

(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
18. Mai 2006 (18.05.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/050846 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C23C 14/00 (2006.01)

FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686
München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/011706

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:

2. November 2005 (02.11.2005)

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **MAY, Christian**
[DE/DE]; Sonnensteinweg 13, 01277 Dresden (DE).
LEO, Karl [DE/DE]; Hermannstr. 5, 01219 Dresden
(DE). **EDELMANN, Christian** [DE/DE]; Weisbachstr. 2,
09599 Freiberg (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(74) **Anwälte: ZINKLER, Franz** usw.; SCHOPPE, ZIMMER-
MANN, STÖCKELER & ZINKLER, Postfach 246, 82043
Pullach bei München (DE).

(30) Angaben zur Priorität:

102004054362.3

10. November 2004 (10.11.2004) DE

102005010929.2 9. März 2005 (09.03.2005) DE

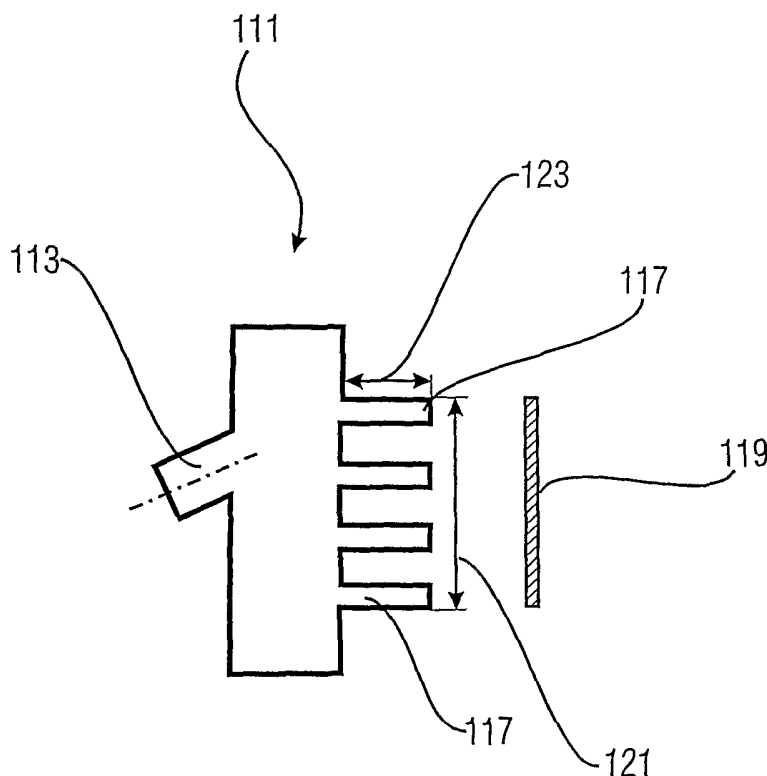
(81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,

(71) **Anmelder** (*für alle Bestimmungsstaaten mit Aus-
nahme von US*): **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** DEVICE FOR THE VAPOUR DEPOSITION OF A COATING MATERIAL

(54) **Bezeichnung:** VORRICHTUNG ZUM AUFDAMPFEN EINES BESCHICHTUNGSMATERIALS



(57) **Abstract:** The invention relates to a device for the vapour deposition of a coating material on a substrate. Said device comprises a vapour distribution chamber (115), which houses a vaporisation source and has a nozzle section (117) with an elongated shape, the length (121) of said shape being greater than or equal to the width of the substrate to be coated and the width being less than the length. In addition, the nozzle section projects away from the vapour distribution chamber to a height (123) that is greater than its width.

(57) **Zusammenfassung:** Eine Vorrichtung zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials auf einem Substrat umfasst einen Dampfverteilungsraum (115) zum Aufnehmen einer Verdampfungsquelle, wobei der Dampfverteilungsraum einen Düsenabschnitt (117) aufweist, der eine längliche Form hat, die eine Länge und eine Breite hat, wobei die Länge (121) größer oder gleich einer Breite des zu beschichtenden Substrats ist, und wobei die Breite kleiner als die Länge ist, und wobei der Düsenabschnitt ferner eine Höhe (123) aufweist, um die der

Düsenabschnitt von dem Dampfverteilungsraum hervorsticht, wobei die Höhe größer als die Breite ist.

WO 2006/050846 A1



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.

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).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(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,

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.

Vorrichtung zum Aufdampfen eines BeschichtungsmaterialsBeschreibung

- 5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials.

Die Beschichtung großflächiger Substrate, wie beispielsweise Platten oder Folien, mit dünnen Metall- oder Halbleiter-
10 schichten oder deren Oxiden, Karbiden oder Nitriden erfolgt mittels verschiedener Verfahren, wie beispielsweise einem Aufdampfen des Beschichtungsmaterials auf dem Substrat. Besonders bei großflächigen ebenen Substraten mit einer oder mehreren dünnen organischen Schichten, wie beispielsweise
15 bei organischen lichtemittierenden Dioden, auch OLEDs genannt, erfolgt das Beschichten ebenfalls mittels eines Aufdampfens des Beschichtungsmaterials auf einem Substrat.

Hierbei wird das zu beschichtende Substrat an einer hinreichend ausgedehnten linearen Dampfquelle mit einer konstanten Geschwindigkeit vorbei bewegt, wie in der
20 DE 10128091 C1 oder der DE 10224908 A1 dargestellt. Dabei kann das Substrat auf einer Platte angeordnet sein, die auf einem entsprechenden Transportwagen vor der Dampfquelle vorbeigezogen wird, oder aber beispielsweise als eine lange
25 Folie ausgeführt sein, die zum Beispiel in einem „von Rolle zu Rolle“-Verfahren von der Dampfquelle beschichtet wird, wie es in der DE 10205805 C1 erläutert ist.

30 Bei obigen Verfahren wird das Substrat zum Beispiel in einem relativ geringen Abstand, wie beispielsweise in einem Bereich zwischen 5 cm und 20 cm, vor der linearen Dampfquelle vorbei bewegt, wobei die Dampfquelle die gesamte Substratbreite überdeckt. Für eine Beschichtung mit konstanter Schichtdicke ist es sinnvoll, dass die Dampfquelle
35 auf einer Linie quer zur Substratlängsausdehnung über die gesamte Substratbreite eine gleichbleibende Dampfstromdichte erzeugt.

Das Substrat kann horizontal über einer Dampfquelle liegen und von unten bedampft werden. Dabei werden beispielsweise sogenannte Verdampferschiffchen eingesetzt, die abgedeckt
5 sind, und deren Deckel viele auf einer Linie angeordnete runde oder rechteckige Löcher hat, wie in der EP 1342808 A1 dargelegt, oder der Deckel weist einen Längsschlitz auf, wie in der EP 1130129 A1, der DE 4439519 C1 oder der DE 10085115 T1 dargelegt, über dem das Substrat ist.

