

(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  
27. Dezember 2012 (27.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/175307 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

C23C 14/12 (2006.01) C23C 14/22 (2006.01)  
C23C 14/24 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/060239

(22) Internationales Anmeldedatum:  
31. Mai 2012 (31.05.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102011051260.8 22. Juni 2011 (22.06.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): AIXTRON SE [—/DE]; Kaiserstraße 98, 52134 Herzogenrath (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LONG, Michael [US/DE]; Haus Heydenstraße 185, 52134 Herzogenrath-Kohlscheid (DE). GERSDORFF, Markus [DE/DE]; Zeisigweg 42, 52134 Herzogenrath (DE).

(74) Anwälte: GRUNDMANN, Dirk et al.; Rieder & Partner, Corneliusstraße 45, 42329 Wuppertal (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

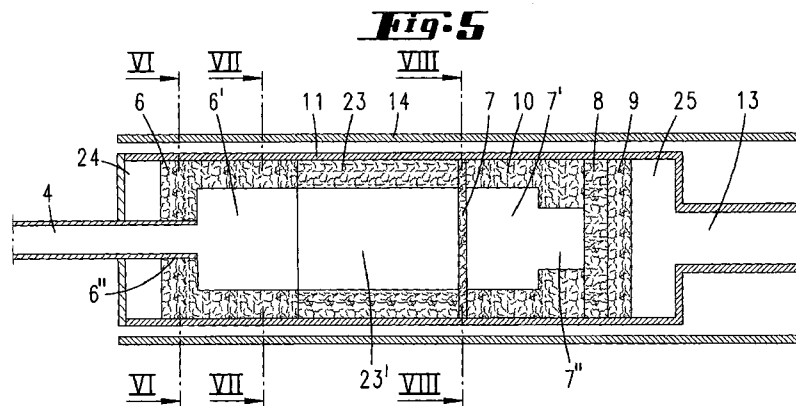
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DEPOSITING OLEDS

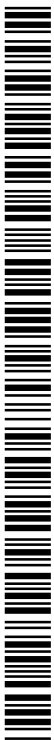
(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ABSCHIEDEN VON OLED'S



(57) Abstract: The invention first relates to a method for depositing an organic starting material as a layer on a substrate (18), wherein the organic starting material is introduced in the form of suspended particles in a carrier gas flow, the aerosol thus created is supplied as a predetermined mass flow of the organic material to an evaporator (5), which evaporator (5) comprises an evaporation body (6 - 10) which has a large surface and is heated to an evaporation temperature at which the suspended particles entering the vicinity of, or making contact with, the surface of the evaporation body (6 - 10) evaporate, the steam of the carrier gas flow thus created is introduced into a process chamber (17) where it condenses on the surface of a substrate (18), thus forming the layer. In order to make the steam inflow to the process chamber more uniform, according to the invention the mass flow of suspended particles to the evaporator (5) is greater than the evaporation rate of the suspended particles in the evaporator (5) such as to create a carrier gas flow saturated with the steam of the evaporated organic starting material to the process chamber, at least during one phase of the deposition process, in particular during a starting phase of the deposition process. The invention further relates to a device for depositing an organic starting material as a layer on a substrate.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/175307 A1

---

Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Abscheiden eines organischen Ausgangsstoffs als Schicht auf einem Substrat (18), wobei der organische Ausgangsstoff in Form von Schwebeteilchen in einen Trägergasstrom gebracht wird, das so erzeugte Aerosol als vorbestimmter Massenfluss des organischen Materials einem Verdampfer (5) zugeleitet wird, welcher Verdampfer (5) einen Verdampfungskörper (6 - 10) mit einer großen Oberfläche aufweist, der auf eine Verdampfungstemperatur aufgeheizt wird, bei der die in die Nähe oder in Kontakt mit der Oberfläche des Verdampfungskörpers (6 - 10) tretenden Schwebeteilchen verdampfen, der so erzeugte Dampf vom Trägergasstrom in eine Prozesskammer (17) gebracht wird, wo er auf der Oberfläche eines Substrates (18) die Schicht bildend kondensiert. Um den Dampfzufluss zur Prozesskammer zu vergleichmäßigen, wird vorgeschlagen, dass zur Erzeugung eines mit dem Dampf des verdampften organischen Ausgangsstoffes gesättigten Trägergasstrom zur Prozesskammer, zumindest in einer Phase des Abscheideprozesses, insbesondere in einer Anfangsphase des Abscheideprozesses der Massenfluss der Schwebeteilchen zum Verdampfer (5) größer ist als die Verdampfungsrate der Schwebeteilchen im Verdampfer (5). Außerdem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Abscheiden eines organischen Ausgangsstoffes als Schicht auf einem Substrat.

### Verfahren und Vorrichtung zum Abscheiden von OLEDs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abscheiden eines organischen Ausgangsstoffs als Schicht auf einem Substrat , wobei der organische Ausgangsstoff  
5 in Form von Schwebeteilchen in einen Trägergasstrom gebracht wird, das so erzeugte Aerosol als dosierter Massenfluss des organischen Materials einem Verdampfer zugeleitet wird, welcher Verdampfer einen Verdampfungskörper mit einer großen Oberfläche aufweist, der auf eine Verdampfungstemperatur aufgeheizt wird, bei der die in die Nähe oder in Kontakt mit der Oberfläche des  
10 Verdampfungskörpers tretenden Schwebeteilchen verdampfen, der so erzeugte Dampf vom Trägergasstrom in eine Prozesskammer gebracht wird, wo er auf der Oberfläche eines Substrates die Schicht bildend kondensiert.

Die Erfindung betrifft darüber hinaus eine Vorrichtung zum Abscheiden eines  
15 organischen Ausgangsstoffes als Schicht auf einem Substrat, mit einem Aerosol-Erzeuger zum Erzeugen eines dosierten Massenflusses des Ausgangsstoffs in Form von in einem Trägergasstrom zu einem Verdampfer transportierten Schwebeteilchen, wobei der Verdampfer offenporige Verdampfungskörper aufweist mit einem als Sackbohrung ausgebildeten Eintrittskanal, welcher Verdampfungskörper auf eine Verdampfungstemperatur aufheizbar ist, um die  
20 Schwebeteilchen zu verdampfen, mit einer Prozesskammer zur Aufnahme des Substrates, der der vom Verdampfer erzeugte Dampf durch eine Dampfzuleitung zugeführt wird.

25 Ein gattungsgemäßes Verfahren beziehungsweise eine gattungsgemäße Vorrichtung beschreibt die US 7,238,389. Mittels eines Aerosol-Erzeugers wird ein pulverförmiger Festkörper in einen Trägergasstrom gebracht. Die dabei entstehenden Aerosolteilchen werden als Schwebeteilchen im Trägergasstrom zu ei-

nem Verdampfer transportiert. Der Verdampfer besteht aus einem Festkörperschaum, der auf eine Verdampfungstemperatur aufgeheizt wird. Durch einen Oberflächenkontakt der Schwebeteilchen mit den Porenwänden des Festkörperschaums wird ihnen Verdampfungswärme zugeführt, so dass sie in die Dampfform überführt werden. Der so erzeugte Dampf wird mittels des Trägergasstroms in eine Prozesskammer eingespeist, in der sich ein Substrat befindet, welches mit dem organischen Ausgangsstoff beschichtet wird. Bei den in der Schrift beschriebenen organischen Ausgangsstoffen, die auch beim erfindungsgemäßen Verfahren in der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwendet werden, handelt es sich um organisches lichtemittierendes Material, so dass OLEDs hergestellt werden können, wie es beispielsweise in der US 4,769,292 und US 4,885,211 beschrieben wird.

Die US 2006/0115585 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum Abscheiden organischer Schichten auf einem Substrat mit einer Heizeinrichtung zum Aufheizen des organischen Materials, so dass sich in einem Trägergas ein Aerosol bildet. Das Feststoffaerosol wird über eine, Mikroporen aufweisende Düse geleitet, die eine Pulsheizeinrichtung aufweist, mit der die organischen Partikel aufgeheizt werden können. Die Mikroporen haben einen Durchmesser von bis zu 100 µm.

20

Die DE 10057491 A1 beschreibt eine Vorrichtung, mit der ein Aerosol durch Injektion von Tröpfchen in ein heißes Gasvolumen erzeugt und durch Wärmeaufnahme die Tröpfchen verdampfen.

Die WO 2006/100058 beschreibt eine Heizeinrichtung, mit der ein nicht gasförmiger Ausgangsstoff in die Gasphase überführbar ist, wobei der Heizkörper mit Hohlräumen, die eine innere Oberfläche aufweisen, versehen ist.

