

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. April 2006 (13.04.2006)

PCT

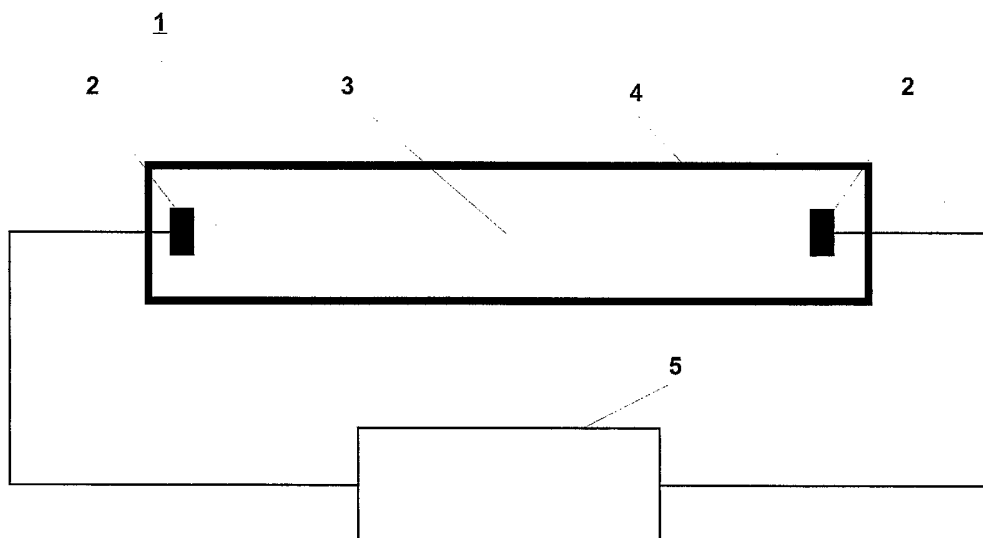
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/037578 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/010609
- (22) Internationales Anmeldedatum:
30. September 2005 (30.09.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2004 048 005.2 1. Oktober 2004 (01.10.2004) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DR. HÖNLE AG** [DE/DE]; UV-Technologie, Lochhamer Schlag 1, 82166 Gräfelfing (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RUNGE, Heiko** [DE/DE]; Germaniastrasse 13a, 80802 München (DE). **BASTIAN, Ude** [DE/DE]; Rimbacherstr. 39a, 69509 Mörlenbach (DE). **MEYER, Karl-Heinz** [DE/DE]; Schulstr. 4, 63683 Ortenberg (DE).
- (74) **Anwalt: KÖRBER, Martin**; Mitscherlich & Partner, Sonnenstrasse 33, Postfach 33 06 09, 80066 München (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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** GAS DISCHARGE LAMP, SYSTEM AND METHOD FOR HARDENING MATERIALS HARDENABLE BY MEANS OF UV-LIGHT, AND MATERIAL HARDENED BY UV-LIGHT

(54) **Bezeichnung:** GASENTLADUNGSLAMPE, SYSTEM UND VERFAHREN ZUM HÄRTEN VON DURCH UV-LICHT HÄRTBARE MATERIALIEN SOWIE DURCH UV-LICHT GEHÄRTETES MATERIAL



(57) **Abstract:** The invention relates to a gas discharge lamp which is used to harden materials hardenable by means of UV-light, comprising a tube (4) which is filled with a filling gas (3) and which is used to produce a discharge gas used to emit electromagnetic radiation until 200nm by using an inert gas device which is used to prepare an inert gas and to lead the inert gas to the surface of the material which is to be hardened. The invention further relates to a system and to a method for hardening materials which can be hardened by UV-light, in addition to a material hardened due the inventive method.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/037578 A2



Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

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 vorliegenden Erfindung bezieht sich auf eine Gasentladungslampe zum Härten von durch UV-Licht härtbare Materialien umfassend ein mit Füllgas (3) gefülltes Rohr (4) zum Erzeugen einer Gasentladung zum Aussenden von elektromagnetischer Strahlung bis unter 200nm, unter Verwendung einer Inertgasvorrichtung zum Bereitstellen eines Inertgases und Zuführen des Inertgases an die Oberfläche des zu härtenden Materials. Des weiteren bezieht sich die vorliegenden Erfindung auf ein System und ein Verfahren zum Härten von durch UV-Licht härtbare Materialien sowie auf ein durch das erfindungsgemäße Verfahren gehärtetes Material.

Dr. Hönle AG
P30498WO

5 **Gasentladungslampe, System und Verfahren zum Härten von durch UV-Licht**
härtbare Materialien sowie durch UV-Licht gehärtetes Material

Die Erfindung betrifft eine Gasentladungslampe zum Härten von durch UV-Licht
härtbare Materialien gemäß Patentanspruch 1, ein System zum Härten von durch UV-
Licht härtbare Materialien gemäß Patentanspruch 13, ein Verfahren zum Härten von
10 durch UV-Licht härtbare Materialien gemäß Patentanspruch 25 sowie ein durch UV-
Licht gehärtetes Material gemäß Patentanspruch 35.

In den unterschiedlichsten Gebieten werden Materialien wie Lacke, Druckfarben,
Vergussmassen, Klebstoffe und ähnliches eingesetzt. Ursprünglich und auch jetzt zum
15 Teil noch werden lösungsmittelhaltige und wässrige Systeme verwendet. Die beim
Trocknungsprozess eingesetzten Wärmeenergien sind jedoch sehr groß und der zum
Teil hohe flüchtige Lösungsmittelanteil trägt zu einer erheblichen Umweltbelastung bei
oder zieht einen großen Investitionsbedarf nach sich, wenn auf Grund von
Luftreinhaltungsvorschriften Lösungsmittelverbrennungs- oder -rück-
20 gewinnungsanlagen installiert werden müssen.

Eine Alternative zu konventionellen lösungsmittelhaltigen Systemen besteht in
ultraviolett härtbaren Materialien. In letzter Zeit haben sich in einigen Bereichen UV-
härtende Materialien weitgehend etabliert, in anderen Bereichen gewinnt die UV-
25 Härtung immer mehr an Bedeutung.

Hierbei wird zur Härtung UV-härtbarer, insbesondere pigmentierter und
dickschichtiger Materialien, langwellige UV-Strahlung von 320-380 nm sowie
sichtbares Licht zwischen 380-450 nm für die Durchhärtung sowie kurzwellige
30 Strahlung zwischen 200-320 nm für die Oberflächenhärtung und zur Verringerung der
Sauerstoffinhibierung eingesetzt. Die Härtung pigmentierter und dickschichtiger
Systeme wird hierbei bevorzugt mit Photoinitiatoren durchgeführt, die im sichtbaren
Bereich > 400 nm absorbieren. Aus diesen Gründen werden bei der UV-Härtung von
Lacken, Druckfarben, Klebstoffen und Vergussmassen hauptsächlich Hg-
35 Mitteldruckstrahler eingesetzt, die teilweise speziell im langwelligen Bereich
(> 400 nm) emittieren.

Kurzwellig emittierende Strahler, z. B. Excimer-Laser mit einer Wellenlänge von
172nm, erzeugen an der Lackoberfläche, beispielsweise bei Klarlacken, unter
Inertbedingungen oder im Vakuum eine sehr dünne durchgehärtete Schicht, die tiefer

liegenden Schichten müssen jedoch mit einem Mitteldruckstrahler nachgehärtet werden. Hierdurch tritt ein Mattierungseffekt auf, die Lacke können jedoch nicht komplett durchgehärtet werden.

5 Niederdruckstrahler mit einem Peak von 185nm werden ausschließlich zur Ozonerzeugung eingesetzt und ausschließlich für photochemische Zwecke wie z. B. die Spaltung von Wasser sowie die Oxidation von organischen Bestandteilen zur Reinigung von Luft, Wasser oder Substratoberflächen verwendet.

10 Nachteilig bei den oben beschriebenen Verfahren, insbesondere mit Mitteldruckstrahlern, ist ein hoher Energiebedarf der verwendeten Strahler, eine hohe Wärmeentwicklung der Strahler, - was zu einem Problem für u. a. temperaturempfindliche Substrate führt -, sowie ein hoher konstruktiver Aufwand und die Notwendigkeit der Kühlung der Strahler, womit hohe Anlagenkosten verbunden sind.

15 Ferner wird die UV-Härtung überwiegend zum Härten 2-dimensionaler Teile wie Folien- und Plattenware eingesetzt. Die Härtung 3-dimensionaler Teile stellt nach wie vor größere Probleme dar und wird u. a. an Luft durch Installation komplexer UV-Anlagen zur gleichmäßigen Härtung an allen Objektpunkten oder unter
20 Inertbedingungen durchgeführt.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System und ein Verfahren bereitzustellen, welches den Energiebedarf und den konstruktiven Aufwand vermindert sowie die Wärmezufuhr minimiert; ferner sollten Lampensysteme bereitgestellt
25 werden, die an die Struktur verschiedener 3-dimensionaler Geometrien besser angeglichen werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die in Patentanspruch 1 gekennzeichnete Gasentladungslampe gelöst.