10

Eine weitere Möglichkeit, ein Beschichtungsmaterial auf einem Substrat aufzudampfen besteht darin, das Substrat vertikal, und damit parallel zur Erdanziehungskraft anzuordnen und von der Seite zu bedampfen, wie in der DE
15 10128091 C1 oder der DE 10224908 A1 erläutert. Diese Vorgehensweise wird bevorzugt eingesetzt für Prozesse, bei denen eine Kontamination mit Partikeln kritisch ist, und für Substrate, die über Masken bedampft werden. Für diese vertikalen Anordnungen wurden Dampfquellen entwickelt, bei denen
20 der Dampf aus einem Verdampfertiegel oder einer ähnlichen Anordnung über ein Dampfzuleitungsrohr mittig in ein beidseitig geschlossenes Dampfverteilerrohr geleitet wird. Das Dampfverteilerrohr ist senkrecht zu einer Bewegungsrichtung des Substrats angeordnet, überdeckt den größten Teil oder
25 die gesamte Substratbreite und ist in einem geringen Abstand von der Substratoberfläche parallel zu dieser angeordnet.

Fig. 6a zeigt eine herkömmliche Vorrichtung 11 zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials auf einem Substrat. Eine
30 hier nicht gezeigte Dampfquelle, bei der der Dampf in einem Verdampfertiegel erzeugt wird, ist über ein Dampfzuleitungsrohr 13 mit einem beidseitig abgeschlossenen Dampfverteilerrohr 15 verbunden, wobei das schräg angeordnete Zuleitungsrohr 13 beispielsweise hier mittig, in das beidseitig abgeschlossene Dampfverteilerrohr 15 mündet. Der Winkel, unter dem das Dampfzuleitungsrohr auf das Dampfvertei-
35

lerrohr trifft ist hier beispielsweise 45° , jedoch könnte er beliebig groß gewählt werden, wie z. B. auch 90° .

Auf dem Dampfverteilerrohr 15 sind Bohrungen 17 angeordnet.
5 Die Bohrungen 17 können dabei auf dem Dampfverteilerrohr 15 beispielsweise äquidistant angeordnet sein und eine sogenannte Blockflötenstruktur bilden. Unterschiedliche Abstände der Löcher können eventuell auch andere Lochdurchmesser bedingen.

10

Fig. 6b zeigt eine schematische Ansicht des Dampfverteilerrohrs 15 mit den Bohrungen 17, wobei die Bohrungen 17 frontal dargestellt sind.

15 In Fig. 6c ist ein Querschnitt durch die in Fig. 6a dargestellte Anordnung gezeigt. Dabei ist auch die Anordnung eines Substrats 19 gegenüber dem Dampfverteilerrohr 15 erläutert.

20 Das Dampfverteilerrohr 15 ist dabei senkrecht zu dem Substrat 19 und zugleich auch senkrecht zur Bewegungsrichtung des Substrats 19 angeordnet, und überdeckt das Substrat 19 auf der gesamten Breite. Die auf der Mantellinie parallel zur Rohrachse des zylinderförmigen Dampfverteilerrohrs 15
25 angeordneten Bohrungen 17 sind neben einer Oberfläche des Substrats 19 angeordnet. Häufig ist der Abstand zwischen dem Dampfverteilerrohr 15 und dem Substrat 29 gering.

In der hier nicht gezeigten Dampfquelle wird ein sich in
30 der Dampfquelle befindendes Beschichtungsmaterial erhitzt, so dass sich ein Dampfstrom aus Teilchen des Beschichtungsmaterials bildet. Der entstehende Dampfstrom breitet sich über das Zuleitungsrohr 13 zu dem Dampfverteilerrohr 15 aus und wird in diesem bis zu den Bohrungen 17 geführt. Dort
35 tritt der Dampf dann über die Bohrungen 17 aus dem Dampfverteilerrohr 15 aus und strömt in Richtung des Substrats 19 und schlägt sich auf dem Substrat 19 nieder, so

dass sich auf dem Substrat 19 eine Schicht des Beschichtungsmaterials bildet.

5 Um beispielsweise mehrere organische Substanzen auf das Substrat 19 aufzudampfen, können mehrere Dampfquellen, die über die separaten Zuleitungsrohre und die separaten Dampfverteilerrohre jeweils mit den Bohrungen verbunden sind, eingesetzt werden. Dies ist in der EP 1384796 A2 erläutert, in der ein Transport des Dampfes durch ein Trägergas unterstützt wird. Alternativ wird der Dampf, wie in der 10 EP 1357200 A1 erläutert, in einem gemeinsamen Mischbehälter eingespeist, und von diesem über ein Lochsystem bzw. die Bohrungen oder ein Düsensystem verteilt und verdampft.

15 Auch können Verdampferanordnungen mit mehreren Verdampferschiffchen, die thermisch gut voneinander isoliert sind, zum Aufbringen unterschiedlicher Substanzen auf einem Substrat eingesetzt werden, wie in der DE 4439519 C1 beschrieben ist.

20

Bei der Zuführung von Dämpfen, wie zum Beispiel organischen Dämpfen, über ein Rohrleitungssystem zu einem Verteilerrohr und damit zu einer Loch- oder Düsenanordnung ist das gesamte Leitungssystem, also die Dampfquelle, das Zuleitungsrohr und das Dampfverteilerrohr zu heizen, damit in diesem System kein Dampf kondensiert. Dies ist unter anderem 25 in der DE 10128091 C1 und der DE 10224908 A1 gezeigt, und entspricht einer Gesetzmäßigkeit in der Physik, dass die kälteste Stelle eines Rohrleitungssystems den Sättigungsdampfdruck eines zu verdampfenden Substrats und damit auch 30 die Dampfaustrittsgeschwindigkeit und die Beschichtungsrate bestimmt. Kondensate, die sich an kälteren Stellen bilden können, können in Form von Tröpfchen mit dem Dampf mitgerissen werden und dadurch Schichtfehler verursachen.

35

Die relativ große Fläche und der relativ geringe Querschnitt des Zuleitungsrohrs führen zu einem hohen Strömungswiderstand zwischen einem Punkt, an dem der Dampf aus

dem Verdampfertiegel austritt und dem Punkt, an dem er in das Dampfverteilerrohr eintritt. Um eine hochrätige Verdampfung zu ermöglichen, ist die Verdampfertemperatur deshalb extrem hoch zu wählen, um somit einen ausreichend hohen Sättigungsdampfdruck und damit eine entsprechend hohe Verdampfungsrate zu erzielen. Bei vielen organischen Substanzen ist jedoch die Verdampfungstemperatur aufgrund einer dann bei hohen Temperaturen auftretenden thermischen Dissoziation bzw. Zersetzung des Verdampfungsgutes begrenzt.

Andererseits können auch bei dem Verdampfen der organischen Substanz in Folge ungleichmäßiger Erhitzung des Verdampfungsgutes und dadurch bedingter lokaler Überhitzung derartige Tröpfchen entstehen. Diese Tröpfchen, auch Droplets genannt, können durch geheizte Platten, wie Baffles, an einem Transport zum Substrat gehindert werden und zu einer vollständigen Verdampfung gebracht werden.

Die erhöhte homogene Temperatur des Rohrleitungssystems wird dadurch möglich, dass das Dampfzuführungsrohr, das Dampfverteilungsrohr und eventuell das Düsensystem aus einem gut leitenden Material, wie z. b. Kupfer, gefertigt werden, die durch elektrische Heizer erhitzt werden und nach der Umgebung durch Keramik und Metallblenden thermisch isoliert werden. Voraussetzung für den Einsatz von Kupfer bei der Fertigung des Rohrleitungssystems ist, dass das Kupfer mit dem Verdampfergut chemisch verträglich ist. Ist es nicht möglich, aufgrund der chemischen Reaktivität des Verdampfungsguts Kupfer zu verwenden, so ist es erforderlich, das Rohrleitungs- und Düsensystem aus Quarz zu fertigen. Die Quarzrohre werden dann von einem Kupfermantel umhüllt, der elektrisch aufgeheizt wird. Auf diese Weise erreicht man eine gleichmäßige Temperatur auf der gesamten Quarzoberfläche.

