, wodurch durchgehende Innen- und Außenelektroden verwendet werden können und damit

eine Dosisleistungssenke an der Koppelstelle vermieden wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch  
5 gekennzeichnet, dass die irreversible Kopplung eine verklebte Steckverbindung ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch  
gekennzeichnet, dass die irreversible Kopplung eine  
10 verschweißte Steckverbindung ist.

13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der  
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass bei einem „Koppelstrahler“ gemäß Anspruch 6 bis  
15 10 die Einspeisung der elektrischen Leistung über beide Lampenköpfe erfolgt.

14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der  
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass möglichst ein für eine gute Innenkühlung der Lampe, insbesondere bei einem „Koppelstrahler“, größerer Röhrendurchmesser gewählt wird, wodurch sowohl durch die bessere Kühlung als auch durch das größere Volumen des Excimergases gleichzeitig ein  
25 höherer UV-Output erzielt wird.

15. Vorrichtung nach einem oder mehreren der  
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass der oder die Strahler bei Verwendung eines im  
Innenrohr für höheren elektrischen Leistungseintrag  
wassergekühlten Doppelmantel- Excimerstrahlers  
vorzugsweise mit einer optimalen Anregungsfrequenz  
5 von 300 bis 450 kHz betrieben werden.

16. Vorrichtung nach einem oder mehreren der  
vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet,  
dass der oder die Strahler bei Verwendung eines im  
10 Innenrohr für höheren elektrischen Leistungseintrag  
wassergekühlten Doppelmantel- Excimerstrahlers zum  
Erzielen eines stabilen Betriebes mit homogener  
Emission über die gesamte Lampenlänge sowie eines  
hohen Wirkungsgrades und zur Maximierung der  
15 Strahlerlebensdauer mit einer optimalen  
Scheitelspannung der hochfrequenten sinusförmigen  
Wechselspannung im Bereich  $2.5 \text{ kV} < U_s < 4.0 \text{ kV}$   
betrieben wird.

20

25

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**  
**beim Internationalen Büro eingegangen am 23. April 2007 (23.04.2007)**

Anspruch 1:

- 5   Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zur Modifizierung der  
Oberfläche strahlenhärtbarer Lacke mittels photochemischer Mikrofaltung mit  
stabilen Bestrahlungs- und Inertisierungsbedingungen zur Herstellung  
reproduzierbarer Strukturen und Texturen unter Verwendung von kurzwelliger  
Excimer-UV-Strahlung, bestehend aus einem Quarzstrahler höchster Quarz-  
10   qualität, gefüllt mit einem durch Barriereentladung zum „Excited Dimer“  
anregbaren und daraufhin eine charakteristische Wellenlänge im VUV- oder  
UVC-Bereich fast monochromatisch emittierendem Edelgas oder Edelgas-  
Halogen-Gemisch, mit einer mit hochfrequenter Hochspannung beaufschlagten  
Innenelektrode und einer äußeren Masseelektrode, in einem optional  
15   wassergekühlten Lampengehäuse angeordnet, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Vorrichtung mindestens eine Excimerlampe ist, die aus mindestens einer  
Gasvorverteilerkammer über dem Strahlerraum zur Einspeisung des  
Inertgases, einem Zwischenboden mit axial gleichverteilten Bohrungen,  
mindestens einer in Prozessrichtung nachfolgenden Gasverteilerkammer mit  
20   porösen Gasverteilerelementen definierten Druckverlustes und direkt oder  
indirekt gasdruckgesteuerten Elementen zur Anpassung der  
Gasverteileroberfläche an den Gasdurchsatz zum Konstanthalten einer  
optimalen Druckdifferenz vorzugsweise zwischen 50 und 200 mbar über das  
oder die Gasverteilerelemente sowie einem unter der Strahlungsausstritts-  
25   öffnung an der Lampenunterseite angeordnetem Siebgewebe besteht.

Anspruch 2:

- Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass das oder die  
Gasverteilerelemente austauschbare poröse Sinterplatten aus Metall, Keramik  
30   oder anderen geeigneten Werkstoffen mit definiertem Druckverlust, der durch  
den Porositätstyp und/oder die Dicke der leistenförmigen Elemente  
vorbestimmt wird und dessen Anpassung an den Gasdurchsatz durch die  
Variation der durchströmten Flächengröße mittels beweglicher, gegen das  
Verteilerelement abgedichtete Wandelemente erfolgt.