25

Die US 2006/0169201 A1 beschreibt eine gattungsgemäße Vorrichtung mit einer Vielzahl von in Stromrichtung hintereinander angeordneten Verdampfungskörpern, die in Stromrichtung verlaufende Kanäle aufweisen, die einen wabenförmigen Querschnitt aufweisen. Durch diese Kanäle strömt ein zu verdampfende Partikel tragender Trägergasstrom. Zufolge des geradlinigen Verlaufs der einen wabenförmigen Querschnitt aufweisenden Kanäle treten eine Vielzahl von Partikeln durch die Verdampfungskörper hindurch, ohne dass sie mit der Wandung der Kanäle in Kontakt treten.

10 Die Verwendung eines Festkörperschaums insbesondere aus Wolfram, Rhenium, Tantal, Niob, Molybdän oder Kohlenstoff oder eines beschichteten Werkstoffs zum Verdampfen eines organischen Ausgangsstoffs beschreibt auch die US 2009/0039175 A1 beziehungsweise die US 6,037,241. Der Festkörperschaum wird dort insbesondere durch Hindurchleiten eines elektrischen Stroms auf eine Verdampfungstemperatur aufgeheizt, bei der der organische Ausgangsstoff verdampft.

Aus der DE 10 2006 026 576 A1 ist darüber hinaus ein Festkörperverdampfer bekannt, bei dem das Aerosol von einem Ultraschall-Erreger durch Aufwirbelung eines Pulvers erzeugt wird. Festkörperverdampfer, bei denen eine große Menge zu verdampfender Ausgangsstoffe permanent auf einer Verdampfungstemperatur gehalten werden, liefern zwar eine kontinuierliche Verdampfungsrate. Es besteht aber ein hohes Risiko, dass sich insbesondere zu verdampfende organische Ausgangsstoffe bei der hohen Temperatur zerlegen. Um diesem Problem entgegenzuwirken, schlagen die US 2009/0061090 A1 beziehungsweise US 2010/0015324 A1 nachfüllbare Verdampfungsbehälter in einem Verdampfer vor.

Die US 7,288,286 B2 beschreibt einen Schneckenförderer, um in einem Vorratsbehälter bevorratetes pulverförmiges organisches Ausgangsmaterial in einen Gasstrom zu bringen, der die pulverförmigen Schwebeteilchen zu einem Verdampfer transportiert.

5

Eine alternative Methode, zur Erzeugung pulverförmiger Schwebeteilchen beschreibt die US 5,820,678. Dort wird ein Bürstenrad beschrieben, welches von einem aus einem gepressten Pulver geformten Festkörper Pulverteilchen im Mikrometer-Durchmesserbereich abträgt. Diese Pulverteilchen werden mittels  
10 eines Gasstroms einem Verdampfer zugeführt.

Es sind ferner Aerosol-Erzeuger bekannt, mit denen flüssige Ausgangsstoffe, insbesondere organische Ausgangsstoffe für einen MOCVD-Prozess in Form von Tröpfchen in einen Trägergasstrom gebracht werden. Diesbezügliche Vor-  
15 richtungen werden in den US 2005/0227004, US 2006/0115585 und US 5,204,314 beschrieben. Während die zur konventionellen MOCVD verwendeten Ausgangsstoffe in der Regel bei Raumtemperatur beziehungsweise erhöhten Temperaturen flüssig sind, handelt es sich bei den zur Herstellung von OLEDs zu verwendenden organischen Ausgangsstoffen durchweg um Festkörper unter-  
20 halb von Temperaturen von 200° C.

Bei den bekannten Aerosol-Erzeugern besteht eine gewisse Abhängigkeit in der Dampferzeugungsrate von der Schwebeteilchenerzeugungsrate im Aerosol-  
Erzeuger. Wird als Aerosol-Erzeuger beispielsweise eine Bürstenanordnung  
25 verwendet, bei der mittels einer bewegten, insbesondere rotierenden Bürste von einem gepressten Festkörperpulver Teilchen abgetragen werden, so hängt die zeitliche Aerosolbildungsrate von der Gestalt der Bürsten ab. Andere bekannte

Aerosol-Erzeuger besitzen Fördereinrichtungen für den in einen Trägergasstrom zu vernebelnden Ausgangsstoff, deren Förderleistung zeitlich schwankt.

5 Werden flüssige Ausgangsstoffe verwendet, so können zur Aerosolbildung Düsen verwendet werden. Auch hierbei kann eine zeitliche Fluktuation der Aerosol-Erzeugungsrate grundsätzlich nicht verhindert werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, Maßnahmen anzugeben, um den Dampfzufluss zur Prozesskammer zu gleichmäßigen.

10

Gelöst wird die Aufgabe durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung.

Zunächst und im Wesentlichen wird vorgeschlagen, dass der erzeugte Dampf im Trägergasstrom vom Dampferzeuger zur Prozesskammer einen Sättigungsdampfdruck besitzt. Um dies zu erreichen, werden Maßnahmen ergriffen, mit denen ein Überschuss an unverdampftem Ausgangsstoff im Verdampfer während des gesamten Abscheideprozesses vorhanden ist. Zur Erzeugung eines mit dem Dampf des verdampften organischen Ausgangsstoffes gesättigten Trägergasstroms zur Prozesskammer wird in zumindest einer Phase bevorzugt einer Anfangsphase des Abscheidungsprozesses der Massenfluss des organischen Ausgangsstoffs zum Verdampfer, also die pro Zeiteinheit dem Verdampfer zugeführte Masse der Schwebeteilchen zum Verdampfer größer ist als die Verdampfungsrate, also die pro Zeiteinheit in Dampf umgewandelte Masse des Ausgangsstoffes im Verdampfer. Hierdurch reichert sich innerhalb einer Anreicherungsphase eine Speichermasse an nicht verdampftem organischen Ausgangsstoff im Verdampfer an. Die Anreicherung erfolgt bevorzugt im Höhlungsvolumen des als Verdampfungskörper verwendeten Festkörperschaums. Hierzu wird als Verdampfungskörper ein offenporiger Schaumkörper verwen-

15

20

25

det, dessen Porengröße deutlich größer ist, als die Größe der Schwebeteilchen. Ein typisches Maß für den Durchmesser eines Schwebeteilchens liegt bei etwa 100 µm. Ein durchschnittliches Maß für die Weite einer Porenöffnung liegt bei etwa 1 mm. Die Porenweite kann auch im Bereich von 0,5 mm bis 3 mm liegen.

5 Die Querschnittsfläche der Poren soll bevorzugt größer sein als 1 mm<sup>2</sup>. Die Poren verlaufen ungeradlinig, stark gekrümmt, so dass der durch die Poren hindurchtretende Trägergasstrom mehrfach umgelenkt wird und darin transportierte Partikel an die Porenwände stoßen. Der verwendete Festkörperschaum kann ein Porenvolumen von mehr als 90 Prozent seines Gesamtvolumens auf-

10 weisen. Bevorzugt erfolgt die Verdampfung des Aerosols in Phasen mit unterschiedlicher Speiserate des Verdampfungserzeugers mit Schwebeteilchen. In einer Anreicherungsphase wird dem Verdampfer zeitlich mehr Masse an organischen Ausgangsstoff zugeführt als dort in der selben Zeit verdampft wird. Dies führt zu dem oben bereits erwähnten Aufbau einer Speichermasse inner-

15 halb des Porenvolumens des Verdampfungskörpers. In einer der Anreicherungsphase nachfolgenden Verarmungsphase wird die Zufuhr rate an organischem Ausgangsstoff in den Verdampfer reduziert, so dass weniger Material als Schwebeteilchen dem Verdampfer zugeführt wird als in der selben Zeit dort verdampft wird. Dies hat zur Folge, dass die Speichermasse im Zuge der Ver-

20 armungsphase abgebaut wird. Um sicherzustellen, dass für die Zeit des gesamten Abscheidungsprozesses ein mit Dampf gesättigter Trägergasstrom den Verdampfer verlässt, wird die Verarmungsphase durch Umschalten in die Anreicherungsphase, also durch Erhöhung der Materialzufuhr beendet, bevor die Speichermasse verbraucht worden ist.