Zugleich ist in der in den Fig. 6a, Fig. 6b und Fig. 6c gezeigten herkömmlichen Vorrichtung zum Aufdampfen eine na-

hezu gleichbleibende Schichtdicke über die gesamte Substratbreite nur unter definierten Bedingungen möglich. Eine dieser Bedingungen ist beispielsweise, dass bei einem vorgegebenen Lochdurchmesser bzw. Durchmesser der Bohrungen der Lochabstand auf dem Dampfverteilerrohr in einem vordefinierten Verhältnis zu dem Abstand zwischen den Löchern und der Oberfläche des Substrats steht, und dass ein vorbestimmter Dampfdruck der organischen Substanz, der zum Beispiel exponentiell von der Temperatur des Verdampfersystems abhängt, erzeugt wird. Die geforderten Toleranzen für eine Schwankung der Schichtdicke des aufgedampften Beschichtungsmaterials liegen beispielsweise in einem Bereich von 3% bis 5%.

Zugleich erzeugen die große Fläche des Dampfverteilerrohrs und des Dampfzuleitungsrohrs eine hohe thermische Belastung des Substrats, die häufig unerwünscht ist.

Nachteilig ist auch, dass zwar zum Schutz des Substrats vor unerwünschter Bedampfung z. B. sogenannte Shutter eingesetzt werden können, die sich auf einer relativ niedrigen Temperatur, wie z. B. der Zimmertemperatur, befinden können und vor einem Substrat angeordnet werden können. Die Kondensation der aus den Dampfaustrittsöffnungen austretenden Dämpfe aus diesem Shutter führt aber dann zu einem hohen Materialverlust, der insbesondere bei teuren Aufdampfmaterialien unökonomisch ist.

Da die in den Fig. 6a, Fig. 6b und Fig. 6c gezeigte Vorrichtung zum Aufdampfen durch eine hohe thermische Trägheit gekennzeichnet ist, ist eine Regelung der Aufdampfrate über eine Änderung der Temperatur des Systems schwierig.

Auch ist ein Nachfüllen des in dem Verdampfertiegel befindlichen Verdampfungsmaterials während der Durchführung des Beschichtungsprozesses erschwert bzw. häufig nicht möglich.

Darüber hinaus ist die Abscheidung dotierter Schichten mit einer Quelle erschwert bzw. nicht möglich.

5 Kommt es zu Änderungen des Abstands zwischen den Löchern bzw. den Dampfaustrittsöffnungen und dem Substrat, die beispielsweise technologiebedingt sein können, so kann es zu Schwankungen der Schichtdicke während des Beschichtungsprozesses kommen. Diese können durch eine Änderung des Lochabstands vermieden werden, was jedoch mit einem erheblichen Fertigungsaufwand verbunden ist. Daneben können auch
10 Änderungen des Dampfdrucks, die beispielsweise aus Temperaturschwankungen herrühren, in der herkömmlichen Vorrichtung zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials zu Inhomogenitäten bei der Schichtabscheidung führen.

15 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials auf einem Substrat zu schaffen, die ein homogeneres und gleichmäßigeres Aufdampfen des Beschichtungsmaterials ermöglicht.

20 Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst.

Die vorliegende Erfindung schafft eine Vorrichtung zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials auf einem Substrat mit
25 einem Dampfverteilungsraum zum Empfangen eines Dampfs von einer Verdampfungsquelle, wobei der Dampfverteilungsraum einen Düsenabschnitt aufweist, der eine längliche Form hat, die eine Länge und eine Breite hat, wobei die Länge größer
30 oder gleich der Breite des zu beschichtenden Substrats ist, und wobei die Breite kleiner als die Länge ist, und wobei der Düsenabschnitt ferner eine Höhe aufweist, um die der Düsenabschnitt von dem Dampfverteilungsraum hervorsteht, wobei die Höhe größer als die Breite ist.

35 Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass ein um eine geringe Höhe hervorstehender Düsenabschnitt an einem Dampfverteilungsraum so dimensioniert wer-

den kann, dass eine homogenere und gleichmäßigere Beschichtung eines gegenüber dem Düsenabschnitt angeordneten Substrats erzielt werden kann.

- 5 Das damit erreichte homogenere und gleichmäßigere Beschichten eines Substrats führt zu einer höheren Ausbeute in einer Massenfertigung, da ein geringerer Anteil der in der Massenfertigung beschichteten Substrate eine von den spezifizierten Toleranzen abweichende Schichtdicke aufweist.
- 10 Durch die höhere Ausbeute beim Beschichten der Substrate lassen sich hierdurch gleichzeitig die Fertigungskosten senken, da nur ein geringerer Anteil der durch die Vorrichtung mit dem Düsenabschnitt beschichteten Substrate zu verwerfen ist.
- 15 Zugleich ermöglicht das homogenere und gleichmäßigere Beschichten des Substrats eine bessere Qualität der beschichteten Substrate, da die Abweichung der Schichtdicke von einem spezifizierten Wert reduziert ist.
- 20 Darüber hinaus ermöglicht der wie oben beschrieben dimensionierte Düsenabschnitt ein einfacheres Fertigungsverfahren, da die Schwankung der Schichtbreite in Abhängigkeit von einem Abstand des Substrats zu der Austrittsöffnung aus dem
- 25 Düsenabschnitt reduziert ist. Die homogenere Verteilung der Dampfstromdichte aufgrund der Führung des Dampfs durch den länglichen Düsenabschnitt führt dabei zu einer homogenen Verteilung der Schichtdicke des aufgedampften Beschichtungsmaterials auch bei Schwankungen des Abstands des Substrats zu der Austrittsöffnung aus dem Düsenabschnitt oder
- 30 des Dampfdrucks in einem Dampfverteilungsraum während dem Beschichtungsvorgang. Dies liegt daran, dass der Dampfstrom nach seinem Austritt aus dem Düsenabschnitt, dessen Länge größer als seine Breite ist, kaum divergiert, während bei
- 35 den Löchern in der Wand des Dampfverteilungsraums durch den Dampfdruck im Stand der Technik eine bestimmte Divergenz des aus den einzelnen Löchern austretenden Dampfstroms eingestellt wird. Somit ist bei einer Schwankung des Abstands

des Substrats von den Dampfaustrittsöffnungen die daraus resultierende Schwankung der Schichtdicke geringer.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a eine Vorrichtung zum Aufbringen eines Beschichtungsmaterials gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 1b eine Querschnittsansicht durch die in Fig. 1a gezeigte Vorrichtung;

Fig. 2a eine Vorrichtung zum Aufbringen eines Beschichtungsmaterials auf einem Substrat gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2b eine Draufsicht auf die in Fig. 2a gezeigte Anordnung;

Fig. 3 eine Vorrichtung zum Aufbringen eines Beschichtungsmaterials auf einem Substrat, wobei das Substrat in einer Beschichtungskammer angeordnet ist;

Fig. 4 eine Vorrichtung zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials auf einem Substrat gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel;

Fig. 5 eine Vorrichtung zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials auf einem Substrat gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel;

Fig. 6a eine Seitenansicht einer herkömmlichen Vorrichtung zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials;

Fig. 6b eine Frontalansicht auf die in Fig. 6a gezeigte Vorrichtung; und

5 Fig. 6c eine Querschnittsansicht durch die in Fig. 6a gezeigte Vorrichtung.

Fig. 1a zeigt eine Seitenansicht auf eine Vorrichtung 111 zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials auf einem Substrat gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden
10 Erfindung. Die Vorrichtung 111 umfasst ein Dampfzuleitungsrohr 113, ein Dampfverteilerrohr 115 und vier Einzeldüsen 117, die an einer Seitenwand des Dampfverteilerrohrs 115 angebracht sind.