30 Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Gasentladungslampe zum Härten von durch UV-Licht härtbare Materialien offenbart umfassend ein mit Füllgas (3) gefülltes Rohr (4) zum Erzeugen einer Gasentladung zum Aussenden von elektromagnetischer Strahlung bis unter 200nm, unter Verwendung einer Inertgasvorrichtung zum
35 Bereitstellen eines Inertgases und Zuführen des Inertgases an die Oberfläche des zu härtenden Materials.

Die Aufgabe wird des weiteren erfindungsgemäß durch das in Patentanspruch 13 gekennzeichnete System gelöst.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein System zum Härten von durch UV-Licht härtbare Materialien offenbart, umfassend eine Gasentladungslampe zum Aussenden elektromagnetischer Strahlung bis unter 200nm mittels einer Gasentladung in einem mit Füllgas gefüllten Rohr und einer Inertgasvorrichtung zum Bereitstellen eines Inertgases und Zuführen des Inertgases an die Oberfläche des zu härtenden Materials.

Die Aufgabe wird des weiteren erfindungsgemäß durch das in Patentanspruch 25 gekennzeichnete Verfahren gelöst.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Härten von durch UV-Licht härtbare Materialien offenbart, umfassend die Schritte des Aussendens elektromagnetischer Strahlung bis unter 200nm mittels einer Gasentladungslampe, des Bereitstellens eines Inertgases und des Zuführens des Inertgases an die Oberfläche des zu härtenden Materials.

Die Aufgabe wird darüber hinaus erfindungsgemäß durch das in Patentanspruch 35 gekennzeichneten Material gelöst.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein durch UV-Licht gehärtetes Material offenbart unter Verwendung einer Gasentladungslampe zum Aussenden elektromagnetischer Strahlung bis unter 200nm mittels einer Gasentladung in einem mit Füllgas gefüllten Rohr und unter Verwendung einer Inertgasvorrichtung zum Bereitstellen eines Inertgases und Zuführen des Inertgases an die Oberfläche des zu härtenden Materials.

Vorzugsweise handelt es sich bei der Gasentladungslampe um einen Niederdruckstrahler.

Vorteilhafterweise hat das Rohr einen Durchmesser von 5mm bis 20mm, bevorzugt von 10mm bis 15mm und besonders bevorzugt von 12mm bis 13mm.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Rohr aus Quarzglas, welches Wellenlängen bis unter 200nm insbesondere bis 185nm durchläßt.

Vorzugsweise hat das Rohr eine Wanddicke zwischen 0,5mm und 2mm, bevorzugt zwischen 0,8mm und 1,5mm und besonders bevorzugt zwischen 1mm und 1,3mm.

Zweckmäßigerweise besteht das Füllgas aus Quecksilber und einer Ne-Ar-Mischung im Verhältnis von Ne 0% bis 100% und/oder Ar 0% bis 100%, bevorzugt Ne 0% bis 50% und Ar 50% bis 100% und besonders bevorzugt Ne 20% bis 30% und Ar 70% bis 80%.

5

Vorteilhafterweise weist das Füllgas einen Gasdruck von 0,5mbar bis 10mbar, bevorzugt von 0,5mbar bis 5mbar und besonders bevorzugt von 1mbar bis 3mbar auf.

10

Vorzugsweise wird die Gasentladung durch zwei in dem Rohr befindliche Elektroden erzeugt und durch ein mit den Elektroden verbundenes Vorschaltgerät gesteuert.

Zweckmäßigerweise regelt das Vorschaltgerät durch Steuerung der Stromversorgung der Elektroden die Entladungsrohrtemperatur auf 85°C bis 150°C.

15

Die Gasentladung kann auch durch energiereiche Strahlung, insbesondere Strahlung im Mikrowellenbereich erzeugt werden. Die Gasentladung kann dabei z.B. auch in elektrodenfreien Stahlersystemen erzeugt werden.

20

Bei der Gasentladungslampe kann es sich auch um einen Mitteldruckstrahler handeln.

Vorteilhafterweise handelt es sich bei dem Inertgas um eine chemisch inerte, gasförmige Verbindung, bevorzugt um Argon, Stickstoff oder Kohlendioxid.

25

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Figuren näher erläutert. Dabei zeigen

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Gasentladungslampe und

Figur 2 die Transmission verschiedener Quarzsorten.

30

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Gasentladungslampe 1. Die Gasentladungslampe 1 besteht aus einem vakuumdichten Rohr 4 mit einem Füllgas 3 mit einem vorgegebenen Füllgasdruck, in dem die Gasentladung abläuft, und meist zwei metallische Elektroden 2, die in das Rohr 4 eingeschmolzen sind. Eine Elektrode 2 liefert die Elektronen für die Entladung, die über die zweite Elektrode 2 wieder dem äußeren Stromkreis zugeführt werden. Die Abgabe der Elektronen erfolgt meist mittels Glühemission (heiße Elektroden), kann jedoch auch durch Emission in einem starken elektrischen Feld oder direkt durch Ionenstoß (ioneninduzierte Sekundäremission) hervorgerufen werden (kalte Elektroden). Neben diesen Strahlern, die Elektroden

35

enthalten können natürlich auch elektrodenlose Strahlereinheiten 1 eingesetzt werden, die durch energiereiche Strahlung wie z. B. Mikrowellen gezündet werden.

Die Gasentladungslampe 1 verfügt zum Betrieb über ein Vorschaltgerät 5, welches an die Elektroden angeschlossen ist und die Gasentladung in der Gasentladungslampe 1 zündet und einen Ballast für den Betrieb der Lampe an einem Stromkreis liefert. Ohne eine geeignete Strombegrenzung der Gasentladungslampe 1 in einem äußeren Stromkreis würde der Strom in der Gasentladungslampe 1 durch Vermehrung der Ladungsträger in Gasvolumen des Rohres 4 so stark steigen, dass es schnell zu einer Zerstörung der Lampe kommt.

Durch UV-Licht härtbare Materialien können Lacke, Druckfarben, Klebstoffe, Vergussmassen oder ähnliches sein.

Für die Gasentladungslampe 1 können sowohl Niederdruckstrahler als auch Mitteldruckstrahler verwendet werden. Diese sind erfindungsgemäß so optimiert, dass die Wellenlänge unter 200nm, insbesondere die Wellenlänge 185 nm mit besonders hoher Effizienz emittiert wird.

Nachteil der Mitteldruckstrahler ist auch hier, dass sie eine große Menge an Wärme produzieren, was eine intensive Kühlung erforderlich macht; hierdurch können sie nicht wie z. B. Niederdruckstrahler in den mit Inertgas gefüllten Raum einer Härungsanlage eingebracht werden, da durch die intensive Lüftung die Rest-O₂-Konzentration sehr schnell auf 20% ansteigt, sondern sie müssen extern an einer Härungseinrichtung angebracht werden. Dies wiederum erfordert eine sehr kostenintensive Ausstattung der Härungsanlage mit Quarzscheiben, die durchlässig sind für UV-Strahlung mit einer Wellenlänge von < 200 nm (z. B. Suprasil). Außerdem muss die komplette, extern montierte Strahlereinheit zusätzlich mit Inertgas geflutet werden, da ansonsten Ozon gebildet wird und somit die kurzwellige UV-Strahlung die Substratoberfläche nicht erreicht. Eine weitere Möglichkeit der Härung mit Hg-Mitteldruckstrahlen in Inertgasatmosphäre besteht darin die Richtung der Strahlung mit einem Kühlfluid, z. B. Wasser, durchzuführen. Hierfür werden z.B. Reflektoren und/oder Gehäuse mit dem Kühlfluid gekühlt. Es entstehen keine Verwirbelungen im mit Inertgas gefüllten Bestrahlungsraum.

Quecksilber-Niederdruck-Entladungslampen sind Strahlungsquellen, die in ihrer Plasmaentladung durch die Stoßionisationsprozesse mit den Quecksilberatomen Strahlung erzeugen. Diese Strahlung ist von Ultraviolett bis Infrarot spektral verteilt. Die intensivsten Strahlungsanteile liegen im deutlichen Unterschied zu den Mitteldruckstrahlern im wesentlichen bei den Wellenlängen von 254nm und 185nm.

Je kleiner der Durchmesser des Rohres 4 ist, desto höher ist die 185nm-Ausbeute. Optimalerweise hat das Rohr 4 einen Durchmesser von 5mm bis 20mm, bevorzugt von 10mm bis 15mm und besonders bevorzugt von 12mm bis 13mm, wobei ein
5 Durchmesser von 12mm bis 13mm auch aus fertigungstechnischer Sicht optimal ist.

Das Rohr 4 hat eine Wanddicke zwischen 0,5mm und 2mm, bevorzugt zwischen 0,8mm und 1,5mm und besonders bevorzugt zwischen 1mm und 1,3mm.