25

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann einen Aerosol-Erzeuger besitzen, der eine zeitlich schwankende Erzeugungsrate an Schwebeteilchen besitzt. Die Schwebeteilchen können dabei pulverförmig oder flüssig sein. Der Aerosol-

Erzeuger besitzt einen Vorratsbehälter, in dem der organische Ausgangsstoff bevorratet wird. Der Aerosol-Erzeuger besitzt ferner einen Dosierer, mit dem die Erzeugungsrate der Schwebeteilchen beeinflusst werden kann. Erfindungsgemäß ist der Verdampfer dahingehend weitergebildet, dass der Verdampfungskörper mehrteilig ist. Der aus dem Stand der Technik, beispielsweise aus 5 der US 2009/0039175 A1 her bekannte Eintrittskanal in einem porösen Verdampfungskörper wird erfindungsgemäß von einer Durchgangsbohrung eines ersten Verdampfungskörpers ausgebildet. Es können ein oder mehrere derartige erste Verdampfungskörper reihenartig hintereinander angeordnet sein. Eines der Enden der Durchgangsbohrung wird von einem zweiten Verdampfungskörper, der im Wesentlichen die selben Beschaffenheiten aufweist wie der erste Verdampfungskörper, verschlossen. Hierdurch wird verhindert, dass nicht verdampfte Schwebeteilchen durch den Verdampfer hindurchtransportiert werden. Der in den Eintrittskanal eingeleitete, die Schwebeteilchen transportierende Gasstrom kann durch die Wände des Eintrittskanals in das poröse 10 Volumen des ersten Verdampfungskörpers eintreten. Ein Teilstrom kann durch den Boden des Eintrittskanals in den zweiten Verdampfungskörper eintreten. Bevorzugt sind die beiden Verdampfungskörper in Stromrichtung derart hintereinander angeordnet, dass das aus dem ersten Verdampfungskörper austretende Gas auch durch den zweiten Verdampfungskörper hindurch treten muss. Der zweite Verdampfungskörper kann mehrteilig ausgebildet sein. Es werden somit mehrere zweite Verdampfungskörper ausgebildet, die bevorzugt eine Querschnittsfläche des Verdampfers voll ausfüllen. In Stromrichtung kann sich dem bevorzugt mehreren zweiten Verdampfungskörper ein dritter 15 Verdampfungskörper anschließen, der im Wesentlichen die selben Materialeigenschaften wie die anderen Verdampfungskörper aufweist. Der dritte Verdampfungskörper kann die selbe Gestalt besitzen wie der erste Verdampfungskörper, so dass von ihm ein Austrittskanal ausgebildet wird. Auch der dritte Verdamp-

fungskörper kann mehrteilig ausgebildet sein. Der erste Verdampfungskörper und der dritte Verdampfungskörper besitzen eine Durchgangsbohrung. Die Durchgangsbohrungen können in fluchtender Anordnung zueinander liegen. Sie können den gleichen Durchmesser aufweisen. Es ist aber auch vorgesehen, dass die Durchmesser der Durchgangsbohrungen sich voneinander unterscheiden. So können die Bohrungen innerhalb der Verdampfungskörper auch stufenartig abgesetzt sein. Ferner können die Verdampfungskörper auch so innerhalb des Verdampfers angeordnet sein, dass sich sowohl in Einlassrichtung als auch in Auslassrichtung geschlossene innere Höhlungen ausbilden. Ferner kann einer der Verdampfungskörper sich nur über eine Länge erstrecken, die in der Größenordnung des Porendurchmessers liegt, so dass ein derartiger Verdampfungskörper als Diffusor wirkt. Der Austrittskanal wird bevorzugt von einer Durchtrittsbohrung des dritten Verdampfungskörpers ausgebildet. Der Boden des Austrittskanals wird vom zweiten Verdampfungskörper ausgebildet. Das durch den einteiligen oder auch zweiteiligen zweiten Verdampfungskörper hindurch strömende Gas kann somit teilweise in das Porenvolumen des dritten Verdampfungskörpers oder teilweise in den Austrittskanal strömen. In Stromabwärtsrichtung erstreckt sich hinter dem dritten Verdampfungskörper ein Freivolumen, dessen Querschnitt sich gegebenenfalls vermindern kann und welches in eine Dampfzuleitung mündet, durch welche das Trägergas zusammen mit dem von ihm transportierten Dampf des organischen Ausgangsstoffs in die Prozesskammer strömt. Die Dampfzuleitung mündet dort in einen Gasverteiler, der die Form eines Duschkopfs aufweist. Eine Gasaustrittsfläche des Gasverteilers weist in Richtung eines Suszeptors, auf dem das zu beschichtende Substrat aufliegt. Durch die Vielzahl von siebartig in der Gasaustrittsfläche angeordneten Gasaustrittsöffnungen strömt das den Dampf transportierende Trägergas in die Prozesskammer. Der Suszeptor ist bevorzugt gekühlt, so dass der Dampf auf dem Substrat kondensieren kann. Der Prozess findet bei einem To-

taldruck statt, der im Bereich zwischen 0,1 und 100 mbar bevorzugt in einem Bereich zwischen 0,1 und 10 mbar stattfindet. Zur Erzeugung dieses Unterdrucks ist die Prozesskammer mit einer Vakuumpumpe verbunden. Die von einem Festkörperschaum ausgebildeten Verdampfungskörper sind derart in

5 einem Gehäuse des Verdampfers angeordnet, dass das im Überschuss angebotene Aerosol nicht durch die Verdampfungskörper hindurch strömt. Die Aerosoleinheiten bewegen sich vielmehr an der Oberfläche der Poren und bilden dort einen Vorrat. Hierdurch wird sichergestellt, dass trotz sich Ausbildens eines Sättigungsdampfdrucks stromabwärts der Verdampfungskörper keine

10 Schwebeteilchen im stromabwärtigen Gasstrom vorhanden sind. Um die Verdampfungskörper auf die Verdampfungstemperatur, beispielsweise eine Temperatur zwischen 300° C und 400° C aufzuheizen, kann das Verdampfergehäuse von einer Heizung umgeben sein. Bevorzugt bestehen die oder besteht der Verdampfungskörper aber aus einem elektrisch leitenden Werkstoff, so dass durch

15 den Verdampfungskörper ein elektrischer Strom geleitet werden kann, der ihn aufheizt. Es ist eine Temperaturregelungseinrichtung vorgesehen, um die Temperatur der Verdampfungskörper konstant zu halten, da die Verdampfungsrate nicht linear von der Verdampfungstemperatur abhängt. Bei einer Variation ist vorgesehen, dass beim offenporigem Schaumkörper, sei er aus glasartigem

20 Kohlenstoff gefertigt, aus Metall, aus Keramik, aus Glas oder aus Quarz oder beschichtet, die Oberfläche der Zellwände mit einem stark reflektierenden Material, insbesondere mit Gold beschichtet ist.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung können Schichten beziehungsweise

25 Schichtstrukturen abgeschieden werden, wie sie im Detail in der Eingangs zitierten US 7,238,389 B2 und in der dort zitierten Literatur beschrieben werden. Es wird deshalb vollinhaltlich auf den Offenbarungsgehalt dieser Druckschriften verwiesen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand beigefügter Figuren erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 den schematischen Aufbau einer Beschichtungsvorrichtung,  
Fig. 2 einen Schnitt gemäß der Linie II - II in Figur 1,  
Fig. 3 einen Schnitt gemäß der Linie III - III in Figur 1 und  
10 Fig. 4 einen Schnitt gemäß der Linie III eines zweiten Ausführungsbeispiels,  
Fig. 5 eine Schnittdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Verdampfers,  
15 Fig. 6 einen Schnitt gemäß der Linie VI - VI in Figur 5,  
Fig. 7 einen Schnitt gemäß der Linie VII - VII in Figur 5,  
20 Fig. 8 einen Schnitt gemäß der Linie VIII - VIII in Figur 5.

Aus einer nicht dargestellten Gasquelle wird ein inertes Trägergas, beispielsweise Stickstoff, Wasserstoff, oder ein Edelgas über ebenfalls nicht dargestellte Massenflussregler in eine Trägergaszuleitung 1 eingeleitet. Die Trägergaszulei-  
25 tung kann beheizt werden, so dass ein beheiztes Trägergas durch die Trägergaszuleitung in einen Aerosol-Erzeuger 3 einströmen kann.

In einem Vorratsbehälter 2 wird ein organischer Ausgangsstoff bevorratet. Es handelt sich dabei um ein organisches, durch Anlegen einer elektrischen Spannung lichtemittierendes Material, mit dem lichtemittierende Schichten auf einem Substrat 18 abgeschieden werden können.

5

Bei dem Aerosol-Erzeuger 3 kann es sich um einen Bürstenrad-Zerstäuber aber auch um eine Schneckenanordnung handeln, wie sie beispielsweise in der US 7,501,152 B2 oder in der US 7,288,285 B2 beschrieben wird. Mit einem derartigen Aerosol-Erzeuger können Bestandteile eines Pulvers als Schwebeteilchen in einen Trägergasstrom eingebracht werden. Die zeitliche Masseneintragsrate der Schwebeteilchen in den Trägergasstrom, also die Aerosol-Erzeugungsrate kann variiert werden.

Der Aerosol-Erzeuger ist über eine Aerosol-Zuleitung 4 mit einem Verdampfer 5 verbunden. Durch die Aerosol-Zuleitung werden die Schwebeteilchen mittels des Trägergasstroms in den Verdampfer 5 geleitet.

Der in den Figuren 1 bis 3 dargestellte Verdampfer 5 besitzt ein Gehäuse 11 und eine das Gehäuse 11 umgebende Heizung 12. Innerhalb des Gehäuses befindet sich ein mehrteiliger Verdampfungskörper 6 - 10, der von einem Festkörperschaum ausgebildet ist. Der Festkörperschaum wird mit Hilfe der Heizung 12 auf eine Verdampfungstemperatur gebracht, so dass die organischen Schwebeteilchen, die in Kontakt mit der Festkörperoberfläche kommen, verdampft werden.