15 Fig. 1b erläutert eine Querschnittsansicht durch die in Fig. 1a gezeigte Vorrichtung zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Zusätzlich ist in Fig. 1b noch ein Substrat 119, das gegenüber den vier Einzeldüsen 117 angeordnet ist, gezeigt.
20

Der aus den vier Einzeldüsen 117 gebildete Düsenkamm weist eine Kammlänge 121 und eine Kammhöhe 123 auf.

25 Die vier Einzeldüsen 117 sind rohrförmig und parallel zueinander angeordnet. Hierdurch entsteht eine kammförmige Anordnung, eine Kammstruktur, die in Fig. 1a und Fig. 1b gezeigt ist. Die Höhe des aus den vier Einzeldüsen 117 gebildeten Düsenabschnitts ist dabei größer als die Breite
30 des Düsenabschnitts, die in diesem Ausführungsbeispiel gleich dem Durchmesser der zylinderförmigen Einzeldüsen ist. Auch die Kammlänge 121 bzw. die Länge des Düsenabschnitts 117 ist in diesem Ausführungsbeispiel größer als die Breite des Düsenabschnitts.

35

Aus dem Dampfzuleitungsrohr 113 strömt der Dampf von einer hier nicht gezeigten Quelle kommend in das Dampfverteilerrohr 115 und über die rohrförmigen Düsen 117 trifft er dann

auf das flächige Substrat 119 auf, das senkrecht zur Zeichenebene an der Düsenordnung vorbeigezogen wird.

Der Düsenkamm hat dabei eine solche Länge 121, dass dadurch
5 mindestens die gesamte Substratbreite überdeckt wird. Durch
die Anordnung der vier Einzeldüsen 117 an dem Dampfvertei-
lerrohr 115 lässt sich beim Aufdampfen eines Beschichtungs-
materials mittels der Vorrichtung 111 eine Beschichtungsmaterial-Schicht homogener Dicke auf dem Substrat 119 erzeugen.
10

Im Folgenden wird in Fig. 2a eine Vorrichtung 125 zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erläutert.
15 Fig. 2a zeigt eine Seitenansicht auf die Vorrichtung 125 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung 125 umfasst das Dampfzuleitungsrohr 113, das Dampfverteilerrohr 115 und eine spaltförmige Düse 127. Die spaltförmige Düse 127 ist in ihren Abmessungen durch eine Düsenlänge 129, eine Düsenhöhe 131 und eine
20 Düsenbreite 133 gekennzeichnet.

Fig. 2b zeigt eine Draufsicht auf die in Fig. 2a gezeigte Vorrichtung 125. Zusätzlich ist in Fig. 2b noch das gegenüber der spaltförmigen Düse 127 angeordnete Substrat 119
25 gezeigt.

Über das Dampfzuleitungsrohr 113 wird wiederum dem Dampfverteilerrohr 115 das verdampfte Beschichtungsmaterial zugeführt, das sich in dem Dampfverteilerrohr 115 ausbreitet.
30 Über die spaltförmige Düse 127 strömt der Dampf des Beschichtungsmaterials in Richtung auf das Substrat 119 hin aus dem Dampfverteilerrohr 115 heraus, so dass sich das Beschichtungsmaterial auf dem Substrat 119 niederschlägt. Das
35 Substrat 119 wird dabei an der spaltförmigen Düse 127 vorbeigeführt.

Anstelle der parallelen Anordnung zahlreicher gleichförmiger Düsen, wie in der Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist hier eine spaltförmige Düse 127 an dem Dampfverteilerrohr 115 angeordnet.
5

Die spaltförmige Düse 127 dient dazu, beim Aufdampfen des Beschichtungsmaterials auf dem Substrat 119 eine homogenere Schichtdicke zu erzeugen. Dabei herrscht an der Austritts-
10 öffnung bzw. der Dampfaustrittsöffnung der spaltförmigen Düse 127 über die gesamte Länge 129 der Düse 127 eine annähernd konstante Dampfstromdichte.

Selbst eine Änderung des Abstands zwischen dem Substrat 119 und der spaltförmigen Düse 127 führt nur zu einer tolerablen Änderung der Schichtdicke des auf dem Substrat 119 aufgedampften Beschichtungsmaterials.
15

Darüber hinaus weist die Vorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gegenüber der Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung den Vorteil auf, dass eine Optimierung der einzelnen rohrförmigen Düsen entfällt. Durch eine hinreichende große Schlitzlänge bzw. Düsenlänge 129 kann vermieden werden, dass die Randstörungen des Raumstrahls an den Enden des Düsen Schlitzes zu einer Ungleichmäßigkeit der Schichtdicke an den Substraträndern führen.
20
25

Fig. 3 zeigt eine Vorrichtung 135 zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials mit einer Beschichtungskammer 136. In der Beschichtungskammer 136 sind das Dampfverteilerrohr 115, das Substrat 119, ein Düsenabschnitt 137 an dem Dampfverteilerrohr 115, und ein Kälteschirm 139 angeordnet. Ein Abpumprohr 141, das an der Beschichtungskammer 136 angeschlossen ist, führt zu einem hier nicht gezeigten Absaugegerät. Eine Spektrallampe 143 ist in der Nähe einer Licht-
30 eintrittsöffnung in die Beschichtungskammer 136 angeordnet,
35

und ein Lichtempfänger 145 ist in der Nähe eines Lichtaustrittsfensters in der Beschichtungskammer 136 angeordnet.

In dem Dampfzuleitungsrohr 113 sind ein Baffle 149, ein
5 Durchgangsventil 147, ein Shutter 151 und zwei Verdampferzellen 153 angeordnet. Ein Absaugrohr 155 mündet in das Dampfzuleitungsrohr 113 und ist mit einer hier nicht gezeigten Absaugeinrichtung verbunden.