10 Das Füllgas 3 der Niederdruckstrahler kann eine Quecksilber und Ar-Füllung sein oder eine Quecksilber und Edelgasmischung wie Ar-Kr und Ar-Ne. Hierbei zeigen die Edelgasmischungen Ar-Kr und Ar-Ne eine höhere 185nm-Ausbeute als die reine Ar-Füllung. Als optimal hat sich hierbei das Edelgasgemisch Ne-Ar erwiesen mit einem Verhältnis von Ne 0% bis 100% und/oder Ar 0% bis 100%, bevorzugt Ne 0% bis 50%
15 und Ar 50% bis 100%, besonders bevorzugt Ne 20% bis 30% und Ar 70% bis 80%. Darüber hinaus läßt sich die 185nm-Ausbeute durch eine Verringerung des Gasdrucks steigern. Das Füllgas 3 weist einen Gasdruck von 0,5mbar bis 10mbar und bevorzugt von 0,5mbar bis 5mbar. Da sich jedoch bei Werten unter 2mbar Gasdruck wieder eine Verringerung der Intensität des 185nm-Peaks ergibt, ist der optimale Gasdruck des
20 Füllgases 3 bei 2mbar bis 3mbar.

Durch Verwendung unterschiedlicher Quarzmaterialien für das Rohr 4 kann die abgestrahlte Wellenlänge und damit ebenfalls die 185nm-Ausbeute beeinflusst werden. Figur 2 zeigt die Transmission verschiedener Quarzsorten für UV-Strahler. Hierbei ist
25 die prozentuale Transmission in Abhängigkeit von der Wellenlänge in Nanometern graphisch für verschiedene Quarzsorten angetragen. Wie aus der Graphik zu erkennen ist, lassen nur bestimmte Quarzsorten Wellenlängen von unter 200nm und insbesondere Wellenlängen von 185nm durch. Transmissionen bei 185nm zeigen u. a. Bergkristall und der synthetische Quarz „Suprasil“. Des weiteren wird die 185nm-
30 Ausbeute durch die Verwendung von Rohren 4 mit einer geringen Wanddicke erhöht. Als optimal haben sich hierbei die Quarzgläser „Ilmasil PS“ mit 1,3mm Wanddicke und „Hereaus Suprasil“ mit 1mm Wanddicke erwiesen. Neben den genannten Quarztypen auf SiO₂-Basis können auch keramische oder sonstige anorganische Materialien eingesetzt werden, die eine Transmission von UV-Strahlung im
35 Bereich von 100 nm bis 200 nm aufweisen.

Die Emission der 185nm Linie steigt mit steigender Temperatur des Strahlers bis zu Werten um 150° C an. Darüber sinkt die Emission physikalisch bedingt durch die beginnende Selbstabsorbtion der Quecksilberresonanzlinie deutlich ab. Dies bedingt,

dass der Strahler nicht durch einen konstanten Lampenstrom kontinuierlich hochgeheizt wird und damit die Strahlungsintensität Maxima durchläuft, sondern dass dessen Rohrwandtemperatur durch Regelung des Lampenstromes auf dem gewünschten Wert konstant gehalten werden kann. Damit kann die Strahlungsintensität
5 konstant gehalten werden.

Die Gasentladungslampe 1 verfügt daher über ein Vorschaltgerät 5, welches die Lampenstromversorgung regelt. Hierbei hat sich eine besonders hohe 185nm-Ausbeute im Bereich von 85° C bis 150° C ergeben. Darüber hinaus nimmt die 185nm-Ausbeute
10 wieder ab, wobei bei einer Verringerung des Fülldruckes der breite Maximalbereich sich verkleinert und die 185nm-Ausbeute bei höheren Temperaturen wesentlich steiler wieder abnimmt.

Je nach Lampenstrom ergibt sich eine Temperatur von 90° C bis 150° C. Bei dem
15 niedrigen Lampenstrom von 500mA wird z. B. in einem Strahler der Länge 300mm eine elektrische Wirkleistung von ca. 16 Watt und bei dem Strom 1,2A eine elektrische Leistung von 33 Watt eingebracht. Es ergibt sich daraus eine Effizienz der Strahlungsausbeute von 13,5% bei 0,5A und von 9% bei 1,2A. Der optimale Arbeitspunkt bei 1A ergibt eine Effizienz von 150% gegenüber einem konventionellen
20 Strahler aus synthetischem Quarz. Die ermittelten Leistungen der 185nm-Strahlung liegen im Bereich zwischen 2 und 3 Watt.

Das Vorschaltgerät 5 ist in seinem Strom in einem weiten Bereich von einem Grundwert ausgehend um $\pm 50\%$ einstellbar, d. h. für den erfindungsgemäßen
25 Niederdruckstrahler von $0,9A \pm 50\%$ (0,45A bis 1,35A). Für andere Strahlerarten sind dann die entsprechenden Grundwerte durch einfachen Austausch von zwei Drosseln und einem Kondensator anpassbar. Die Stromeinstellung in dem $\pm 50\%$ Bereich kann manuell an einem Potentiometer oder über eine Spannungsschnittstelle ferngesteuert erfolgen. Bei dem erfindungsgemäßen Vorschaltgerät 5 wird über eine
30 Komperatorschaltung, welche die Rohrwandtemperatur mit einer Sollwerttemperatur vergleicht, diese Spannungsschnittstelle angesteuert, bzw. mit Spannungsfestwerten der Strom eingestellt.

Das Rohr 4 der Gasentladungslampe 1 kann unterschiedlichste Geometrien (mäander-,
35 bogen- oder wendelförmig) aufweisen. Eine optimale Ausnutzung der erzeugten Strahlung ist bei einer Zylinderform gegeben. Andere Geometrien beeinflussen sich zwar gegenseitig, indem sie einiges an erzeugter Strahlung wieder selbst aufnehmen, doch ist die 185 nm-Ausbeute nach wie vor hoch.

Bei Verwendung eines Mitteldruckstrahlers als Gasentladungslampe hat das Rohr 4 optimalerweise eine Länge von 10 bis 3000 mm und einen Rohrdurchmesser von ca. 16 bis 28 mm. Die Entladungsröhrentemperatur liegt ungefähr zwischen 700°C und 900°C. Als Material für das Rohr 4 wird ebenfalls wieder ein Quarzglas genommen,
5 welches Wellenlängen von unter 200 nm insbesondere von 185 nm durchlässt.

Um die durch UV-Strahlung unter Sauerstoff erzeugte Ozonbildung zu verhindern sowie den Effekt der Sauerstoffinhibierung bei radikalisch härtenden Lacken, Druckfarben, Klebstoffen und Vergussmassen zu unterdrücken, findet der
10 Härtingsprozess unter einem Inertgas (Schutzgas) statt. Eine Inertgasvorrichtung dient hierbei zur Bereitstellung des Inertgases und Zuführung des Inertgases an die Oberfläche des zu härtenden Materials. Als Inertgase können jegliche chemische inerte gasförmige Verbindungen eingesetzt werden wie z. B. Edelgase wie Helium oder Argon; es können aber auch z. B. Stickstoff oder Kohlendioxid als Inertgas zum
15 Einsatz kommen. Kohlendioxid kann z. B. in Form von Trockeneis oder gasförmig verwendet werden. Zum Erzielen einwandfreier Beschichtungseigenschaften arbeitet man bei dem Inertisierungsverfahren mit einer Rest-O₂-Konzentration zwischen 0,0001 und 10%, bevorzugt zwischen 0,3 und 3%.

20 UV-härtbare Materialien bestehen im Wesentlichen aus Photoinitiatoren, Präpolymeren (vorvernetzten Grundbausteinen), Monomeren (Grundbausteine als Reaktivverdünner einsetzbar), Additiven, Füllstoffen, Farbstoffen und/oder Pigmenten. Durch die Einwirkung von UV-Strahlung werden aus den in diesen Materialien enthaltenen Photoinitiatoren freie Radikale gebildet, die eine Vernetzung des Systems
25 auslösen und es in kürzester Zeit aushärten.

Als strahlungshärtbare Verbindungen kommen z. B. (Meth)acrylverbindungen, Vinylether, Vinylamide, ungesättigte Polyester z. B. auf Basis von Maleinsäure oder Formarsäure gegebenenfalls mit Styrol als Reaktivverdünner oder
30 Maleinimid/Vinylether-Systemen in Betracht.

Bevorzugt sind (Meth)acrylatverbindungen wie Polyester(meth)acrylate, Polyether(meth)acrylate, Urethan(meth)acrylate, Epoxy(meth)acrylate, Silikon(meth)acrylate, acrylierte Polyacrylate.

Vorzugsweise handelt es sich bei mindestens 40 Mol-% besonders bevorzugt bei
35 mindestens 60% der strahlungshärtbaren ethylenisch ungesättigten Gruppen um (Meth)acrylgruppen.

Die strahlungshärtbaren Verbindungen können weitere reaktive Gruppen, z. B. Melamin-, Isocyanat-, Epoxid-, Anhydrid-, Alkohol-, Carbonsäuregruppen für eine zusätzliche thermische Härtung, z. B. durch chemische Reaktion von Alkohol-,

Carbonsäure-, Amin-, Epoxid-, Anhydrid-, Isocyanat- oder Melamingruppen, enthalten (dual cure).