## Anspruch 3:

Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass das oder die Gasverteilerelemente Bleche mit geometrisch definiertem freien Querschnitt, wie zum Beispiel zwei übereinanderliegende Lochbleche, die durch ein drucksensorgesteuertes elektrisches oder pneumatisches Stellglied gegeneinander verschiebbar den Druckverlust einstellbar machen, sind.

## Anspruch 4:

Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Doppellampen- oder Multiröhrenarrayausführung zwecks Lampenkühlung über jeder Strahlerröhre mindestens ein Gasverteilerelement angeordnet ist.

## Anspruch 5:

Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das über der unteren Austrittsöffnung der UV-Strahlung aus dem Lampengehäuse installierte Metallnetz eine Maschenweite zwischen 0,5 und 4 mm aufweist, die keine gravierende Schwächung der Intensität des 172 nm Photonenstromes bedingt.

## Anspruch 6:

Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für Bestrahlungsbreiten größer als die maximale Herstellungslänge einer Strahlerröhre zwei oder mehrere in der Regel gleichlange Strahlerröhren axial gekoppelt sind.

## Anspruch 7:

Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Röhrenkopplung reversibel durch ein in die Koppelenden des Innenrohres der beiden Strahlerröhren eingebrachtes kurzes Metallrohrstück realisiert ist, wobei sich auf dem Metallrohrstück UV-beständige elastische Dichtelemente befinden, dieses Koppelstück mit als Innenelektrode wirkt, indem es mit einer Innenelektrode elektrisch leitend verbunden ist und die Koppelstelle durch elektrisch nichtleitende

Lagerelemente ohne Beeinträchtigung der direkten UV-Emission im Lampengehäuse abgestützt ist.

Anspruch 8:

- 5 Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Strahlerkopplung die durch den aus Gründen der Vermeidung von Hochspannungsüberschlägen unvermeidlichen Abstand zwischen den Außenelektrodenhälften verursachte UV-Dosisensenke durch  
10 Verlängerung der Verweilzeit der zu härtenden Farb- oder Lackschicht im Koppelbereich auszugleichen ist.

Anspruch 9:

- Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensation der UV-Dosisensenke durch den Einsatz von Blenden realisiert wird.  
15

Anspruch 10:

- Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Röhrenkopplung irreversibel ist, wodurch durchgehende Innen- und Außenelektroden verwendet werden können und damit eine  
20 Dosisleistungssenke an der Koppelstelle minimiert wird.

Anspruch 11:

- Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die irreversible Kopplung eine verklebte Steckverbindung ist.  
25

Anspruch 12:

Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die irreversible Kopplung eine verschweißte Quarzrohrverbindung ist.

30 Anspruch 13:

Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem „Koppelstrahler“ gemäß Anspruch 6 bis 12 die Einspeisung der elektrischen Leistung über beide Lampenköpfe erfolgt.

**Anspruch 14:**

Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass möglichst ein für eine gute Innenkühlung der Lampe, insbesondere bei einem „Koppelstrahler“, größerer äußerer und innerer Röhrendurchmesser – außen 40 statt 30 mm - gewählt wird, wodurch sowohl durch die bessere Kühlung als auch durch das größere Volumen des Excimergases gleichzeitig ein um etwa den Faktor 1,4 höherer UV-Output erzielt wird.

**10 Anspruch 15:**

Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Strahler bei Verwendung eines im Innenrohr für höheren elektrischen Leistungseintrag wassergekühlten Doppelmantel- Excimerstrahlers vorzugsweise mit einer optimalen Anregungsfrequenz von 300 bis 450 kHz betrieben werden.

**Anspruch 16:**

Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Strahler bei Verwendung eines im Innenrohr für höheren elektrischen Leistungseintrag wassergekühlten Doppelmantel- Excimerstrahlers zum Erzielen eines stabilen Betriebes mit homogener Emission über die gesamte Lampenlänge sowie eines hohen Wirkungsgrades und zur Maximierung der Strahlerlebensdauer mit einer optimalen Scheitelspannung der hochfrequenten sinusförmigen Wechselfrequenz im Bereich  $2.5 \text{ kV} < U_s < 4.0 \text{ kV}$  betrieben wird.

**Anspruch 17:**

Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Strahler bei Verwendung eines im Innenrohr für höheren elektrischen Leistungseintrag wassergekühlten Doppelmantel- Excimerstrahlers zum Erzielen eines optimalen Wirkungsgrades vorzugsweise mit einer spezifischen elektrischen Leistung von  $20 \text{ W/cm}$  betrieben werden.