10 Eine Regeleinrichtung 157 ist mit dem Lichtempfänger 145 verbunden, so dass sie von diesem ein Signal empfängt, und steuert eine an den Verdampferzellen 153, hier nicht gezeigte Heizeinrichtung, so dass die Verdampferzellen 153 ein in sie eingebrachtes Beschichtungsmaterial zum Verdampfen bringen.
15

Der oberhalb der Verdampferzellen 153 angeordnete Shutter 151 dient dazu, die Dampfstromdichte in dem Dampfzuleitungsrohr 113 einzustellen, wobei der von der Verdampferzelle 153 kommende Dampfstrom sich bei einer geöffneten
20 Stellung des Shutters 151 in dem Dampfzuleitungsrohr 113 hin zu dem Dampfverteilerrohr 115 ausbreiten kann, und eine Ausbreitung des Dampfs bei geschlossener Stellung des Shutters 151 unterbunden wird. Dadurch, dass der Shutter 151 nicht zwischen der Dampfaustrittsöffnung oder dem Düsenabschnitt 137 und dem Substrat 119 angeordnet ist sondern in
25 dem Dampfzuleitungsrohr 113 angeordnet ist, befindet er sich damit auf einer erhöhten Temperatur, die in dem gesamten Dampfzuleitungsrohr 113 herrscht. Der Dampf, der auf den geschlossenen Shutter auftrifft, kann daher zum Verdampfer hin reflektiert werden und dort wieder zur Verdampfung gelangen.
30

Das Baffle 149 hat die Funktion, Partikel, die eine bestimmte Schwellengröße überschreiten, wie z. B. Tröpfchen, auf eine so hohe Temperatur zu bringen, dass diese wieder verdampfen. Es weist in diesem Ausführungsbeispiel eine geringfügig höhere Temperatur als das Dampfzuleitungsrohr
35

auf. Durch eine separate Temperaturregelung kann das Baffle 149 zur Ratenfeinregelung des Dampfs eingesetzt werden, wenn die Dampfquelle ausreichend Dampf liefert.

- 5 Das Baffle 149 wird beispielsweise wie die gekühlten Baffles bei Öldiffusionspumpen konstruiert und in dem Dampfzuleitungsrohr 113 unter Berücksichtigung strömungs-
technischer Anforderungen eingesetzt, so daß es eine Vermischung mehrerer unterschiedlicher Dampfquellen ermöglicht.

10

- Das oberhalb des Baffles 149 angeordnete Durchgangsventil 147 dient dazu, ein Passieren des Dampfs aus dem unteren Abschnitt des Dampfzuleitungsrohrs 113 zu dem Dampfverteilerrohr 115 in offener Stellung zu ermöglichen bzw. bei geschlossenem Ventil zu unterbinden. Hierdurch ist eine druckmäßige Trennung des unteren Abschnitts des Dampfzuleitungsrohrs 113 von dem oberen Abschnitt des Dampfzuleitungsrohrs 113 mit dem Dampfverteilerrohr 115 möglich. Dabei befinden sich die Teile hinter dem Durchgangsventil 147
15 bzw. oberhalb des Durchgangsventils in einer Hochvakuum- oder Ultrahochvakuumkammer.

- Durch die druckmäßige Trennung über das Durchgangsventil 147 kann beispielsweise das Material in der Verdampferzelle
25 153 nachgefüllt werden, ohne dass dies Auswirkungen auf das Vakuum der Beschichtungskammer 136 hat. Der Raum in dem Dampfzuleitungsrohr 113 unterhalb des Durchgangsventils 147 kann dabei von einer an das Absaugrohr 155 angeschlossenen Absaugpumpe evakuiert werden. Der Raum oberhalb des Durchgangsventils 147 kann über die Beschichtungskammer 136 evakuiert werden. Das Absaugen erfolgt hierbei über das an das Abpumprohr 141 angeschlossene Absaugegerät, das in Fig. 3 nicht gezeigt ist.

- 35 Der Kälteschirm 139 dient dazu, das Substrat 119 vor der thermischen Belastung bzw. Wärmebelastung durch das Dampfverteilerrohr 115 und den Düsenabschnitt 137 zu schützen. Die Wärmeabstrahlung von dem gesamten Rohrsystem, das den

Dampf leitet, wird hierbei weitgehend von dem Kälteschirm 139, z. B. einem gekühlten Wärmeschirm, der zwischen dem Rohrsystem und dem Substrat parallel zur Substratoberfläche angeordnet ist, aufgenommen. Der Wärmeschirm besteht beispielsweise aus einer gekühlten Metallfläche, die einen schmalen Längsschlitz oder Löcher aufweist. Durch die Löcher können z. B. dann Röhrchen durchgesteckt werden, durch die der Dampfstrahl hindurchtritt.

10 In dem Dampfzuleitungsrohr 113 wird von den beiden Verdampfern 153 ein Dampf erzeugt, der sich über den offenen Shutter 151, das Baffle 149 und das geöffnete Durchgangsventil 147 in das Dampfverteilerrohr 115 ausbreitet. In dem Dampfverteilerrohr 115 breitet sich der Dampf entlang des Düsenabschnitts 137 aus. Der Düsenabschnitt 137 hat die Funktion, den Dampfstrahl auf das Substrat 119 zu lenken.

Der Düsenabschnitt 137 ermöglicht eine homogene Abstrahlung des Dampfes aus dem Dampfverteilerrohr 115 auf das Substrat 119. Somit ermöglicht eine Dimensionierung des Düsenabschnitts 137, bei der die Länge des Düsenabschnitts kleiner als die Breite des Düsenabschnitts und die Höhe des Düsenabschnitts größer als die Breite des Düsenabschnitts ist, ein Aufbringen einer homogenen Schichtdicke auf dem Substrat 119.

Vor dem Substrat 119 ist eine Speziallichtquelle 143, wie z. B. eine Spektrallampe angeordnet, die einen Lichtstrahl emittiert, der durch zwei Fenster in der Beschichtungskammer 136 hindurchtritt und auf den Lichtempfänger 145 auftrifft. Der Lichtstrahl passiert auf seinem Weg zu dem Lichtempfänger bzw. dem Sensor 145 den Dampf bzw. den Dampfkegel. Der Lichtempfänger erzeugt ein von der Dampfstromdichte, z. B. den Absorptionsspektren oder Emissionsspektren des Dampfes, abhängiges elektrisches Signal. Das Signal wird von der Regeleinrichtung 157 empfangen und ausgewertet. Das Signal wird zur Steuerung der Verdampferquel-

lentemperatur bzw. der Temperatur der Verdampferzellen 153 und der Temperatur des Rohrleitungssystems verwendet.

Die Düsen bzw. der Düsenabschnitt 137 und das Rohrleitungssystem befinden sich auf nahezu einheitlicher Temperatur, die mindestens gleich der Siede- oder Sublimationstemperatur der zu verdampfenden organischen Substanz oder geringfügig darüber ist. Zugleich ist erforderlich, dass die Temperatur der Düsen und des Dampfzuleitungssystems die Zersetzungstemperatur der zu verdampfenden organischen Substanz nicht überschreitet.

Der Verdampfer 153 der organischen Substanz ist dabei so konstruiert, dass auch während des Verdampfungsprozesses das Verdampfungsgut kontinuierlich oder diskontinuierlich nachgeführt werden kann. Dabei können mehrere Quellen an das Dampfzuleitungsrohr 113 angeschlossen werden, so dass mehrere Substanzen in dem Dampfzuleitungsrohr 113 verdampft werden können.

Die Dämpfe mehrerer unterschiedlicher Dampfquellen können dabei vor einer Einleitung in das Dampfzuleitungsrohr 113 in einer zusätzlichen Mischstufe oder in dem Dampfzuleitungsrohr 113 selbst durch Verwirbelung vermischt werden.

Fig. 4 zeigt eine Vorrichtung 158 zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials auf einem Substrat gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung 158 umfasst das Dampfzuleitungsrohr 113, das Dampfverteilerrohr 115 sowie die Einzeldüsen 117. In dem Dampfverteilerrohr 115 ist ein Knick 159 vorhanden. Die Einzeldüsen 117 sind parallel zueinander in einem Düsensystem angeordnet, das eine Düsensystem-Länge 160 aufweist.