Die strahlungshärtbaren Verbindungen können z. B. als Lösung, z. B. in einem organischen Lösungsmittel oder Wasser, als wässrige Dispersion oder Emulsion, als
5 Pulver oder als flüssiges 100%iges Material eingesetzt werden.

Bevorzugt sind die strahlungshärtbaren Verbindungen und somit auch die strahlungshärtbaren Massen bei Raumtemperatur fließfähig. Die strahlungshärtbaren Massen enthalten vorzugsweise weniger als 20 Gew.-%, insbesondere weniger als 10 Gew.-% organische Lösemittel und/oder Wasser. Bevorzugt sind sie lösungsmittelfrei
10 und wasserfrei (100% Feststoff).

Die strahlungshärtbaren Massen können neben den strahlungshärtbaren Verbindungen als Bindemittel weitere Bestandteile enthalten. In Betracht kommen z. B. Pigmente, Verlaufsmittel, Farbstoffe, Stabilisatoren etc.

Für die Härtung mit UV-Licht werden im Allgemeinen handelsübliche Photoinitiatoren
15 verwendet.

Als Photoinitiatoren in Betracht kommen z. B. Benzophenon, Alkylbenzophenone, hologenmethylierte Benzophenone, Michlers Keton, Anthron und halogenierte Benzophenone. Weitere gängige Photoinitiatoren sind α -Hydroxiketone, α -Aminoketone, Thioxanthone und Methylbenzoylformiat (MBF). Ferner eignen sich Benzoin
20 und seine Derivate. Ebenfalls wirksame Photoinitiatoren sind Anthrachinon und zahlreiche seiner Derivate, beispielsweise β -Methylanthrachinon, tert.-Butylanthrachinon und Anthrachinoncarbonsäureester und, besonders wirksam, Photoinitiatoren mit einer Acylphosphinoxidgruppe wie Acylphosphinoxide oder Bisacylphosphinoxide, z. B. 2,4,6-Trimethylbenzoldiphenylphosphinoxid (Lucirin®
25 TPO).

Es ist ein Vorteil der Erfindung, dass der Gehalt der Photoinitiatoren in der strahlungshärtbaren Masse deutlich reduziert werden kann.

Vorzugsweise enthalten die strahlungshärtbaren Massen weniger als 10 Gew.-Teile, insbesondere weniger als 4 Gew.-Teile, besonders bevorzugt weniger als 1,5 Gew.-
30 Teile Photoinitiator auf 100 Gew.-Teile strahlungshärtbare Verbindungen.

Ausreichend ist insbesondere eine Menge von 0,01 Gew.-Teilen bis 1,5 Gew.-Teilen, insbesondere 0,01 bis 1 Gew.-Teil Photoinitiator.

Die vorgeschlagene Gasentladungslampe 1 in Verbindung mit der Inertgasvorrichtung
35 eignet sich sowohl für die Härtung radikalischer als auch kationischer Lacke, Druckfarben, Klebstoffe oder Vergussmassen. Hierbei können sowohl Klarlacke als auch pigmentierte Systeme in den Farben z. B. weiß, cyan, magenta, yellow oder schwarz sowie Mischungen aus diesen ausgehärtet werden. Bei den pigmentierten Lacken, Druckfarben, Klebstoffen oder Vergussmassen können mit diesem Verfahren

Schichtdicken bis zu $> 40 \mu\text{m}$ ausgehärtet werden. Klarlacke oder gefüllte Systeme können in Schichtdicken bis zu $>> 2000 \mu\text{m}$ ebenfalls problemlos gehärtet werden. Es hat sich gezeigt, dass auch Lacksysteme, die zur Erhöhung der UV- und Witterungsbeständigkeit UV-Absorber enthalten, in Schichtdicken $> 100 \mu\text{m}$ sowie
5 hochpigmentierte weiße Systeme mit z. B. Titandioxid als Pigment, problemlos gehärtet werden können.

Der Abstand der Gasentladungslampe 1 kann bei diesem Verfahren zwischen 1 cm und $> 18 \text{ cm}$ von der Substratoberfläche betragen. Es können zur Härtung der Lacke, Druckfarben, Klebstoffe und Vergussmassen ein oder mehrere Strahler oder
10 Strahlerarrays verwendet werden. Durch die geringe Wärmeemission der Strahler erwärmt sich das beschichtete und gehärtete Substrat abgesehen von der Reaktionswärme nur unwesentlich.

Eine weitere Anwendung liegt auch in der Vorbehandlung von Substraten zur
15 Verbesserung der Substrathaftung; hierbei wird die Oberfläche des Substrates mit einem oder mehreren Strahlereinheiten 1 unter Inertbedingungen bestrahlt und „aktiviert“, was eine Erhöhung der Oberflächenspannung des Substrats zur Folge hat. Die hierbei gebildeten Radikale können nun z. B. mit den ungesättigten Gruppen der Lacke, Druckfarben, Klebstoffe oder Vergussmassen reagieren und eine chemische
20 Bindung zwischen Substrat und Beschichtung erzeugen; mit einem oder mehreren weiteren Strahlereinheiten 1 kann das Beschichtungsmaterial anschließend unter Inertbedingungen ausgehärtet werden. Hierdurch kann eine deutliche Haftungsverbesserung der Lacke, Druckfarben, Klebstoffe oder Vergussmassen auf diversen Substraten erzielt werden. In einem weiteren Verfahren kann das mit einem
25 oder mehreren UV-Strahlereinheiten 1 unter Inertbedingungen vorbehandelte Substrat mit einem photoaktiven „UV-Primer“ vorbehandelt werden; es entsteht eine chemische Verbindung zwischen Substrat und Primer; durch einen weiteren UV-Bestrahlungsschritt mit einer oder mehreren Strahlereinheit(en) 1 unter Inertbedingungen kann dieser Effekt weiter verbessert werden. Nach anschließender
30 Beschichtung mit UV-härtbaren Beschichtungsstoffen und erneuter UV-Härtung unter Inertbedingungen mit einer oder mehreren UV-Einheiten 1 wird nun eine chemische Bindung zwischen Primer und Beschichtungsmaterial erzeugt. Durch diesen Prozess kann die Haftung UV-vernetzbarer Systeme zu diversen Substraten deutlich verbessert werden. Bei beiden genannten Verfahren zur Erhöhung der Oberflächenspannung und
35 der Verbesserung der Substrathaftung kann nach dem Vorbehandlungsschritt mit Strahlereinheit(en) 1 unter Inertbedingungen die UV-Härtung in den nachfolgenden Primer- und Beschichtungsschritten auch mit üblichen Mitteldruckstrahlern an Luft ausgeführt werden.

Eine weitere Anwendung der Strahlereinheit 1 liegt in dem Bereich Entkeimung, Sterilisierung und/oder Desinfektion von Substratoberflächen.

5 Eine weitere Anwendung der Strahlereinheit 1 liegt in der Herstellung matter und stumpfmatter Oberflächen.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Systems und Verfahrens liegt in der niedrigen Temperaturentwicklung bei der UV-Härtung, da auch wenig Energie durch den Niederdruckstrahler eingebracht wird. Dies fällt besonders ins Gewicht bei der Beschichtung temperaturempfindlicher Substrate wie Kunststoffe, Papier, Holz etc. Des weiteren weisen Niederdruckstrahler einen deutlich geringeren Energiebedarf im Vergleich zu Mitteldruckstrahlern auf, was in verminderten Energiekosten resultiert. Des weiteren können durch die erfindungsgemäßen Gasentladungslampen jede mögliche Geometrie nachvollzogen werden, das heißt die Lampe kann määnder- oder U-förmig sein, wodurch bei Objekten mit einer gebogenen Oberfläche der Strahler optimal an die Oberfläche zur Härtung angepasst werden kann. Des weiteren ist die Härtung von Klarlacken und pigmentierten Systemen in deutlich kürzerer Zeit möglich. Auch die Härtung dicker Schichten kann mit der Gasentladungslampe unter Inertgas gemäß der Erfindung vorgenommen werden. Durch die geringe Temperaturentwicklung bei dem Niederdruckstrahler fällt das Erfordernis einer Kühlung des Strahlers weg, wodurch der konstruktive Aufwand verringert wird und das Handling des Strahlers vereinfacht wird, da beispielsweise ein Strahlerwechsel ohne Wartezeit bis zur Abkühlung möglich ist. Durch den verminderten konstruktiven Aufwand werden auch die Anlagenkosten gesenkt. Des weiteren ist auch die Vorbehandlung von Substraten möglich. Darüber hinaus kann der Strahler auch nach wie vor für Sterilisation und Desinfektion eingesetzt werden und die Härtung sowohl radikalisch als auch kationisch härtender Systeme sowie von UV-stabilisierten Lacken ist möglich. Ebenfalls ist die Verklebung UV-durchlässiger Substrate (kationisch und radikalisch) und nicht transparenter Substrate mit kationischen Klebstoffen möglich.