25

Der so ausgebildete Dampf wird durch eine Dampfzuleitung 13 mit Hilfe des Trägergases in ein Reaktorgehäuse 15 geleitet. Um eine Kondensation des Dampfes an den Wänden der Dampfzuleitung 13 beziehungsweise an den Wän-

den eines im Reaktorgehäuse 15 angeordneten Gasverteilers 16 zu vermeiden, ist der Gasverteiler 16 und die Dampfzuleitung 13 beheizt. Die Dampfzuleitung 13 kann beispielsweise eine Heizmanschette 14 aufweisen.

- 5 Der innerhalb des Reaktorgehäuses 15 angeordnete Gasverteiler 16 hat eine duschkopfartige Gestalt. Es handelt sich um einen scheibenartigen Hohlkörper mit einer zu einer Prozesskammer 17 hinweisenden Gasaustrittsfläche, die eine Vielzahl von siebartig angeordneten Gasaustrittsöffnungen aufweist, aus die  
10 strömt.

Während die Gasaustrittsfläche des Gasverteilers 16 die Decke der Prozesskammer 17 bildet, bildet ein Suszeptor 19, auf dessen zum Gasverteiler 16 hinweisenden Oberfläche das zu beschichtende Substrat 18 liegt, den Boden der  
15 Prozesskammer 17.

Der Suszeptor 19 besitzt eine nicht dargestellte Kühleinrichtung, mit der seine Oberfläche gekühlt werden kann, so dass das Substrat 18 auf einer Temperatur gehalten werden kann, bei der der Dampf des organischen Ausgangsstoffs auf  
20 der Substratoberfläche kondensieren kann.

In der schematisierten Zeichnung sind Ventile sowie weitere Gasleitungen, die zum Spülen der Prozesskammer dienen, nicht dargestellt. Ebenfalls nur schematisch ist eine Vakuumpumpe 20 dargestellt, mit deren Hilfe die Prozess-  
25 kammer 17 und die Verdampfungskammer der Verdampfers 5 auf einen Niederdruck gehalten werden kann.

In einer in Figur 4 nur im Querschnitt dargestellten Variante bestehen die im Verdampfer 5 angeordneten Verdampfungskörper 6 – 10 aus einem elektrischen leitfähigen Material. Es handelt sich um einen offenporigen Festkörperschaum mit einem Porenvolumen von etwa 97 Prozent des Gesamtvolumens.

5 Die Verdampfungskörper besitzen elektrische Kontakte 21, 22, so dass durch die Verdampfungskörper 6 – 10 jeweils ein elektrischer Strom hindurchgeleitet werden kann, der die Verdampfungskörper 6 – 10 auf Verdampfungstemperatur aufheizt. Die Verdampfungskörper 6 – 10 können aus Graphit oder aus Metall bestehen. Bestehen die Verdampfungskörper aus nicht leitendem Material,

10 beispielsweise aus einem keramischen Werkstoff, so werden die Verdampfungskörper 6 – 10 mit der in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Heizmanschette 12 aufgeheizt, die das rohrförmige Gehäuse des Verdampfers 5 umgibt.

Innerhalb des rohrförmigen Verdampfergehäuses 11 befindet sich ein erster

15 rohrförmiger Verdampfungskörper 6, der eine Durchgangsbohrung 6' aufweist. Die Durchgangsbohrung 6' fluchtet mit der Aerosol-Zuleitung 4, so dass der aus der Aerosol-Leitung 4 in den Verdampfer 5 eintretende Aerosolstrom in den Hohlraum des ersten Verdampfungskörpers 6 strömt. Dieser Eintrittskanal 6' ist von der porösen Wandung des Verdampfungskörpers 6 umgeben. Die

20 Porengröße des Verdampfungskörpers 6 ist größer als die Schwebeteilchengröße, so dass die Schwebeteilchen vom Gasstrom in den Verdampfungskörper 6 eingebracht werden können, wie es die Pfeile in der Figur darstellen. Die Schwebeteilchen, die in Kontakt mit der heißen Oberfläche der Poren des Verdampfungskörpers 6 treten, verdampfen teilweise. Teilweise werden die

25 Schwebeteilchen aber auch in den Poren des Verdampfungskörpers 6 gespeichert, sofern das Aerosol im Überschuss angeboten wird. Der Gasstrom beziehungsweise der Schwebeteilchenstrom tritt aus der Durchtrittsöffnung 6' beziehungsweise aus dem Volumen des ersten Verdampfungskörpers 6 aus und

in einen zweiten Verdampfungskörper 7 ein, der sich unmittelbar an den ersten Verdampfungskörper 6 anschließt. Drei scheibenförmige zweite Verdampfungskörper 7, 8, 9 sind in Stromrichtung hintereinander angeordnet. Die zweiten Verdampfungskörper 7, 8, 9 füllen die Querschnittsfläche des rohrförmigen Gehäuses 11 vollständig aus. Sie liegen berührend aneinander. Stromabwärts des mit der Bezugsziffer 9 bezeichneten zweiten Verdampfungskörper befindet sich ein dritter Verdampfungskörper 10, der wie der erste Verdampfungskörper 6 die Form eines Rohres hat. Er besitzt eine mit der Durchgangsöffnung 6' des ersten Verdampfungskörpers 6 fluchtende, jedoch von den zweiten Verdampfungskörpern 7, 8, 9 getrennte Durchgangsöffnung 10', die einen Austrittskanal ausbildet. Rückwärtig des dritten Verdampfungskörpers 10 befindet sich ein Freivolumen, welches in die Dampfzuleitung 13 übergeht.

Die Verdampfungskörper 6 – 10 sind aus dem selben Material gefertigt und sind in der Lage, nicht verdampfte Schwebeteilchen als Speichermasse zwischenzuspeichern.

Mit der beschriebenen Vorrichtung wird folgendes erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt. Ein auf den Suszeptor 19 aufliegendes Substrat 18, welches aus Glas bestehen kann, wird mit dem organischen Ausgangsmaterial beschichtet. Hierzu wird in einer Anreicherungsphase vom Aerosol-Erzeuger 3 zunächst ein Aerosolmassenfluss zum Verdampfer 5 erzeugt, der größer ist als die Verdampfungsrates innerhalb des Verdampfers 5 zur Erzeugung eines mit Dampf gesättigten Trägergasstroms durch die Dampfzuleitung 13 zur Prozesskammer 17. Als Folge dieses Überangebots an Schwebeteilchen bildet sich innerhalb der Poren der Verdampfungskörper 6 – 10 eine Speichermasse. Die Größe der Speichermasse an unverdampftem Ausgangsstoff wächst während der Anreicherungsphase an.

Der Anreicherungsphase schließt sich eine Verarmungsphase an, die sich von der Anreicherungsphase im Wesentlichen lediglich durch die Erzeugungsrate des Aerosol-Erzeuger 3 unterscheidet. Der Aerosol-Erzeuger 3 erzeugt während  
5 der Verarmungsphase einen Massenfluss an Schwebeteilchen zum Verdampfer 5, der geringer ist, als die Verdampfungsrate, also die pro Zeiteinheit verdampfte Masse, innerhalb des Verdampfers 5 zur Erzeugung eines dampfgesättigten Ausgangsgasstroms. Im Zuge der Verarmungsphase vermindert sich die Speichermasse. Gleichwohl ändert sich der Dampfdruck des verdampften organischen Ausgangsstoffs innerhalb des zur Prozesskammer 17 geleiteten Gasstroms nicht. Dieser Gasstrom ist permanent mit verdampftem organischen Ausgangsstoff gesättigt. Der Dampf kann auf dem Substrat kondensieren. Er kann aber auch in der Prozesskammer oder auf dem Substrat chemisch reagieren.  
10

15

Es wird von der Verarmungsphase in die Anreicherungsphase umgeschaltet, so lange sich noch eine Speichermasse innerhalb des Verdampfers 5 befindet. Während eines Beschichtungsprozesses kann mehrfach zwischen Verarmungsphase und Anreicherungsphase hin und her geschaltet werden.

20

Die Figuren 5 bis 8 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel eines Verdampfers 5, wie er in einer in der Figur 1 dargestellten Vorrichtung verwendet werden kann. Die Aerosolzuleitung 4 setzt sich innerhalb des rohrförmigen Gehäuses 11 noch wenige Millimeter fort und greift dabei in eine Durchgangsöffnung 6''  
25 eines ersten Verdampfungskörpers 6 ein. Dieser Verdampfungskörper 6 ist durch einen optionalen Freiraum 24 von der Seitenwandung des Gehäuses 11 beabstandet. Der Freiraum 24 dient im Wesentlichen der Wärmeisolation.