In Fig. 4 ist zu erkennen, dass die Einzeldüsen 117 unterschiedliche Längen aufweisen, wobei hier eine erste Düse 161 mit einer ersten Düsenlänge 161a und eine zweite Düse 162 mit einer zweiten Düsenlänge 162a beispielhaft gezeigt

sind. Die in Fig. 4 gezeigte Vorrichtung 158 ist dadurch gekennzeichnet, dass die Länge des Düsenkamms mit wachsender Entfernung vom Dampfzuleitungsrohr 113 geringfügig abnimmt, wobei der konstante Abstand zwischen den Dampfaustrittsöffnungen der Düsen 117 und dem Substrat 119 durch eine schwache Neigung des Dampfverteilerrohrs 115 zu dem Substrat 119 hin erreicht wird. Anders ausgedrückt, sind die Düsen 117 dabei so angeordnet, dass jeweils mit einem zunehmenden Abstand von dem Knick 159 die Länge der Düsen 117 abnimmt. Somit nimmt gleichzeitig mit zunehmenden Abstand von dem Knick 159 der Strömungswiderstand der Düsen ab.

Ein Dampf, der sich von dem Dampfzuleitungsrohr 113 über das Dampfverteilerrohr 115 zu den Einzeldüsen 117 ausbreitet, durchläuft dabei einen unterschiedlichen Strömungswiderstand in dem Dampfverteilerrohr 115 in Abhängigkeit von der Lage der Einzeldüse, zu der hin er sich ausbreitet. Die Variation des Strömungswiderstands der Einzeldüsen 117 dient dabei dazu, den unterschiedlichen Strömungswiderstand, den der Dampf bei seiner Ausbreitung durch das Dampfverteilerrohr 115 durchläuft, zu kompensieren.

Konkret weist die zweite Düse 162 mit der zweiten Düsenlänge 162a einen höheren Strömungswiderstand auf als die erste Düse 161 mit der ersten Düsenlänge 161a, da die zweite Düse 162 länger ist. Jedoch legt der Dampf bei seiner Ausbreitung von der Einmündung des Dampfzuleitungsrohrs 113 in das Dampfverteilerrohr 115 einen geringeren Weg zu der zweiten Düse 162 zurück. Dadurch ist auf dem Weg des Dampfs in dem Dampfverteilerrohr 115 zu der zweiten Düse 162 auch ein geringerer Strömungswiderstand vorhanden als in dem Weg des Dampfs zu der ersten Düse 161.

Der Unterschied des Strömungswiderstands zwischen den beiden Wegen, des Dampfs von der Einmündung des Dampfzuleitungsrohrs 113 zu der ersten 161 und zu der zweiten Düse

162 wird durch die unterschiedliche Länge der ersten 161 und der zweiten Düse 162 kompensiert.

Hierdurch ergibt sich in dem Düsensystem eine homogene Verteilung des Strömungswiderstands zwischen dem Einmündungsbereich des Zuleitungsrohrs 113 und den Dampfaustrittsstellen aus den Einzeldüsen 117. Durch diese homogene Verteilung des Strömungswiderstands ergibt sich eine homogene Verteilung der Dampfstromdichte über sämtliche Einzeldüsen, die zu einer homogenen Dicke des Beschichtungsmaterials auf dem Substrat 119 führt.

Fig. 5 zeigt eine Vorrichtung 163 zum Aufdampfen eines Beschichtungsmaterials auf einem Substrat gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Im Gegensatz zu der Vorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in der Vorrichtung 163 gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung die Anordnung der Einzeldüsen 117 durch eine spaltförmige Einzeldüse 165 unterschiedlicher Höhe ersetzt.

Die spaltförmige Einzeldüse 165 unterschiedlicher Höhe weist eine Höhe auf, die mit zunehmenden Abstand von dem Knick 159 abnimmt. Exemplarisch wird im Folgenden eine Ausbreitung des Dampfs durch die spaltförmige Düse 165 auf einem unteren Pfad 167 mit der Ausbreitung eines Dampfs durch die spaltförmige Düse 165 auf einem oberen Pfad 169 miteinander verglichen.

Der Dampf tritt auf dem unteren Pfad 167 an einer unteren Eintrittsstelle 167a in die spaltförmige Düse ein und an einer unteren Austrittsstelle 167b aus der Düse heraus. Zugleich tritt der Dampf auf dem oberen Pfad 169 an einer oberen Eintrittsstelle 169a in die spaltförmige Düse ein und an einer oberen Austrittsstelle 169b aus der Düse heraus.

Wie bereits erläutert tritt der Dampf in einem Mündungsbereich aus dem Zuleitungsrohr 113 in das Dampfverteilerrohr

115 ein und breitet sich in dem Dampfverteilerrohr 115 entlang der Düse 165 aus. Der Dampf tritt dann in die Düse 165 entlang ihrer gesamten Länge ein. Aufgrund der Form der spaltförmigen Düse 165 breitet sich der Dampf in der Düse 165 senkrecht zu dem Substrat 119 hin aus. Der Strömungswiderstand zwischen dem Mündungsbereich des Dampfzuleitungsrohrs 113 und der unteren Eintrittsstelle 167a ist dabei höher als der Strömungswiderstand zwischen dem Mündungsbereich und der oberen Eintrittsstelle 169a, denn der Abstand der unteren Eintrittsstelle 167a und dem Mündungsbereich ist größer als der Abstand zwischen dem Mündungsbereich und der oberen Eintrittsstelle 169a. Da auf dem oberen Pfad 169 durch die Einzeldüse die Höhe des Düsenabschnitts geringer ist als auf dem unteren Pfad 167, ist auf dem oberen Pfad 169 der Strömungswiderstand zwischen der oberen Eintrittsstelle 169a und der oberen Austrittsstelle 169b höher als auf dem unteren Pfad 167 der Strömungswiderstand zwischen der unteren Eintrittsstelle 167a und der unteren Austrittsstelle 167b.

Die Anordnung ist dabei so dimensioniert, dass der Unterschied des Strömungswiderstands zwischen dem oberen Pfad 169 und dem unteren Pfad 167 durch die spaltförmige Einzeldüse 165 den Unterschied des Strömungswiderstands von dem Mündungsbereich zu der oberen Eintrittsstelle 169a und der unteren Eintrittsstelle 167a kompensiert.

Anders ausgedrückt, kompensiert dann die unterschiedliche Höhe der spaltförmigen Einzeldüse die unterschiedlichen Strömungswiderstände, die zwischen dem Einmündungsbereich des Dampfzuleitungsrohrs 113 und der jeweiligen Eintrittsstelle in die spaltförmige Einzeldüse 165 vorhanden sind.

Die Kompensation der Unterschiede des Strömungswiderstands in dem Dampfverteilerrohr 115 in Abhängigkeit von der Eintrittsstelle in die spaltförmige Einzeldüse 165 führt wiederum dazu, dass die aus der spaltförmigen Einzeldüse 165 austretende Dampfstromdichte über die Breite des Substrats

119 homogener wird. Hierdurch wird die auf dem Substrat 119 aufgebraachte Schichtdicke des Beschichtungsmaterials homogener.

5 Anders ausgedrückt, wird bei der in Fig. 5 gezeigten spaltförmigen bzw. schlitzförmigen Düse bzw. Einzeldüse die Kanallänge bzw. die Höhe der Düse mit wachsendem Abstand von dem Dampfzuleitungsrohr reduziert, wobei der konstante Abstand zwischen der Dampfaustrittsöffnung und der Substrat-
10 oberfläche durch eine entsprechende Neigung des Dampfverteilungsrohrs erreicht wird.