10
15
20
25
30

Eine weitere Anwendung ist die Mattierung und Durchhärtung pigmentierter Systeme.

Das Verfahren kann unter Inertbedingungen beispielsweise für die Veredlung bahnförmiger Materialien wie Papier, Folien oder Plattenware zum Drucken, Beschichten und Kaschieren/Laminieren von zwei- und dreidimensionalen Körpern sowie auch für die Veredlung 3-dimensionaler Körper im stationären oder kontinuierlichen Betrieb durchgeführt werden.

35

Beispiele

Alle Versuche wurden, wenn nicht anders beschrieben, mit 2 optimierten UV-Niederdruckstrahlern mit verstärkter Emission im Bereich von 185 nm durchgeführt. Normale Amalgamstrahler (herkömmliches Quarz) zeigen im kurzwelligen UV-Bereich keine Emission bei 185 nm, sondern nur bei 254 nm.

- 5 Amalgamstrahler aus synthetischem Quarz zeigen Emissionen bei 254 nm und 185 nm, die Emission bei 185 nm ist jedoch deutlich geringer als bei den optimierten Strahlern.

1. Härtung eines UV-Klarlacks

- 10 Ein lösemittelhaltiger UV-Klarlack der Fa. DuPont Performance Coatings wurde auf eine Glasplatte aufgetragen (SD ca. 40 μm , FK = 50%), das Lösemittel abgedampft und anschließend in einen UVACube inert eingebracht. Es wurde mit 2 Niederdruckstrahlern bei einem Abstand vom Strahler von ca. 6 cm ausgehärtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,5%). Nach 1 s Belichtungszeit ist das Material vollständig als
- 15 hochglänzender, kratzfester Film ausgehärtet. Im KMnO₄-Test gegen weißes Papier gehalten ist keine Färbung des Films zu erkennen.

2. Härtung eines UV-Klarlacks

- 20 Ein Klarlack bestehend aus 50g Laromer® PO 84 F (BASF), 1,5 g TMPTA (BASF) und 1 g Darocur® MBF (Ciba SC) als Photoinitiator wurde auf eine Glasplatte aufgetragen (SD ca. 40 μm) und in einen UVACube inert eingebracht. Es wurde mit 2 Strahlern bei einem Abstand vom Strahler von ca. 6 cm ausgehärtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,5%). Nach 2 s Belichtungszeit ist das Material vollständig als
- 25 hochglänzender, kratzfester Film ausgehärtet. Im KMnO₄-Test gegen weißes Papier gehalten ist eine minimale Färbung des Films zu erkennen.

3. Härtung eines UV-Klarlacks als Vergussmasse

- 30 Der gleiche Lack wird in einen Aluminiumdeckel gefüllt (SD ca. 3 mm). Das Material wurde dann im UVACube inert in einem Abstand vom Strahler von ca. 18 cm mit 2 Niederdruckstrahlern 60 s belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Die Masse ist vollständig ausgehärtet, die Oberfläche kratzfest; es hat sich ein weiches, ca. 3 mm dickes Polymer gebildet.

35

4. Härtung eines UV-Absorber enthaltenden UV-Klarlacks (MBF)

Ein Klarlack bestehend aus 100g Laromer® PO 84 F (BASF), 5,0 g Tinuvin® 1130 (Ciba SC) als UV-Absorber und 2,0 g Darocur® MBF (Ciba SC) als Photoinitiator

wurde auf einen weißen Karton aufgetragen (SD ca. 12 μm) und in einen UVACube inert eingebracht. Es wurde mit 2 Strahlern bei einem Abstand vom Strahler von ca. 6 cm ausgehärtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Nach 2 s Belichtungszeit ist das Material vollständig als hochglänzender, kratzfester Film ausgehärtet. Im KMnO₄-Test
5 gegen weißes Papier gehalten ist eine minimale Färbung des Films zu erkennen.

5. Härtung eines UV-Absorber enthaltenden UV-Klarlacks in dicker Schicht (MBF)

Der gleiche Lack wird in eine Schichtdicke von ca. 40 μm auf einen weißen Karton
10 aufgetragen. Das Material wurde dann im UVACube inert in einem Abstand vom Strahler von ca. 6 cm mit 2 Niederdruckstrahlern 30 s belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Der Film ist vollständig ausgehärtet, die hochglänzende Oberfläche ist absolut kratzfest und. Nach einer Belichtungszeit von 10 s ist der Film noch nicht vollständig durchgehärtet.

15

6. Härtung eines UV-Absorber enthaltenden UV-Klarlacks in dicker Schicht (MBF)

Der gleiche Lack wird in eine Schichtdicke von ca. 100 μm auf einen weißen Karton
aufgetragen. Das Material wurde dann im UVACube inert in einem Abstand vom
20 Strahler von ca. 6 cm mit 2 Niederdruckstrahlern 60 s belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Der Film ist vollständig ausgehärtet, die hochglänzende Oberfläche ist absolut kratzfest.

25

7. Härtung eines UV-Absorber enthaltenden UV-Klarlacks (TPO)

Ein Klarlack bestehend aus 100g Laromer® PO 84 F (BASF), 5,0 g Tinuvin® 1130 (Ciba SC) als UV-Absorber und 2,0 g Lucirin® TPO-L (BASF) als Photoinitiator wurde auf einen weißen Karton aufgetragen (SD ca. 40 μm) und in einen UVACube inert eingebracht. Es wurde mit 2 Strahlern bei einem Abstand vom Strahler von ca. 6
30 cm ausgehärtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Nach 5 s Belichtungszeit ist das Material vollständig als hochglänzender, kratzfester Film ausgehärtet. Im KMnO₄-Test gegen weißes Papier gehalten ist eine minimale Färbung des Films zu erkennen.

35

8. Härtung eines UV-Absorber enthaltenden UV-Klarlacks in dicker Schicht (TPO)

Der gleiche Lack wird in einer Schichtdicke von ca. 100 μm auf einen weißen Karton aufgetragen. Das Material wurde dann im UVACube inert in einem Abstand vom Strahler von ca. 6 cm mit 2 Niederdruckstrahlern 5 s belichtet (Rest-O₂-Konzentration

= 1,4%). Der Film ist vollständig ausgehärtet, die hochglänzende Oberfläche ist absolut kratzfest.

9. Härtung einer radikalisch härtenden UV-Inkjetfarbe weiß

5

Eine weiße, hochpigmentierte Inkjetfarbe wird in einer SD von 12 µm auf weißen Karton aufgebracht und in einen UVACube inert eingebracht. Anschließend wird in einem Abstand zum Strahler von ca. 6 cm <2s mit 2 Strahlern belichtet (Rest-O₂-Konzentration - 1,4%). Das Material ist vollständig ausgehärtet und zeigt eine glänzende Oberfläche.

10

Führt man unter gleichen Vorgaben die UV-Härtung mit Amalgamstrahlern (normales Quarz) durch, ist das Material nach einer Belichtungszeit von 90 s noch nicht ausgehärtet.

15

Führt man unter gleichen Vorgaben die UV-Härtung mit einem „normalen“ UV-Niederdruckstrahler aus synthetischen Quarz durch, ist das Material erst nach 10 s ausgehärtet und weist eine matte Oberfläche auf. Es zeigt sich hier deutlich der Effekt des Strahlers mit der verstärkten Emission bei 185 nm.

10. Härtung einer radikalisch härtenden UV-Inkjetfarbe weiß

20

Eine weiße, hochpigmentierte Inkjetfarbe wird in einer SD von 40 µm auf weißen Karton aufgebracht und in einen UVACube inert eingebracht. Anschließend wird in einem Abstand zum Strahler von 18 cm 60 s mit 2 Strahlern belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Das Material ist vollständig ausgehärtet und zeigt eine strukturierte Oberfläche.

25

11. Härtung einer radikalisch härtenden UV-Inkjetfarbe gelb

30

Eine gelbe, hochpigmentierte Inkjetfarbe wird in einer SD von 12 µm auf weißen Karton aufgebracht und in einen UVACube inert eingebracht. Anschließend wird in einem Abstand zum Strahler von ca. 6 cm <<2 s mit 2 Strahlern belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Das Material ist vollständig ausgehärtet und zeigt eine glänzende Oberfläche.

35

Führt man unter gleichen Vorgaben die UV-Härtung mit Amalgamstrahlern (normales Quarz) durch, ist das Material erst nach einer Belichtungszeit von 90 s ausgehärtet und zeigt eine strukturierte Oberfläche.

Führt man unter gleichen Vorgaben die UV-Härtung mit einem „normalen“ UV-Niederdruckstrahler aus synthetischen Quarz durch, ist das Material erst nach 10 s ausgehärtet und weist eine matte Oberfläche auf.

Es zeigt sich hier deutlich der Effekt des Strahlers mit der verstärkten Emission bei 185 nm.