An die einen geringen Durchmesser aufweisende Durchgangsöffnung 6'' schließt sich eine etwa einen doppelt so großen Durchmesser aufweisende zweite Durchgangsöffnung 6' an.

- 5 Stromabwärts des Verdampfungskörpers 6 befindet sich ein weiterer Verdampfungskörper 23, der ebenfalls eine Durchgangsöffnung 23' aufweist. Die Durchgangsöffnung 23' fluchtet mit der Durchgangsöffnung 6' des Verdampfungskörpers 6.
- 10 Stromabwärts des Verdampfungskörpers 23 befindet sich ein dem Querschnitt des rohrförmigen Gehäuses 11 voll ausfüllender Diffusor 7. Bei diesem Diffusor 7 handelt es sich im Wesentlichen ebenfalls um einen Verdampfungskörper, da der Diffusor 7 aus dem selben Material besteht, aus dem auch die übrigen Verdampfungskörper 6, 23, 10, 8 und 9 bestehen, nämlich aus einem offenzelligen
- 15 Schaumkörper, wie er oben bereits beschrieben worden ist. Die Dicke des Diffusors 7, also dessen in Stromrichtung gemessene Länge, ist von der Größenordnung der Öffnungsweite der Poren des Diffusors 7.

- Stromabwärts schließt sich an den Diffusor 7 ein weiterer Verdampfungskörper
- 20 10 an, der eine erste Durchgangsöffnung 7' aufweist, die denselben Durchmesser aufweist, wie die Durchgangsöffnung 6' und 23'. An diese Durchgangsöffnung 7' schließt sich in Stromrichtung eine weitere, durchmessererminderte Durchgangsöffnung 7'' an. Der Boden der Durchgangsöffnung 7'' ist verschlossen, so dass es sich hierbei um eine Sacköffnung handelt. Der Boden der Sack-
- 25 öffnung 7'' wird von einem Verdampfungskörper 8 ausgebildet, der den Durchmesser des rohrförmigen Gehäuses 11 voll ausfüllt. Der Verdampfungskörper 7 und der Verdampfungskörper 8 bilden zusammen mit dem Verdampfungskörper 10 eine allseitig geschlossene innere Höhlung 7', 7''.

An den Verdampfungskörper 8 schließt sich ein dem Verdampfungskörper 8 im Wesentlichen gleichgestalteter Verdampfungskörper 9 an.

- 5 Alle Verdampfungskörper 6, 23, 7, 10, 8, 9 liegen in berührender Anlage reihenförmig hintereinander. In Stromrichtung nach dem letzten Verdampfungskörper 9 befindet sich ein Freiraum 25. Der Freiraum geht in die Dampfzuleitung 13 über. Durch die Aerosolzuleitung 4 wird ein Schwebeteilchen tragender Trägergasstrom in die Durchgangsöffnungen 6', 23' eingebracht. Die Schwebeteilchen gelangen mit der Gasströmung in die Wandungen der Durchgangsöffnungen 6', 23', also in den offenzelligen Verdampfungskörper 6 und 23. Schwebeteilchen mit relativ hoher Masse und hoher Geschwindigkeit, also solche, die einen relativ großen Impuls tragen, können bis zum Verdampfungskörper 7 gelangen. Dieser wirkt als Diffusor und bremst den Trägergasstrom und damit die in ihm transportierten Schwebeteilchen. Sofern diese Schwebeteilchen in die Höhlung 7', 7'' gelangen, treten sie dort in den Verdampfungskörper 10 beziehungsweise 8 ein, wo sich durch Wärmeaufnahme verdampfen.

- Der zuvor beschriebene Verdampfungskörper kann ein offenporiger Schaumkörper aus glasigem Kohlenstoff oder aus glasartigem Kohlenstoff sein. Der Schaumkörper kann mit einem Metall oder keramisch beschichtet sein. Der Schaumkörper kann aber auch aus Glas oder aus Quarz bestehen. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung besitzt die Oberfläche des Schaumkörpers eine geringe optische Emissivität. Diese ist im Infrarotbereich (200 bis 400° C) vorzugsweise kleiner als 0,2. Bevorzugt wird die geringe Oberflächenemissivität dadurch erreicht, dass die Zellwände goldbeschichtet sind.

Alle offenbarten Merkmale sind (für sich) erfindungswesentlich. In die Offenbarung der Anmeldung wird hiermit auch der Offenbarungsinhalt der zugehörigen/beigefügten Prioritätsunterlagen (Abschrift der Voranmeldung) vollinhaltlich mit einbezogen, auch zu dem Zweck, Merkmale dieser Unterlagen in

5 Ansprüche vorliegender Anmeldung mit aufzunehmen. Die Unteransprüche charakterisieren in ihrer fakultativ nebengeordneten Fassung eigenständige erfinderische Weiterbildung des Standes der Technik, insbesondere um auf Basis dieser Ansprüche Teilanmeldungen vorzunehmen.

Bezugszeichenliste

	1	Trägergaszuleitung	22	elektrischer Kontakt
	2	Behälter für organischen Ausgangsstoff	23	Verdampfungskörper
5	3	Aerosol-Erzeuger	23'	Durchgangsöffnung
	4	Aerosol-Zuleitung	24	Freiraum
	5	Verdampfer	25	Freiraum
	6	Verdampfungskörper		
	6'	Durchgangsöffnung		
10	6''	Durchgangsöffnung		
	7	Verdampfungskörper		
	7'	Durchgangsöffnung		
	7''	Durchgangsöffnung		
	8	Verdampfungskörper		
15	9	Verdampfungskörper		
	10	Verdampfungskörper		
	10'	Durchgangsöffnung		
	11	rohrförmiges Gehäuse		
	12	Heizung		
20	13	Dampfzuleitung		
	14	Heizung		
	15	Reaktorgehäuse		
	16	Gasverteiler (shower head)		
	17	Prozesskammer		
25	18	Substrat		
	19	Suszeptor		
	20	Vacuum-Pumpe		
	21	elektrischer Kontakt		

## ANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Abscheiden eines organischen Ausgangsstoffs als Schicht auf einem Substrat (18), wobei der organische Ausgangsstoff in Form von Schwebeteilchen in einen Trägergasstrom gebracht wird, das so erzeugte Aerosol als vorbestimmter Massenfluss des organischen Materials einem Verdampfer (5) zugeleitet wird, welcher Verdampfer (5) einen Verdampfungskörper (6 - 10) mit einer großen Oberfläche aufweist, der auf eine Verdampfungstemperatur aufgeheizt wird, bei der die in die Nähe oder in Kontakt mit der Oberfläche des Verdampfungskörpers (6 - 10) tretenden Schwebeteilchen verdampfen, der so erzeugte Dampf vom Trägergasstrom in eine Prozesskammer (17) gebracht wird, wo er auf der Oberfläche eines Substrates (18) die Schicht bildend kondensiert, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung eines mit dem Dampf des verdampften organischen Ausgangsstoffes gesättigten Trägergasstrom zur Prozesskammer, zumindest in einer Phase des Abscheideprozesses, insbesondere in einer Anfangsphase des Abscheideprozesses der Massenfluss der Schwebeteilchen zum Verdampfer (5) größer ist als die Verdampfungsrate der Schwebeteilchen im Verdampfer (5).
2. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der Schwebeteilchen kleiner ist, als die Porengröße des einen offenporigen Schaumkörper aufweisenden Verdampfungskörper (6 - 10).
3. Verfahren gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass in ab-

- wechselnden Phasen des Abscheideprozesses der Massenfluss des organischen Ausgangsstoffs zum Verdampfer (5) derart variiert wird, dass in einer Anreicherungsphase der zeitliche Massenfluss des organischen Ausgangsstoffs zum Verdampfer (5) größer ist, als der zur selben Zeit durch Verdampfen des organischen Ausgangsstoffs erzeugte Massenfluss des Dampfes und in einer Verarmungsphase der Massenfluss des organischen Ausgangsstoffes zum Verdampfer (5) geringfügig kleiner ist als der zur selben Zeit durch Verdampfung des organischen Ausgangsstoffs erzeugte Massenfluss des Dampfes, wobei während des Abscheideprozesses von der Verarmungsphase in die Anreicherungsphase gewechselt wird, bevor eine sich während der Anreicherungsphase im Verdampfer angereicherte Speichermasse des organischen Ausgangsstoffs vollständig verdampft ist.
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
4. Verfahren gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass als Trägergas ein insbesondere vorgeheiztes Inertgas, insbesondere Stickstoff, Wasserstoff oder ein Edelgas, insbesondere Argon, verwendet wird.
  5. Verfahren gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfung bei einem Totaldruck im Bereich zwischen 0,1 und 100 bevorzugt zwischen 0,1 und 10 mbar erfolgt.
  6. Verfahren gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der offenporige Schaumkörper aus glasartigem Kohlenstoff besteht oder