In der Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist die Zahl der rohrförmigen Düsen
15 vier, jedoch sind beliebige Anzahlen der rohrförmigen Düsen Alternativen. In obigen Ausführungsbeispielen ist die Breite 133 der spaltförmigen bzw. schlitzförmigen Einzeldüse 127 vorzugsweise höchstens ein Zehntel der Düsenhöhe 131, jedoch sind beliebige Breiten des Schlitzes Alternativen,
20 solange die Höhe der Düse 131 größer als die Breite der Düse ist, und die Länge 129 der Düse größer als die Breite 133 ist.

In der in Fig. 3 gezeigten Vorrichtung mit der Beschichtungskammer 136 könnten die Spektrallampe 143 und der Lichtempfänger 145 auch senkrecht zu der hier gezeigten Anordnung angebracht werden. Auch könnten dann mehrere Spektrallampen nebeneinander angeordnet werden, und mehrere Lichtempfänger nebeneinander angeordnet werden, so dass eine
30 Verteilung des aus dem Düsenabschnitt 137 kommenden Dampfstrahls an mehreren Stellen des Düsenabschnitts gemessen werden kann. Wenn zusätzlich der Düsenabschnitt 137 beispielsweise aus mehreren Einzeldüsen besteht, so ist damit eine Messung des Dampfstrahls aus den Einzeldüsen möglich.
35 Dabei könnte auch in den Einzeldüsen jeweils ein Faltenbalg angeordnet sein, der den Strömungswiderstand der jeweiligen Einzeldüse einstellt. Somit wäre eine Nachregelung der Verteilung der Dampfstromdichte über eine Einstel-

lung des Strömungswiderstands durch die Einzeldüsen möglich.

5 In der Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel sind die Düsen gleichförmig, jedoch sind beliebige Variationen der Düsenformen der Einzeldüsen untereinander Alternativen.

10 In den obigen Ausführungsbeispielen weicht die aus dem Düsenabschnitt 137 entweichende Dampfstromdichte maximal um 10 % der mittleren Dampfstromdichte über die gesamten Dampfaustrittspunkte des gesamten Düsenabschnitt 137 an einer einzelnen Dampfaustrittsstelle bevorzugter Weise ab.

15 Zugleich ist in den obigen Ausführungsbeispielen der Düsenabschnitt 137 so ausgelegt, dass der aus dem Düsenabschnitt 137 entweichende Dampf an einer Düsenabschnitts-Stelle maximal um 10 % von einem mittleren Dampfdruck über die gesamten Dampfaustrittspunkte des gesamten Düsenabschnitts
20 137 bevorzugter Weise abweicht.

In obigen Ausführungsbeispielen ist ein Winkel zwischen dem Dampfzuleitungsrohr und dem Dampfverteilerrohr von 45° gezeigt, jedoch sind beliebige Winkelgrößen Alternativen.
25

In obigen Ausführungsbeispielen ist ein Knick 159 in dem Dampfverteilerrohr 115 gezeigt, der bevorzugt in einem Bereich angeordnet ist, der mehr als 30 % der Düsensystem-Länge von dem oberen und unteren Ende des Düsensystems bzw.
30 Düsenabschnitts entfernt ist, jedoch sind beliebige Anordnungen des Knicks gegenüber dem Düsensabschnitt Alternativen. In obigen Ausführungsbeispielen mündet das Dampfzuleitungsrohr in das Dampfverteilerrohr in einem Mündungsbereich, der bevorzugterweise mehr als 30 % der Länge des Düsenabschnitts von dem oberen und dem unteren Ende des Düsenabschnitts entfernt ist, jedoch sind beliebige Anordnungen des Einmündungsbereichs des Dampfzuleitungsrohrs Alternativen.
35

In obigen Ausführungsbeispielen weist das Dampfverteilerrohr eine Länge auf, die bevorzugt mehr als dreimal höher ist als der Dampfzuleitungsrohrdurchmesser, jedoch sind beliebige Längen des Dampfverteilungsrohrs im Verhältnis zu dem Dampfzuleitungsrohrdurchmesser Alternativen.

In obigen Ausführungsbeispielen ist der Strömungsleitwert zwischen einem Dampfaustrittspunkt an der Verdampferquelle bzw. der Verdampferzelle und einer Eintrittsstelle des Dampfes in den Düsenabschnitt vorzugsweise mindestens 50 mal so hoch wie der Strömungsleitwert des gesamten Düsenabschnitts zwischen den Eintrittsstellen des Dampfes in den Düsenabschnitt und den Austrittsstellen des Dampfes aus dem Düsenabschnitt jedoch sind beliebige Relationen der Strömungsleitwerte zueinander Alternativen.

In obigen Ausführungsbeispielen weist die spaltförmige Düse z. B. einen rechteckigen Querschnitt oder einen schlitzförmigen Querschnitt mit beispielsweise parallelen Seitenbegrenzungen oder auch abgerundeten Enden auf, jedoch sind beliebige Ausführungsformen der spaltförmigen Düse Alternativen, die z. B. auch keinen gleichförmigen Querschnitt aufweisen.

25

Patentansprüche

1. Vorrichtung (135) zum Aufdampfen eines Beschichtungs-
materials auf einem Substrat (119), mit:
5
einem Dampfverteilungsraum (115) zum Empfangen eines
Dampfs von einer Verdampfungsquelle (153), wobei der
Dampfverteilungsraum (115) einen Düsenabschnitt (137)
aufweist, der eine längliche Form hat, die eine Länge
10 (129) und eine Breite (133) hat;

wobei die Länge (129) größer oder gleich einer Breite
des zu beschichtenden Substrats (119) ist, und wobei
die Breite (133) kleiner als die Länge (129) ist; und
15
wobei der Düsenabschnitt (137) ferner eine Höhe (131)
aufweist, um die der Düsenabschnitt (137) von dem
Dampfverteilungsraum (115) hervorsteht, wobei die Höhe
(131) größer als die Breite (133) ist.
20
2. Vorrichtung (135) gemäß Anspruch 1, bei der der Düsen-
abschnitt (137) ein Düsenkamm oder eine spaltförmige
Düse (127) ist.
- 25 3. Vorrichtung (135) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2,
bei welcher der Düsenabschnitt (137) ein durchgehender
Schlitz ist, wobei die Breite des Schlitzes an einem
Dampfaustrittspunkt des Schlitzes höchstens ein Zehn-
tel der Länge des Schlitzes ist, und wobei die Höhe
30 des Schlitzes wenigstens zehnmal so groß wie die Brei-
te ist.
4. Vorrichtung (135) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2,
bei welcher der Düsenabschnitt (137) eine Vielzahl von
rohrförmigen Einzeldüsen (117) aufweist, die entlang
35 des Düsenabschnitts in einer Linie angeordnet sind,
wobei die Düsen an einem Dampfaustrittspunkt einen
Durchmesser haben, der die Breite des Düsenabschnitts