12. Härtung einer radikalisch härtenden UV-Inkjetfarbe gelb

5

Eine gelbe, hochpigmentierte Inkjetfarbe wird in einer SD von 40 µm auf weißen Karton aufgebracht und in einen UVACube inert eingebracht. Anschließend wird in einem Abstand zum Strahler von ca. 6 cm 20 s mit 2 Strahlern belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Das Material ist vollständig ausgehärtet und zeigt eine strukturierte Oberfläche.

10

13. Härtung einer radikalisch härtenden UV-Inkjetfarbe cyan

Eine cyanfarbene, hochpigmentierte Inkjetfarbe wird in einer SD von 12 µm auf weißeKarton aufgebracht und in einen UVACube inert eingebracht. Anschließend wird in einem Abstand zum Strahler von ca. 6 cm 2 s mit 2 Strahlern belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Das Material ist vollständig ausgehärtet und zeigt eine glänzende Oberfläche.

15

Führt man unter gleichen Vorgaben die UV-Härtung mit Amalgamstrahlern (normales Quarz) durch, ist das Material erst nach einer Belichtungszeit von 90 s ausgehärtet und zeigt eine glänzende Oberfläche.

20

Führt man unter gleichen Vorgaben die UV-Härtung mit einem „normalen“ UV-Niederdruckstrahler aus synthetischen Quarz durch, ist das Material erst nach 5 s ausgehärtet und weist eine matte Oberfläche auf.

25

Es zeigt sich hier deutlich der Effekt des Strahlers mit der verstärkten Emission bei 185 nm.

14. Härtung einer radikalisch härtenden UV-Inkjetfarbe magenta

Eine magentafarbene, hochpigmentierte Inkjetfarbe wird in einer SD von 12 µm auf weißen Karton aufgebracht und in einen UVACube inert eingebracht. Anschließend wird in einem Abstand zum Strahler von ca. 6 cm <2 s mit 2 Strahlern belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Das Material ist vollständig ausgehärtet und zeigt eine glänzende Oberfläche.

30

Führt man unter gleichen Vorgaben die UV-Härtung mit Amalgamstrahlern (normales Quarz) durch, ist das Material erst nach einer Belichtungszeit von 90 s ausgehärtet und zeigt eine glänzende Oberfläche.

35

Führt man unter gleichen Vorgaben die UV-Härtung mit einem „normalen“ UV-Niederdruckstrahler aus synthetischen Quarz durch, ist das Material erst nach 5 s

ausgehärtet und weist eine leicht mattierte Oberfläche auf. Es zeigt sich hier deutlich der Effekt des Strahlers mit der verstärkten Emission bei 185 nm.

15. Härtung einer radikalisch härtenden UV-Inkjetfarbe schwarz

5

Eine schwarz, hochpigmentierte Inkjetfarbe wird in einer SD von 12 µm auf weißen Karton aufgebracht und in einen UVACube inert eingebracht. Anschließend wird in einem Abstand zum Strahler von ca. 6 cm 5 s mit 2 Strahlern belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Das Material ist vollständig ausgehärtet und zeigt eine matte Oberfläche.

10

Führt man unter gleichen Vorgaben die UV-Härtung mit Amalgamstrahlern (normales Quarz) durch, ist das Material erst nach einer Belichtungszeit von 90 s ausgehärtet und zeigt eine matte Oberfläche.

15

Führt man unter gleichen Vorgaben die UV-Härtung mit einem „normalen“ UV-Niederdruckstrahler aus synthetischen Quarz durch, ist das Material erst nach 10 s ausgehärtet und weist eine matte Oberfläche auf.

Es zeigt sich hier deutlich der Effekt des Strahlers mit der verstärkten Emission bei 185 nm.

20

16. Härtung einer kationisch härtenden UV-Flexofarbe weiß

Eine weiße, hochpigmentierte Flexofarbe wird in einer SD von 12 µm auf weißen Kartoaufgebracht und in einen UVACube inert eingebracht. Anschließend wird in einem Abstand zum Strahler von ca. 6 cm 20 s mit 2 Strahlern belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Das Material ist vollständig ausgehärtet und zeigt eine matte Oberfläche.

25

Führt man den gleichen Versuch in einer SD von 6 µm durch, ist das Material nach 10 s vollständig ausgehärtet und zeigt eine glänzende Oberfläche.

30

17. Härtung einer kationisch härtenden UV-Flexofarbe gelb

Eine gelbe, hochpigmentierte Flexofarbe wird in einer SD von 12 µm auf weißen Karton aufgebracht und in einen UVACube inert eingebracht. Anschließend wird in einem Abstand zum Strahler von ca. 6 cm 20 s mit 2 Strahlern belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Das Material ist vollständig ausgehärtet und zeigt eine glänzende Oberfläche.

35

Führt man den gleichen Versuch in einer SD von 6 µm durch, ist das Material nach 10 s vollständig ausgehärtet und zeigt eine glänzende Oberfläche.

18. Härtung einer kationisch härtenden UV-Flexofarbe cyan

Eine cyanfarbene, hochpigmentierte Flexofarbe wird in einer SD von 12 μm auf weißen Karton aufgebracht und in einen UVACube inert eingebracht. Anschließend wird in einem Abstand zum Strahler von ca. 6 cm 30 s mit 2 Strahlern belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Das Material ist vollständig ausgehärtet und zeigt eine matte Oberfläche.

Führt man den gleichen Versuch in einer SD von 6 μm durch, ist das Material nach 10 s vollständig ausgehärtet und zeigt eine matte Oberfläche.

10

19. Härtung einer kationisch härtenden UV-Flexofarbe magenta

Eine magentafarbene, hochpigmentierte Flexofarbe wird in einer SD von 12 μm auf weißen Karton aufgebracht und in einen UVACube inert eingebracht. Anschließend wird in einem Abstand zum Strahler von ca. 6 cm 20 s mit 2 Strahlern belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Das Material ist vollständig ausgehärtet und zeigt eine glänzende Oberfläche.

Führt man den gleichen Versuch in einer SD von 6 μm durch, ist das Material nach 10 s vollständig ausgehärtet und zeigt eine glänzende Oberfläche.

20

20. Härtung einer kationisch härtenden UV-Flexofarbe schwarz

Eine schwarze, hochpigmentierte Flexofarbe wird in einer SD von 12 μm auf weißen Karton aufgebracht und in einen UVACube inert eingebracht. Anschließend wird in einem Abstand zum Strahler von ca. 6 cm 30 s mit 2 Strahlern belichtet (Rest-O₂-Konzentration = 1,4%). Das Material ist nicht vollständig ausgehärtet und zeigt eine stumpfmatte Oberfläche.

Führt man den gleichen Versuch in einer SD von 60 μm durch, ist das Material nach 10 s vollständig ausgehärtet und zeigt eine stumpfmatte Oberfläche.

30

21. Herstellung mattierter Oberflächen mit kationisch härtenden UV-Flexofarben

Belichtet man die kationisch härtenden Flexofarben in eine SD von ca. 12 μm nur 10 s, so erhält man „stumpfmatte“ Oberflächen, während die tieferen Schichten noch nicht ausgehärtet sind. Durch eine weitere Bestrahlung mit Niederdruckstrahlern bzw. auch herkömmlichen Hg-Mitteldruckstrahlern kann man diese Oberflächenstruktur fixieren und mattierte Oberflächen erzeugen.

35

22. Vorbehandeln von Kunststoffoberflächen zur Verbesserung der Haftung von Lacken, Druckfarben, Klebstoffen oder Vergussmassen.

5 Eine handelsübliche PMMA Platte wird ca. 10 s in einem Abstand von ca. 6 cm zum Strahler mit 2 optimierten Niederdruckstrahlern belichtet. Dabei verändert sich die Oberflächenspannung des Kunststoffs von ca. 38 Nm/m auf ca. 46 Nm/m. Nach ca. 20 s Bestrahlung werden Oberflächenspannungswerte > 50 Nm/m erzielt.

10 Trägt man auf die so behandelte Oberfläche einen z.B. radikalisch härtenden UV-Lack auf, zeigt er eine gute Haftung zum Substrat, während eine Haftung auf dem unbehandelten PMMA nicht gegeben ist.

Durch Auftragen eines Primers oder UV-Primers auf die vorbehandelte Oberfläche und anschließendes Auftragen und Aushärten eines z.B. radikalisch härtenden UV-Lackes (ggf. kann nach dem Primerauftrag noch eine zusätzliche UV-Bestrahlung erfolgen) kann die Haftung zum PMMA nochmals deutlich verbessert werden.

15 Analoge Ergebnisse wurden auch auf Kunststoffen wie PE, PP, PA, Teflon und auch auf Siliconpapier erzielt.

Ansprüche

5

1. Gasentladungslampe zum Härten von durch UV-Licht härtbare Materialien umfassend ein mit Füllgas (3) gefülltes Rohr (4) zum Erzeugen einer Gasentladung zum Aussenden von elektromagnetischer Strahlung bis unter 200nm, unter Verwendung einer Inertgasvorrichtung zum Bereitstellen eines Inertgases und

10

Zuführen des Inertgases an die Oberfläche des zu härtenden Materials.

2. Gasentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Gasentladungslampe (1) um einen Niederdruckstrahler handelt.

15

3. Gasentladungslampe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (4) einen Durchmesser von 5mm bis 20 mm, bevorzugt von 10 mm bis 15mm und besonders bevorzugt von 12mm bis 13mm hat.

20

4. Gasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (4) aus Quarzglas ist, welches Wellenlängen bis unter 200nm insbesondere bis 185nm durchläßt.

25

5. Gasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (4) eine Wanddicke zwischen 0,5mm und 2mm, bevorzugt zwischen 0,8mm und 1,5mm und besonders bevorzugt zwischen 1mm und 1,3mm hat.

30

6. Gasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Füllgas (3) aus Quecksilber und einer Ne-Ar-Mischung im Verhältnis von Ne 0% bis 100% und/oder Ar 0% bis 100%, bevorzugt Ne 0% bis 50% und Ar 50% bis

35

100% und besonders bevorzugt Ne 20% bis 30% und Ar 70% bis 80% besteht.

7. Gasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

daß das Füllgas (3) einen Gasdruck von 0,5mbar bis 10mbar, bevorzugt von 0,5mbar bis 5mbar und besonders bevorzugt von 1mbar bis 3mbar aufweist.

8. Gasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
5 dadurch gekennzeichnet,
daß die Gasentladung durch zwei in dem Rohr (4) befindliche Elektroden (2) erzeugt und durch ein mit den Elektroden (2) verbundenes Vorschaltgerät (5) gesteuert wird.
9. Gasentladungslampe nach Anspruch 8,
10 dadurch gekennzeichnet,
daß das Vorschaltgerät (5) durch Steuerung der Stromversorgung der Elektroden (2) die Entladungsrohrtemperatur auf 85°C bis 150°C regelt.
10. Gasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß die Gasentladung elektrodenfrei durch energiereiche Strahlung insbesondere Strahlung im Mikrowellenbereich erzeugt wird.
11. Gasentladungslampe nach Anspruch 1,
20 dadurch gekennzeichnet,
daß es sich bei der Gasentladungslampe (1) um einen Mitteldruckstrahler handelt.
12. Gasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß es sich bei dem Inertgas um eine chemisch inerte, gasförmige Verbindung, bevorzugt um Argon, Stickstoff oder Kohlendioxid handelt.
13. System zum Härten von durch UV-Licht härtbare Materialien, umfassend
eine Gasentladungslampe (1) zum Aussenden elektromagnetischer Strahlung bis unter
30 200nm mittels einer Gasentladung in einem mit Füllgas (3) gefüllten Rohr (4) und
einer Inertgasvorrichtung zum Bereitstellen eines Inertgases und Zuführen des
Inertgases an die Oberfläche des zu härtenden Materials.
14. System nach Anspruch 13,
35 dadurch gekennzeichnet,
daß es sich bei der Gasentladungslampe (1) um einen Niederdruckstrahler handelt.
15. System nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet,

daß das Rohr (4) einen Durchmesser von 5mm bis 20 mm, bevorzugt von 10 mm bis 15mm und besonders bevorzugt von 12mm bis 13mm hat.

16. System nach einem der Ansprüche 13 bis 15,
5 dadurch gekennzeichnet,
daß das Rohr (4) aus Quarzglas ist, welches Wellenlängen bis unter 200nm insbesondere bis 185nm durchläßt.
17. System nach einem der Ansprüche 13 bis 16,
10 dadurch gekennzeichnet,
daß das Rohr (4) eine Wanddicke zwischen 0,5mm und 2mm, bevorzugt zwischen 0,8mm und 1,5mm und besonders bevorzugt zwischen 1mm und 1,3mm hat.
18. System nach einem der Ansprüche 13 bis 17,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß das Füllgas (3) aus Quecksilber und einer Ne-Ar-Mischung im Verhältnis von Ne 0% bis 100% und/oder Ar 0% bis 100%, bevorzugt Ne 0% bis 50% und Ar 50% bis 100% und besonders bevorzugt Ne 20% bis 30% und Ar 70% bis 80% besteht.
- 20 19. System nach einem der Ansprüche 13 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Füllgas (3) einen Gasdruck von 0,5mbar bis 10mbar, bevorzugt von 0,5mbar bis 5mbar und besonders bevorzugt von 1mbar bis 3mbar aufweist.
- 25 20. System nach einem der Ansprüche 13 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Gasentladung durch zwei in dem Rohr (4) befindliche Elektroden (2) erzeugt und durch ein mit den Elektroden (2) verbundenes Vorschaltgerät (5) gesteuert wird.
- 30 21. System nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Vorschaltgerät (5) durch Steuerung der Stromversorgung der Elektroden (2) die Entladungsrohrtemperatur auf 85°C bis 150°C regelt.
- 35 22. System nach einem der Ansprüche 13 bis 19,
dadurch gekennzeichnet
daß die Gasentladung elektrodenfrei durch energiereiche Strahlung insbesondere Strahlung im Mikrowellenbereich erzeugt wird.

23. System nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß es sich bei der Gasentladungslampe (1) um einen Mitteldruckstrahler handelt.
- 5 24. System nach einem der Ansprüche 13 bis 23,
dadurch gekennzeichnet,
daß es sich bei dem Inertgas um eine chemisch inerte, gasförmige Verbindung,
bevorzugt um Argon, Stickstoff oder Kohlendioxid handelt.
- 10 25. Verfahren zum Härten von durch UV-Licht härtbare Materialien, umfassend die
Schritte
Aussenden elektromagnetischer Strahlung bis unter 200nm mittels einer
Gasentladungslampe (1),
Bereitstellen eines Inertgases und
15 Zuführen des Inertgases an die Oberfläche des zu härtenden Materials.
26. Verfahren nach Anspruch 25,
gekennzeichnet durch
Vorsehen des Rohres (4) mit einem Durchmesser von 5mm bis 20 mm, bevorzugt von
20 10 mm bis 15mm und besonders bevorzugt von 12mm bis 13mm.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 26,
gekennzeichnet durch
Vorsehen des Rohres (4) aus Quarzglas, welches Wellenlängen bis unter 200nm
25 insbesondere bis 185nm durchläßt.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 27,
gekennzeichnet durch
Vorsehen des Rohres (4) mit einer Wanddicke zwischen 0,5mm und 2mm, bevorzugt
30 zwischen 0,8mm und 1,5mm und besonders bevorzugt zwischen 1mm und 1,3mm.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 28,
gekennzeichnet durch
Bereitstellen eines Füllgases (3) bestehend aus Quecksilber und einer Ne-Ar-Mischung
35 im Verhältnis von Ne 0% bis 100% und/oder Ar 0% bis 100%, bevorzugt Ne 0% bis
50% und Ar 50% bis 100% und besonders bevorzugt Ne 20% bis 30% und Ar 70% bis
80%.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 29,

gekennzeichnet durch

Vorsehen eines Gasdrucks von 0,5mbar bis 10mbar, bevorzugt von 0,5mbar bis 5mbar und besonders bevorzugt von 1mbar bis 3mbar für das Füllgas (3).

- 5 31. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 30,
gekennzeichnet durch
Erzeugen der Gasentladung durch zwei in dem Rohr (4) befindliche Elektroden (2) und Steuern durch ein mit den Elektroden (2) verbundenes Vorschaltgerät (5).
- 10 32. Verfahren nach Anspruch 31,
gekennzeichnet durch
Regelung der Entladungsrohrtemperatur auf 85°C bis 150°C durch das Vorschaltgerät (5) durch Steuerung der Stromversorgung der Elektroden (2).
- 15 33. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 30,
gekennzeichnet durch
Erzeugen der Gasentladung elektrodenfrei durch energiereiche Strahlung insbesondere Strahlung im Mikrowellenbereich.
- 20 34. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 33,
gekennzeichnet durch
Verwenden einer chemisch inerten, gasförmigen Verbindung, bevorzugt von Argon, Stickstoff oder Kohlendioxid als Inertgas.
- 25 35. Durch UV-Licht gehärtetes Material
unter Verwendung einer Gasentladungslampe (1) zum Aussenden elektromagnetischer Strahlung bis unter 200nm mittels einer Gasentladung in einem mit Füllgas (3) gefüllten Rohr (4) und
einer Inertgasvorrichtung zum Bereitstellen eines Inertgases und Zuführen des
30 Inertgases an die Oberfläche des zu härtenden Materials.
36. Material nach Anspruch 35,
dadurch gekennzeichnet,
daß es sich bei der Gasentladungslampe (1) um eine Niederdruckstrahler handelt.
- 35 37. Material nach Anspruch 35 oder 36,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Rohr (4) einen Durchmesser von 5mm bis 20 mm, bevorzugt von 10 mm bis 15mm und besonders bevorzugt von 12mm bis 13mm hat.