- aus glasartigem Kohlenstoff und mit einem Metall, insbesondere Tantal, Molybdän, Wolfram, Rhenium, Niob oder keramisch beschichtet ist, insbesondere mit Silizium-Karbid oder Bornitrid oder aus Metall, insbesondere Tantal, Molybdän, Wolfram, Rhenium oder Niob oder aus Keramik, aus Glas oder aus Quarz besteht und/oder gegebenenfalls mit einem weiteren Metall, beispielsweise Gold beschichtet ist.
- 5
7. Verfahren gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaumkörper eine Porenweite von mehr als 0,5 mm, vorzugsweise von mehr als 1 mm aufweist.
- 10
8. Vorrichtung zum Abscheiden eines organischen Ausgangsstoffes als Schicht auf einem Substrat (18), mit einem Aerosol-Erzeuger (3) zum Erzeugen eines dosierten Massenflusses des Ausgangsstoffs in Form von in einem Trägergasstrom zu einem Verdampfer (5) transportierten Schwebeteilchen, wobei der Verdampfer (5) offenporige Verdampfungskörper (6 - 10) aufweist mit einem als Sackhöhhlung ausgebildeten Eintrittskanal (6'), welcher Verdampfungskörper (6 - 10) auf eine Verdampfungstemperatur aufheizbar ist, um die Schwebeteilchen zu verdampfen, mit einer Prozesskammer (17) zur Aufnahme des Substrates (18), der der vom Verdampfer (5) erzeugte Dampf durch eine Dampfzuleitung (13) zugeführt wird, wobei der Verdampfungskörper (6 - 10) einen ersten, mit einer Durchgangsbohrung den Eintrittskanal (6') ausbildenden ersten Verdampfungskörper (6) und einen zweiten, das geschlossene Ende (7') des Eintrittskanals (6') ausbildenden Verdampfungskörper (7) aufweist zur Verhinderung des Durchtritts nicht verdampfter Schwebeteilchen, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdampfungskörper (6 - 10), ein offenporiger
- 15
- 20
- 25

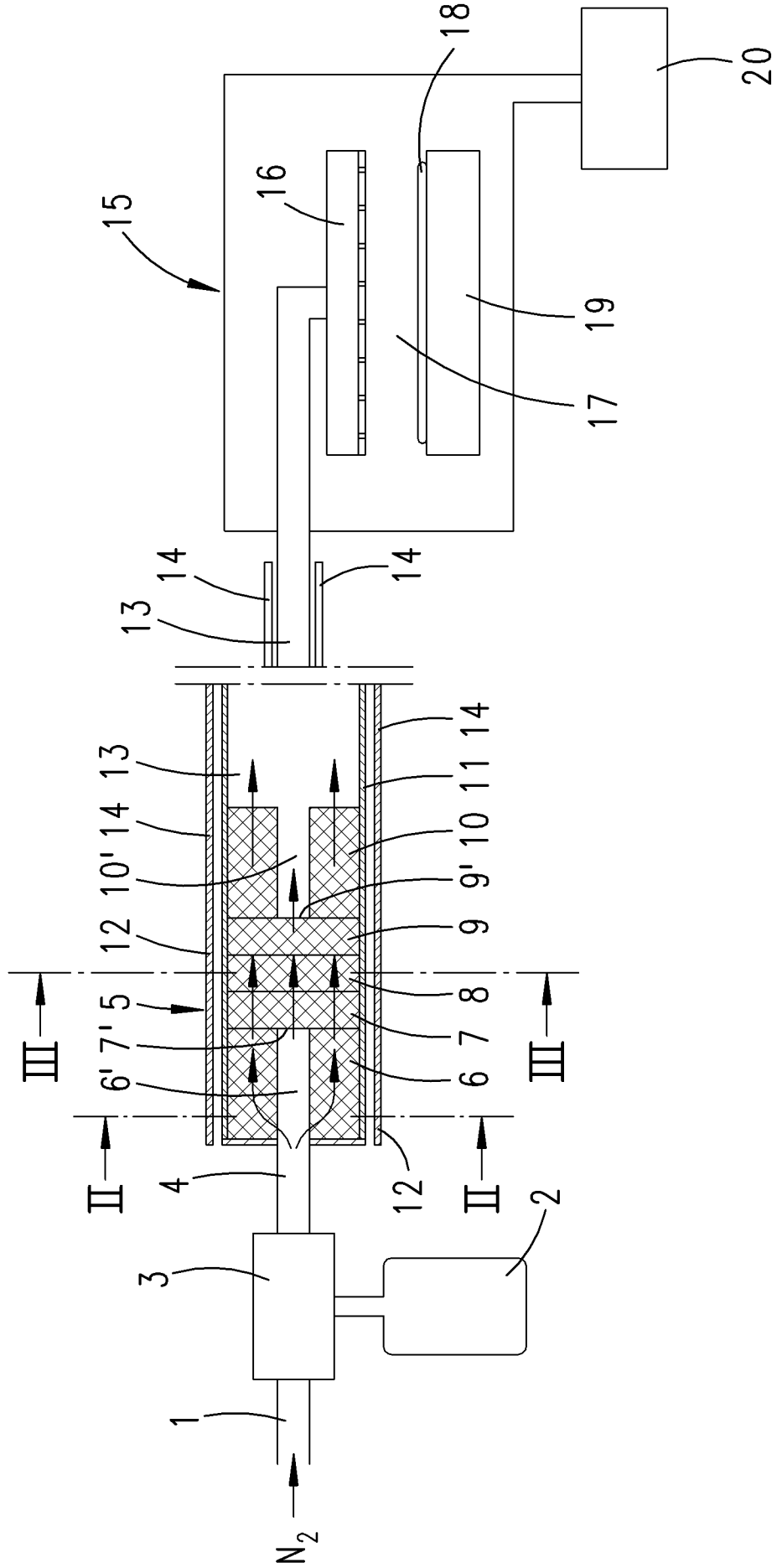
Schaumkörper ist mit einem Porenquerschnitt von mehr als 1 mm<sup>2</sup> und einem Porenvolumen von mindestens 90 Prozent des Gesamtvolumens.

- 5            9.    Vorrichtung gemäß Anspruch 7 oder insbesondere danach, gekennzeichnet durch mehrere in Strömungsrichtung in einer Reihe hintereinander angeordnete Verdampfungskörper (6 - 10), wobei ein oder mehrere erste Verdampfungskörper (6) mit einer Durchgangsbohrung desselben oder eines verschiedenen Durchmessers den Eingangskanal bilden, wobei ein oder mehrere zweite Verdampfungskörper (7, 8, 9) den Strömungsquerschnitt des Verdampfers (5) voll ausfüllend in Strömungsrichtung hinter dem einen oder mehreren ersten Verdampfungskörper (6) angeordnet sind.
- 10
- 15           10.    Vorrichtung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 8 oder insbesondere danach, gekennzeichnet durch einen dritten Verdampfungskörper (10), der einen insbesondere mit dem Eintrittskanal (6') fluchtenden Austrittskanal (10') ausbildet, dessen geschlossenes Ende (9') von dem ein oder mehreren zweiten Verdampfungskörpern (7, 8, 9) gebildet ist.
- 20
11.    Vorrichtung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 10 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass die Dampfzuleitung (13) in einem im Reaktorgehäuse (15) angeordneten Gasverteiler (16) mündet, dessen Gasaustrittsfläche eine Vielzahl von siebartig angeordneten Gasaustrittsöffnungen aufweist und die einem das Substrat (18) tragenden insbesondere gekühlten Suszeptor (19) ge-
- 25

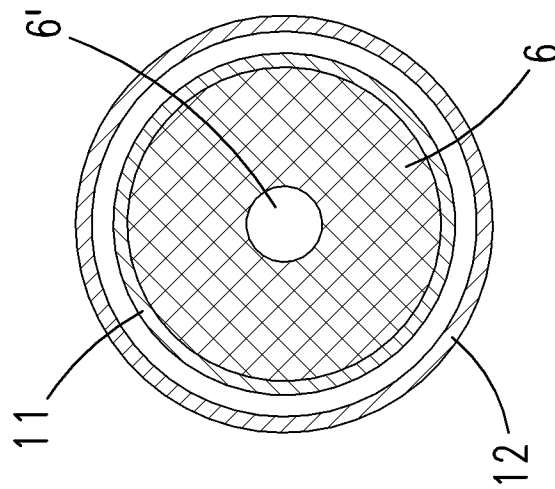
genüber liegt.

- 5 12. Vorrichtung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 11 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdampfer (5) eine Heizung (12) aufweist oder dass der Verdampfungskörper (6 - 10) aus einem elektrisch leitenden Werkstoff besteht, der mittels eines durch den Verdampfungskörper (6 - 10) geleiteten Stroms elektrisch beheizbar ist.