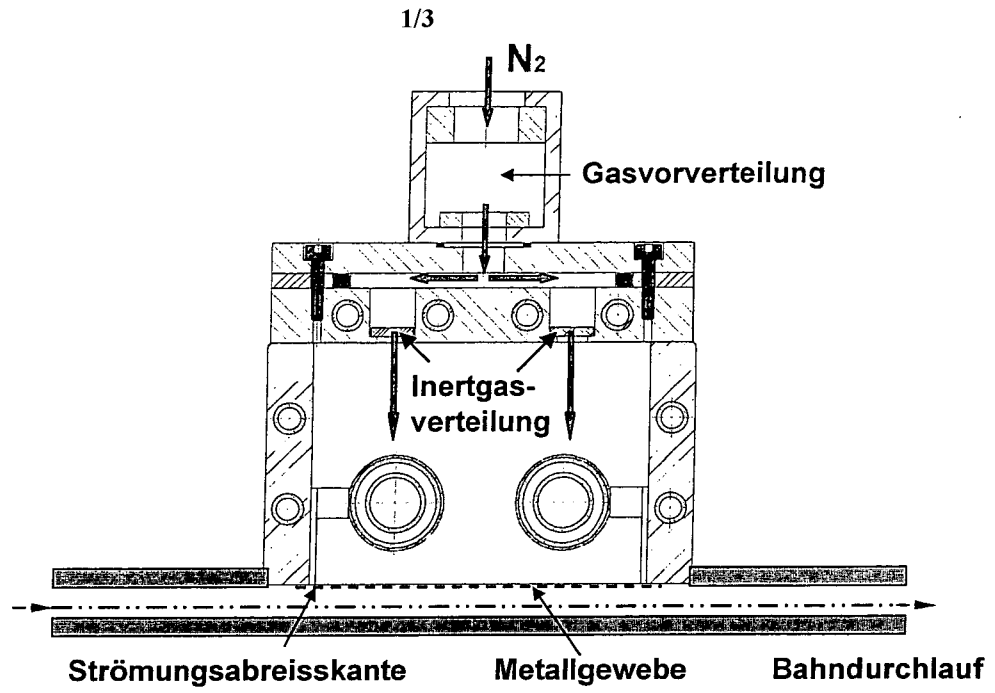


Fig. 1

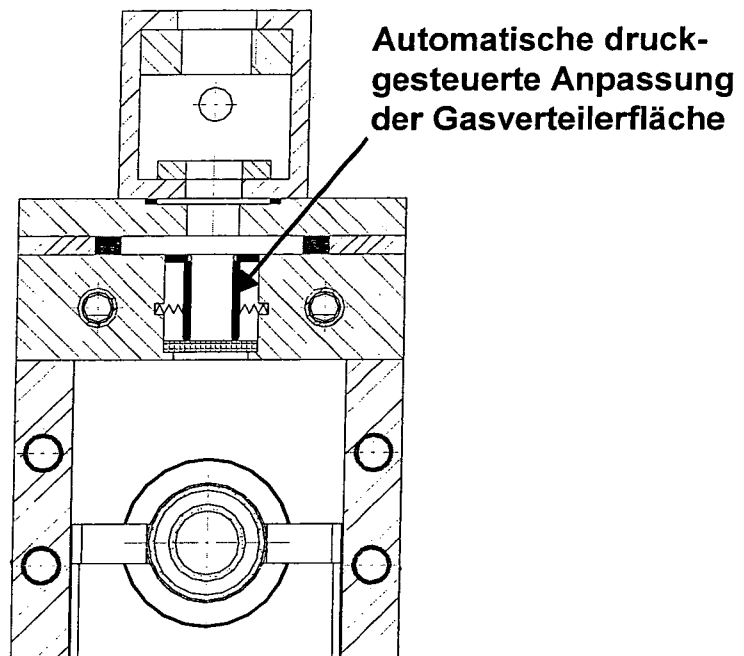


Fig. 2

**172-nm-System (110 cm)**  
**Abhängigkeit der UV-Leistung von der Hochspannung**  
**Messung nach 3 min (Gleichgewichtstemperatur)**

f = 350 kHz (Hütt. 7.5 nF RK 5 Wdg.)