38. Material nach einem der Ansprüche 35 bis 37,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Rohr (4) aus Quarzglas ist, welches Wellenlängen bis unter 200nm
5 insbesondere bis 185nm durchläßt.
39. Material nach einem der Ansprüche 35 bis 38,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Rohr (4) eine Wanddicke zwischen 0,5mm und 2mm, bevorzugt zwischen
10 0,8mm und 1,5mm und besonders bevorzugt zwischen 1mm und 1,3mm hat.
40. Material nach einem der Ansprüche 35 bis 39,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Füllgas (3) aus Quecksilber und einer Ne-Ar-Mischung im Verhältnis von Ne
15 0% bis 100% und/oder Ar 0% bis 100%, bevorzugt Ne 0% bis 50% und Ar 50% bis
100% und besonders bevorzugt Ne 20% bis 30% und Ar 70% bis 80% besteht.
41. Material nach einem der Ansprüche 35 bis 40,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß das Füllgas (3) einen Gasdruck von 0,5mbar bis 10mbar, bevorzugt von 0,5mbar
bis 5mbar und besonders bevorzugt von 1mbar bis 3mbar aufweist.
42. Material nach einem der Ansprüche 35 bis 41,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß die Gasentladung durch zwei in dem Rohr (4) befindliche Elektroden (2) erzeugt
und durch ein mit den Elektroden (2) verbundenes Vorschaltgerät (5) gesteuert wird.
43. Material nach Anspruch 42,
dadurch gekennzeichnet,
30 daß das Vorschaltgerät (5) durch Steuerung der Stromversorgung der Elektroden (2)
die Entladungsrohrtemperatur auf 85°C bis 150°C regelt.
44. Material nach einem der Ansprüche 35 bis 41,
dadurch gekennzeichnet,
35 daß die Gasentladung elektrodenfrei durch energiereiche Strahlung insbesondere
Strahlung im Mikrowellenbereich erzeugt wird.
45. Material nach Anspruch 35,
dadurch gekennzeichnet,

daß es sich bei der Gasentladungslampe (1) um einen Mitteldruckstrahler handelt.

46. Material nach einem der Ansprüche 35 bis 45,
dadurch gekennzeichnet,

- 5 daß es sich bei dem Inertgas um eine chemisch inerte, gasförmige Verbindung, bevorzugt um Argon, Stickstoff oder Kohlendioxid handelt.

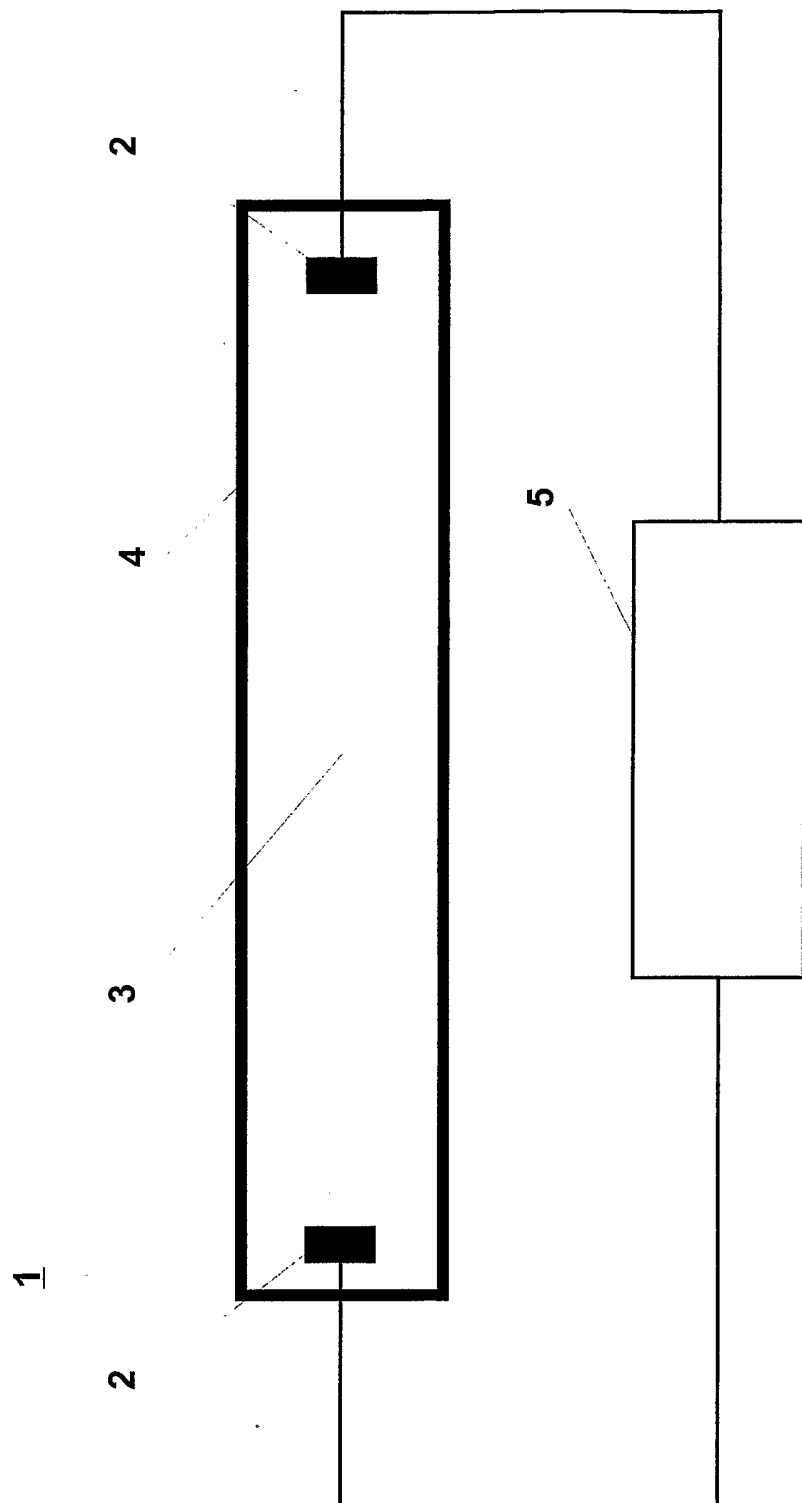


Fig. 1

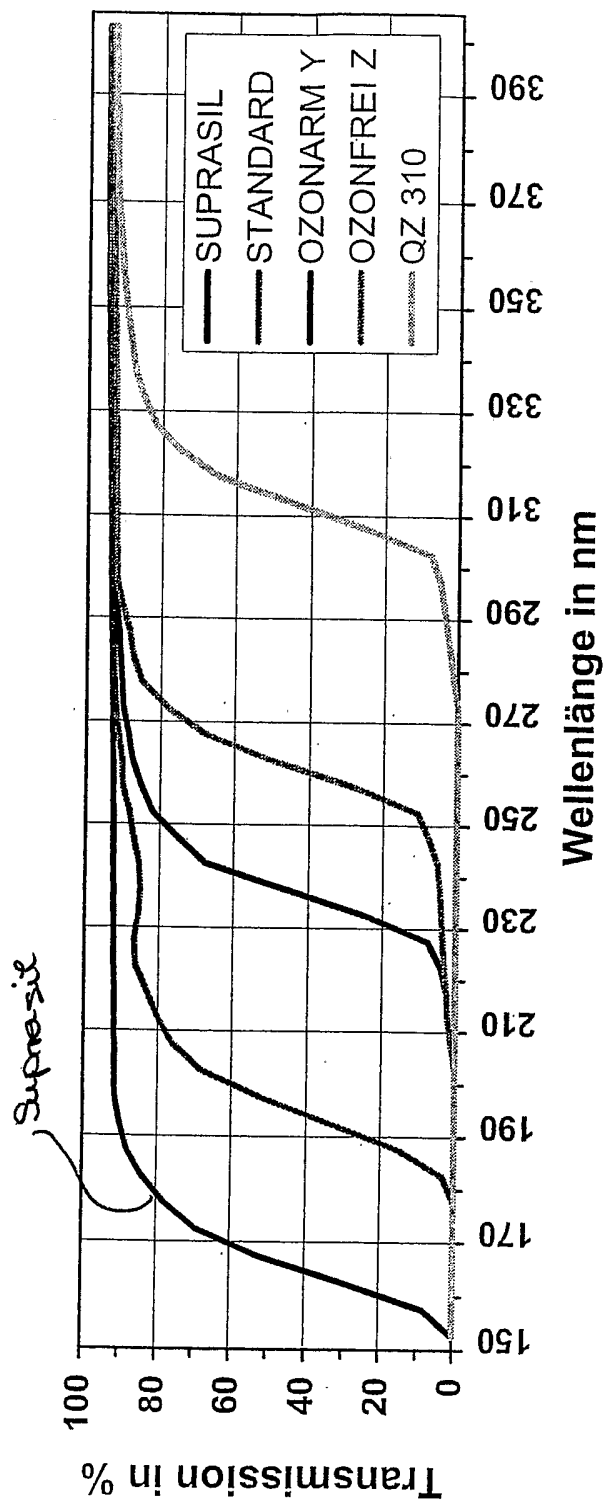


Fig. 2