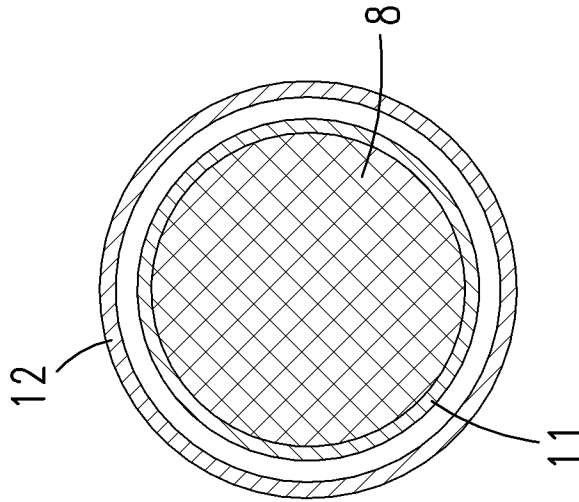
**Fig. 1**



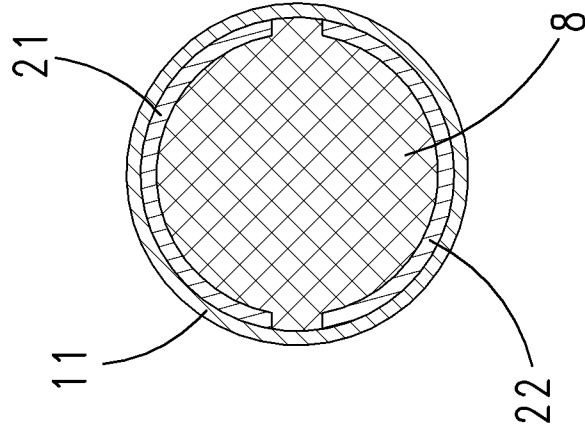
**Fig: 2**



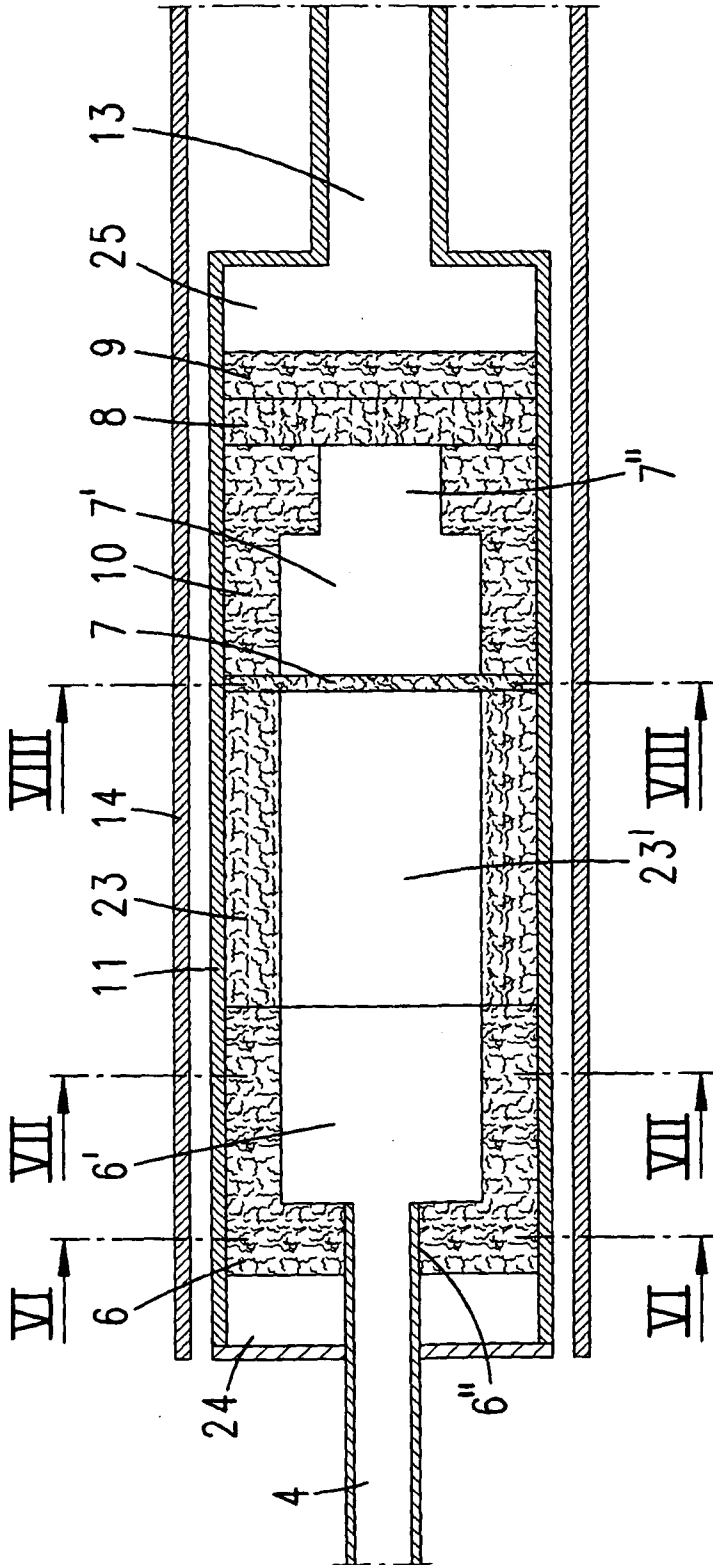
**Fig: 3**



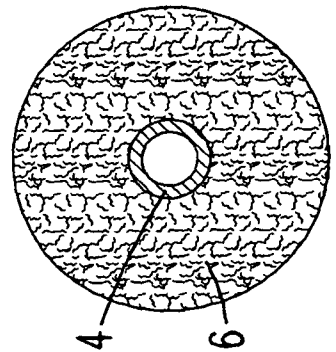
**Fig: 4**



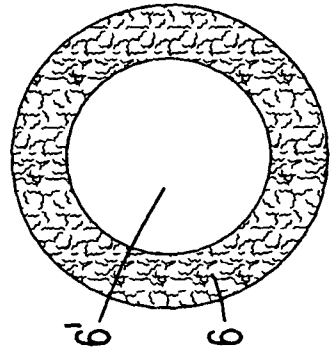
**Fig. 5**



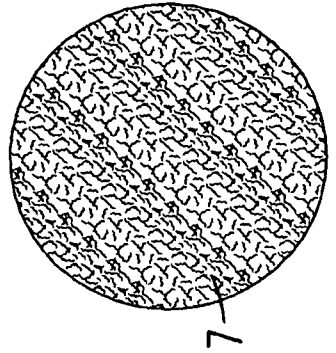
**Fig. 6**



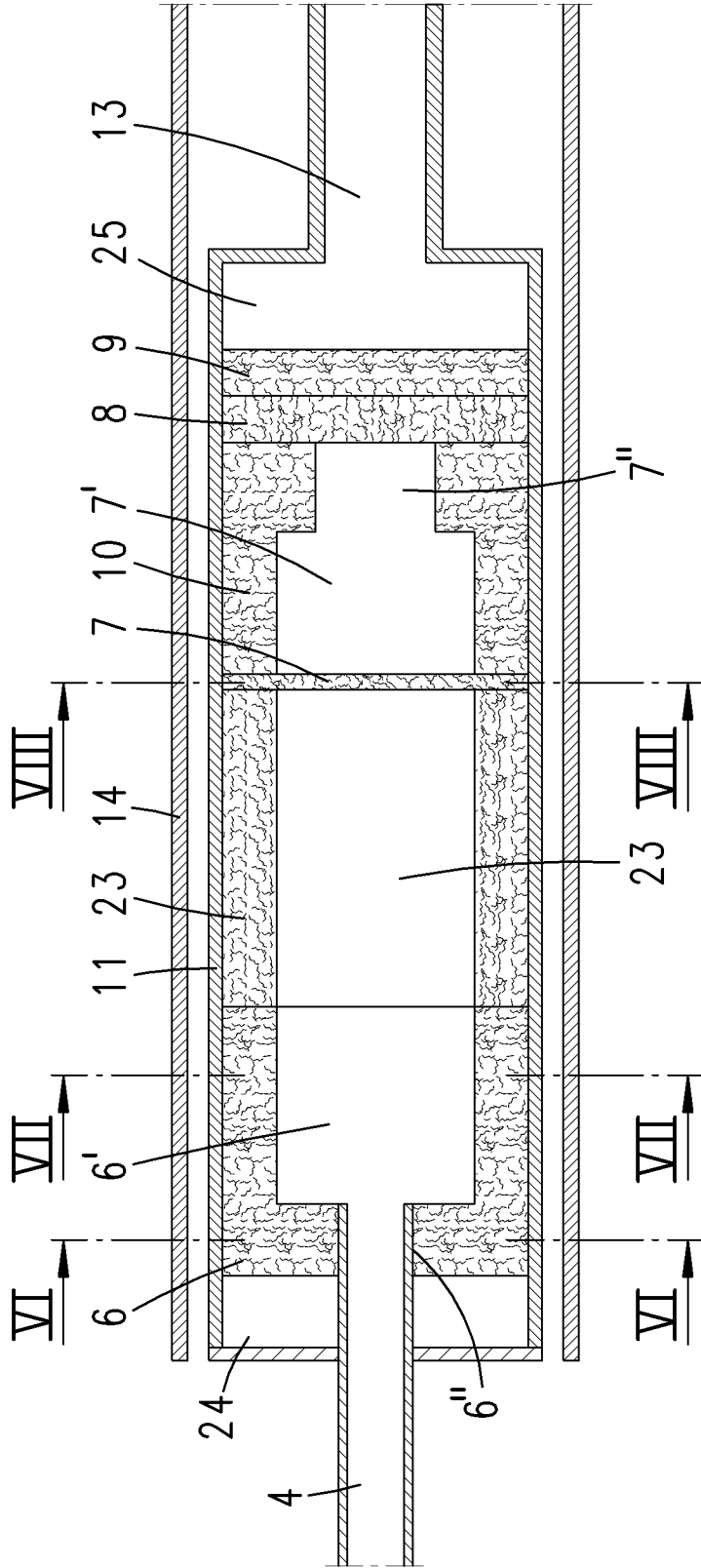
**Fig. 7**



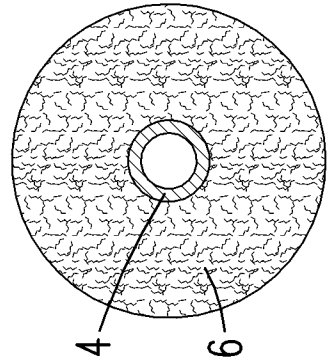
**Fig. 8**



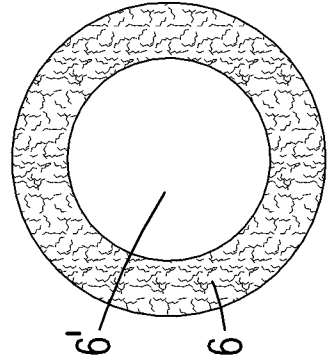
**Fig. 5**



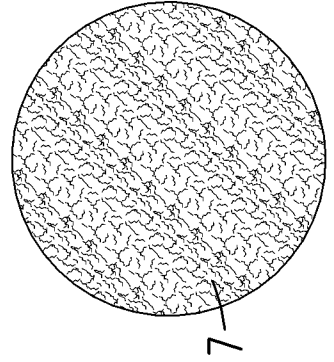
**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/060239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. C23C14/12 C23C14/24 C23C14/22 H01L51/00  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
C23C H01L B01D B05D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/115585 A1 (BULOVIC VLADIMIR [US] ET AL) 1 June 2006 (2006-06-01)	1,4,5
Y	paragraphs [0002], [0021]; figure 1 page 10, line 22	2,7
X	----- WO 2005/093117 A2 (EASTMAN KODAK CO [US]; LONG MICHAEL [US]; STRIP DAVID RICHARD [US]; GR) 6 October 2005 (2005-10-06)	1,6
Y	page 3, line 4 - line 17 page 3, line 30 page 6, line 24 - line 31; figure 1 page 6, line 26 ----- -/--	8-12

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 application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 September 2012

Date of mailing of the international search report

24/09/2012

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Kudelka, Stephan

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/060239

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2006/100058 A2 (CREAPHYS GMBH [DE]; FROEB HARTMUT [DE]; DRECHSEL JENS [DE]) 28 September 2006 (2006-09-28) page 15, lines 1-3 page 11, lines 9-10 page 4, lines 5-16 page 11, lines 1-24 -----	2,7,8
Y	WO 2009/020562 A1 (EASTMAN KODAK CO [US]; LONG MICHAEL [US]; KOPPE BRUCE EDWARD [US]) 12 February 2009 (2009-02-12) page 3, lines 21-27; figure 1 page 5, lines 28-30 page 9, lines 7-16 -----	8-12
Y	US 2010/015324 A1 (NEGISHI TOSHIO [JP]) 21 January 2010 (2010-01-21) figure 1 -----	11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2012/060239

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006115585	A1	01-06-2006	US 2006115585 A1 01-06-2006
			US 2011262624 A1 27-10-2011
			US 2012148743 A1 14-06-2012
-----			
WO 2005093117	A2	06-10-2005	CN 1934284 A 21-03-2007
			EP 1733066 A2 20-12-2006
			JP 2007531819 A 08-11-2007
			KR 20070004754 A 09-01-2007
			TW I360581 B 21-03-2012
			US 2005208220 A1 22-09-2005
			WO 2005093117 A2 06-10-2005
-----			
WO 2006100058	A2	28-09-2006	DE 102005013875 A1 02-11-2006
			EP 1874976 A2 09-01-2008
			JP 2008534775 A 28-08-2008
			KR 20080006562 A 16-01-2008
			TW I335940 B 11-01-2011
			US 2008193644 A1 14-08-2008
			WO 2006100058 A2 28-09-2006
-----			
WO 2009020562	A1	12-02-2009	EP 2188409 A1 26-05-2010
			JP 2010535941 A 25-11-2010
			TW 200924855 A 16-06-2009