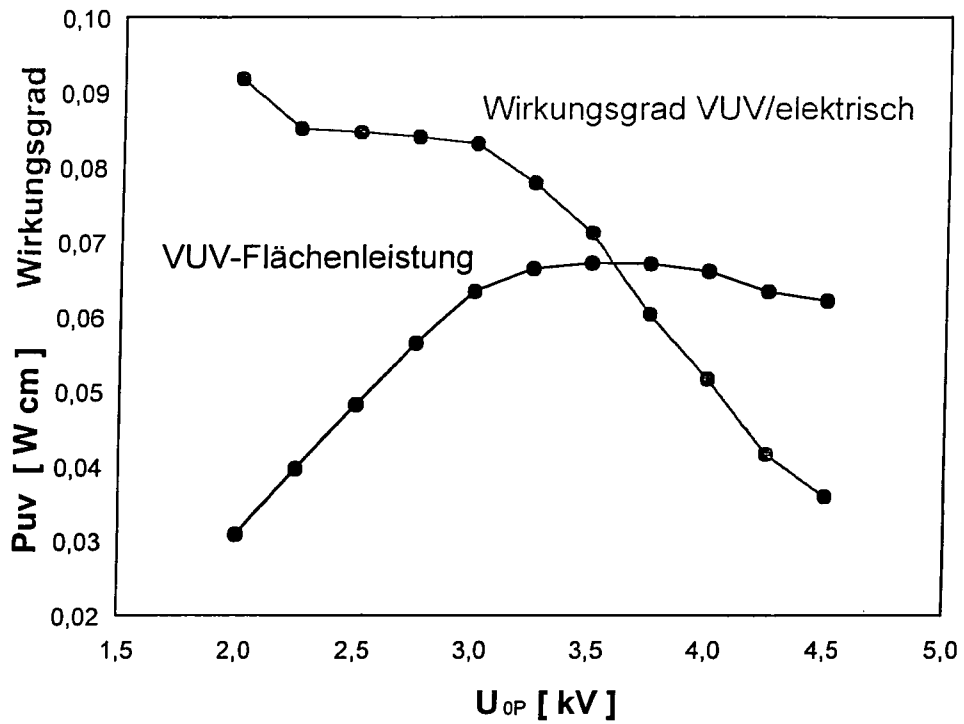


Fig.3

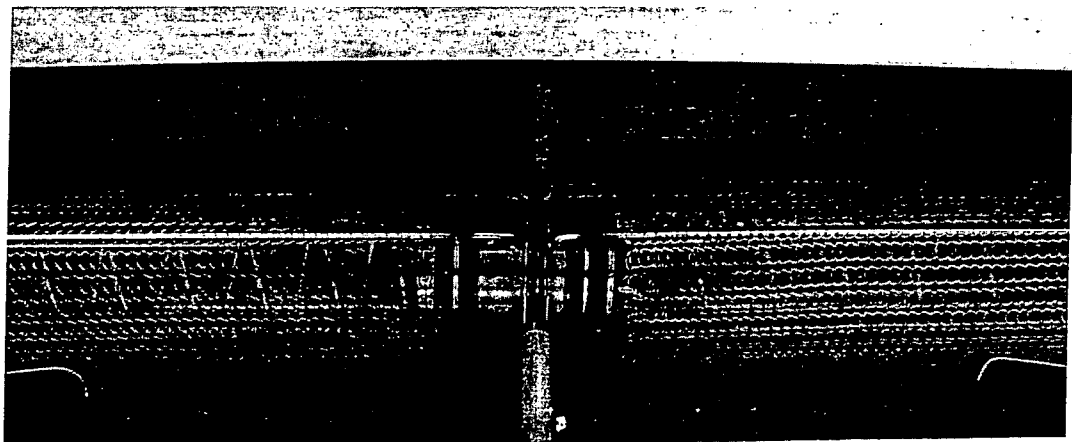


Fig. 4

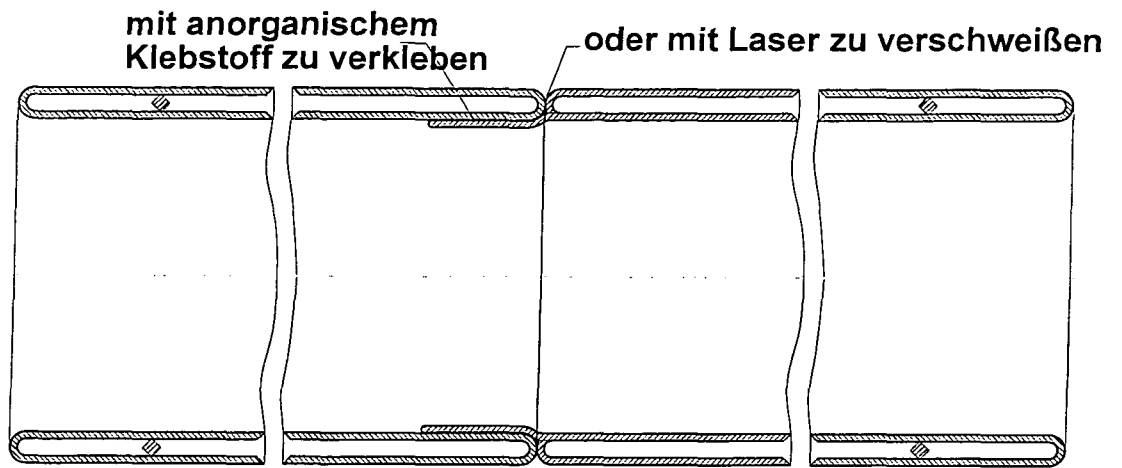


Fig. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2006/010999A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B05D3/06 B05D3/04 B05D5/06

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 F21V B29C H01J H01K

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, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 06 215616 A (USHIO ELECTRIC INC) 5 August 1994 (1994-08-05) abstract	1-16
A	DE 199 16 474 A1 (IST METZ GMBH [DE]) 26 October 2000 (2000-10-26) column 3, line 19 - line 21 column 3, line 64 - line 65 column 4, line 30 - line 33 claims 1,16 figure 1	1
A	JP 53 045341 A (NIPPON STEEL CORP) 24 April 1978 (1978-04-24) abstract	1
	----- -/-- -----	

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier 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.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 February 2007

Date of mailing of the international search report

22/02/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Slembrouck, Igor

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2006/010999

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 706 834 A1 (ALKOR GMBH [DE]) 17 April 1996 (1996-04-17) cited in the application page 6, line 3 - line 4 page 6, line 18 - line 21 claims 3,15	1
A	DE 198 42 510 A1 (REISEWITZ BESCHICHTUNGS GMBH [DE]) 23 March 2000 (2000-03-23) cited in the application column 3, line 1 - line 20 claim 1	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2006/010999
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 6215616	A	05-08-1994 JP 3123284 B2	09-01-2001
DE 19916474	A1	26-10-2000 AT 251740 T WO 0061999 A1 EP 1169611 A1 US 6646278 B1	15-10-2003 19-10-2000 09-01-2002 11-11-2003
JP 53045341	A	24-04-1978 NONE	
EP 0706834	A1	17-04-1996 AT 186240 T DK 706834 T3 ES 2139809 T3	15-11-1999 14-02-2000 16-02-2000