			US 2009039175 A1 12-02-2009
			WO 2009020562 A1 12-02-2009
-----			
US 2010015324	A1	21-01-2010	CN 101641457 A 03-02-2010
			DE 112008000669 T5 25-03-2010
			KR 20090114475 A 03-11-2009
			TW 200907078 A 16-02-2009
			US 2010015324 A1 21-01-2010
			WO 2008117690 A1 02-10-2008
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/060239

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. C23C14/12 C23C14/24 C23C14/22 H01L51/00  
 ADD.

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 C23C H01L B01D B05D

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

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

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/115585 A1 (BULOVIC VLADIMIR [US] ET AL) 1. Juni 2006 (2006-06-01)	1,4,5
Y	Absätze [0002], [0021]; Abbildung 1 Seite 10, Zeile 22	2,7
X	WO 2005/093117 A2 (EASTMAN KODAK CO [US]; LONG MICHAEL [US]; STRIP DAVID RICHARD [US]; GR) 6. Oktober 2005 (2005-10-06)	1,6
Y	Seite 3, Zeile 4 - Zeile 17 Seite 3, Zeile 30 Seite 6, Zeile 24 - Zeile 31; Abbildung 1 Seite 6, Zeile 26	8-12
	----- -/-	

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

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
17. September 2012	24/09/2012

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

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2006/100058 A2 (CREAPHYS GMBH [DE]; FROEB HARTMUT [DE]; DRECHSEL JENS [DE]) 28. September 2006 (2006-09-28) Seite 15, Zeilen 1-3 Seite 11, Zeilen 9-10 Seite 4, Zeilen 5-16 Seite 11, Zeilen 1-24 -----	2,7,8
Y	WO 2009/020562 A1 (EASTMAN KODAK CO [US]; LONG MICHAEL [US]; KOPPE BRUCE EDWARD [US]) 12. Februar 2009 (2009-02-12) Seite 3, Zeilen 21-27; Abbildung 1 Seite 5, Zeilen 28-30 Seite 9, Zeilen 7-16 -----	8-12
Y	US 2010/015324 A1 (NEGISHI TOSHIO [JP]) 21. Januar 2010 (2010-01-21) Abbildung 1 -----	11

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/060239

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2006115585 A1	01-06-2006	US 2006115585 A1	01-06-2006
		US 2011262624 A1	27-10-2011
		US 2012148743 A1	14-06-2012
-----			
WO 2005093117 A2	06-10-2005	CN 1934284 A	21-03-2007
		EP 1733066 A2	20-12-2006
		JP 2007531819 A	08-11-2007
		KR 20070004754 A	09-01-2007
		TW I360581 B	21-03-2012
		US 2005208220 A1	22-09-2005
		WO 2005093117 A2	06-10-2005
-----			
WO 2006100058 A2	28-09-2006	DE 102005013875 A1	02-11-2006
		EP 1874976 A2	09-01-2008
		JP 2008534775 A	28-08-2008
		KR 20080006562 A	16-01-2008
		TW I335940 B	11-01-2011
		US 2008193644 A1	14-08-2008
		WO 2006100058 A2	28-09-2006
-----			
WO 2009020562 A1	12-02-2009	EP 2188409 A1	26-05-2010
		JP 2010535941 A	25-11-2010
		TW 200924855 A	16-06-2009
		US 2009039175 A1	12-02-2009
		WO 2009020562 A1	12-02-2009
-----			
US 2010015324 A1	21-01-2010	CN 101641457 A	03-02-2010
		DE 112008000669 T5	25-03-2010
		KR 20090114475 A	03-11-2009
		TW 200907078 A	16-02-2009
		US 2010015324 A1	21-01-2010
		WO 2008117690 A1	02-10-2008
-----			