DE 19842510	A1	23-03-2000 NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. B05D3/06 B05D3/04 B05D5/06

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 B05D F21V B29C H01J H01K

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

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

EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 06 215616 A (USHIO ELECTRIC INC) 5. August 1994 (1994-08-05) Zusammenfassung	1-16
A	DE 199 16 474 A1 (IST METZ GMBH [DE]) 26. Oktober 2000 (2000-10-26) Spalte 3, Zeile 19 - Zeile 21 Spalte 3, Zeile 64 - Zeile 65 Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 33 Ansprüche 1,16 Abbildung 1	1
A	JP 53 045341 A (NIPPON STEEL CORP) 24. April 1978 (1978-04-24) Zusammenfassung	1
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

\*E\* 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

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Februar 2007

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/02/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Stembrouck, Igor

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 706 834 A1 (ALKOR GMBH [DE]) 17. April 1996 (1996-04-17) in der Anmeldung erwähnt Seite 6, Zeile 3 - Zeile 4 Seite 6, Zeile 18 - Zeile 21 Ansprüche 3,15	1
A	DE 198 42 510 A1 (REISEWITZ BESCHICHTUNGS GMBH [DE]) 23. März 2000 (2000-03-23) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 20 Anspruch 1	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/010999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 6215616	A	05-08-1994	JP 3123284 B2	09-01-2001
DE 19916474	A1	26-10-2000	AT 251740 T	15-10-2003
			WO 0061999 A1	19-10-2000
			EP 1169611 A1	09-01-2002
			US 6646278 B1	11-11-2003
JP 53045341	A	24-04-1978	KEINE	
EP 0706834	A1	17-04-1996	AT 186240 T	15-11-1999
			DK 706834 T3	14-02-2000
			ES 2139809 T3	16-02-2000
DE 19842510	A1	23-03-2000	KEINE	