- (137) darstellt und höchstens ein Zehntel der Länge (121) des Düsenabschnitts (137) beträgt, wobei die Länge (123) einer Düse (117), die die Höhe des Düsenabschnitts (137) darstellt, wenigstens zehnmal so groß ist wie ein Durchmesser der Düse (117).
- 5
5. Vorrichtung (135) gemäß Anspruch 4, bei der die Vielzahl von rohrförmigen Einzeldüsen (117) entlang des Düsenabschnitts (137) in einer durchgehenden Linie angeordnet sind.
- 10
6. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 4 oder 5, bei der alle Einzeldüsen (117) von der Vielzahl von rohrförmigen Einzeldüsen (117) gleichförmig sind.
- 15
7. Vorrichtung (135) gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6, mit einer Dampfstromdichte-Überwachungs-Einrichtung, die ausgelegt ist, um eine Dampfstromdichte an einer ersten Einzeldüse von der Vielzahl von rohrförmigen Einzeldüsen (117) und eine Dampfstromdichte an einer zweiten Einzeldüsen (117) von der Vielzahl von rohrförmigen Einzeldüsen (117) zu bestimmen und die Dampfstromdichte an der ersten Einzeldüse (117) und die Dampfstromdichte an der zweiten Einzeldüse (117) individuell einzustellen.
- 20
- 25
8. Vorrichtung (135) gemäß Anspruch 7, bei der die Dampfstromdichte-Überwachungs-Einrichtung eine Sensor-Einrichtung aufweist mit einer Lichtquelle (143) und einem Lichtempfänger (145), die ausgelegt ist, um mittels eines Absorptions- oder Emissionsspektrums eines empfangenen Lichts die Dampfstromdichte zu bestimmen.
- 30
9. Vorrichtung (135) gemäß einem der Ansprüche 7 oder 8, bei der die Dampfstromdichte-Überwachungs-Einrichtung zwei Faltenbälge aufweist, die in der ersten und in der zweiten Einzeldüse angeordnet sind und ausgelegt sind, um jeweils einen Strömungswiderstand zwischen
- 35

einer Dampfeintritts-Stelle und einer Dampfaustritts-Stelle in der ersten und in der zweiten Düse (117) einzustellen.

- 5 10. Vorrichtung (135) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei welcher der Dampf von der Verdampfungsquelle (153) über ein Zuleitungsrohr (113) in ein so dimensioniertes Dampfverteilerrohr (115) und ein so dimensioniertes Düsensystem (137) gelangen kann, dass der Dampf
10 auf seinem ersten Weg vom Eintritt in das Dampfverteilerrohr (115) über einen entfernter liegenden Düsenabschnitt zu dem Düsenausgang des Düsensystems (137) in seiner Stromstärke auf den gleichen Wert begrenzt wird, wie der Dampf, der von dem Eintritt in das
15 Dampfverteilerrohr (115) über einen zweiten Weg durch einen näher gelegenen Düsenabschnitt aus dessen Ausgang strömt.
11. Vorrichtung (135) gemäß Anspruch 10, bei der der Düsenabschnitt (137) so ausgebildet ist, dass die Düsenlängen an dem ersten Düsenabschnitt und dem zweiten
20 Düsenabschnitt so dimensioniert sind, dass infolge des unterschiedlichen Dampfdrucks am Eingang der Düsen der aus den Düsen austretende Dampfstrom einen Stromstärkewert innerhalb der Toleranz von 10% von dem mittleren Dampfstromstärkewert hat, der sich aus der Mittelung über die Dampfstromwerte aller Düsen ergibt.
12. Vorrichtung (135) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der der Dampfverteilungsraum (115) und der Düsenabschnitt (137) so ausgelegt sind, dass ein Austrittsbereich des Dampfs aus dem Düsenabschnitt (137) in einer Ebene senkrecht zu der Ausbreitungsrichtung des
30 Dampfs in dem Düsenabschnitt (137) liegt, so dass der Düsenabschnitt (137) entlang der Ausbreitungsrichtung des Dampfs in dem Dampfverteilungsraum (115) unterschiedliche Höhen aufweist.
- 35

13. Vorrichtung (135) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der der Dampfverteilungsraum (115) in einem Bereich, in dem der Düsenabschnitt (137) auf dem Dampfverteilungsraum (115) aufsetzt, einen Knick (159) hat, um die Höhe (131) des Düsenabschnitts (137) in Abhängigkeit von einem Abstand zwischen dem Knick (159) und dem Dampfeintrittspunkt in dem Düsenabschnitt (137) zu verändern.
- 10 14. Vorrichtung (135) gemäß Anspruch 13, bei der der Düsenabschnitt (137) auf einer durchgängigen Länge auf dem Dampfverteilungsraum (115) aufsetzt, wobei die Linie eine Linienlänge und ein erstes und ein zweites Linienende aufweist, und wobei der Knick (159) in dem Dampfverteilungsraum (115) in einem Bereich der Linie liegt, der jeweils mehr als 30 % der Linienlänge von dem ersten Linienende und dem zweiten Linienende entfernt ist.
- 20 15. Vorrichtung (135) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, bei der der Dampfverteilungsraum (115) ein Zuleitungsrohr (113) zum Aufnehmen der Verdampfungsquelle (153) und ein Dampfverteilungsrohr aufweist, wobei das Dampfverteilungsrohr eine Länge hat, die mehr als dreimal höher ist als ein Durchmesser des Zuleitungsrohrs (113), und wobei der Düsenabschnitt (137) auf dem Dampfverteilungsrohr aufsetzt.
- 30 16. Vorrichtung (135) gemäß Anspruch 15, bei der der Düsenabschnitt auf einer durchgängigen Linie auf dem Dampfverteilungsrohr aufsetzt, wobei die Linie eine Linienlänge und ein erstes und ein zweites Linienende hat, und wobei das Zuleitungsrohr (113) auf dem Dampfverteilungsrohr so aufsetzt, dass ein Zuleitungsrohr-Mündungs-Bereich in dem Dampfverteilungsrohr in einem Bereich der Linie liegt, der jeweils mehr als 30 % der Linienlänge von dem ersten Linienende und von dem zweiten Linienende entfernt ist.
- 35

17. Vorrichtung (135) gemäß einem der Ansprüche 15 oder 16, bei der ein Shutter (151) in dem Zuleitungsrohr (113) zwischen der Stelle, an der die Verdampfungsquelle aufgenommen werden kann, und dem Dampfverteilungsrohr angeordnet ist, der ausgelegt ist, um eine Passage eines Dampfs zwischen der Verdampfungsquelle (153) und dem Dampfverteilungsrohr (115) zu öffnen oder zu schließen.
18. Vorrichtung (135) gemäß einem der Ansprüche 15 bis 17, bei der ein Abschnitt des Zuleitungsrohrs (113), von dem die Verdampfungsquelle aufgenommen werden kann, einen ersten Vakuumbehälter bildet, und das Dampfverteilungsrohr (115) vollständig in einem zweiten Vakuumbehälter (136) angeordnet ist, wobei der erste und der zweite Vakuumbehälter (136) über ein Durchgangsventil (147) in dem Zuleitungsrohr (113) miteinander verbunden sind, wobei das Durchgangsventil (147) ausgelegt ist, eine Passage des Dampfs zwischen dem ersten Vakuumbehälter und dem zweiten Vakuumbehälter (136) zu öffnen oder zu schließen.
19. Vorrichtung (135) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18, bei der in dem Zuleitungsrohr (113) eine Baffle-Einrichtung (149) zwischen der Stelle, an der die Verdampfungsquelle aufgenommen werden kann, und dem Dampfverteilungsrohr angeordnet ist, die ausgelegt ist, um Dampfpartikel oberhalb einer Schwellengröße zurückzuhalten.

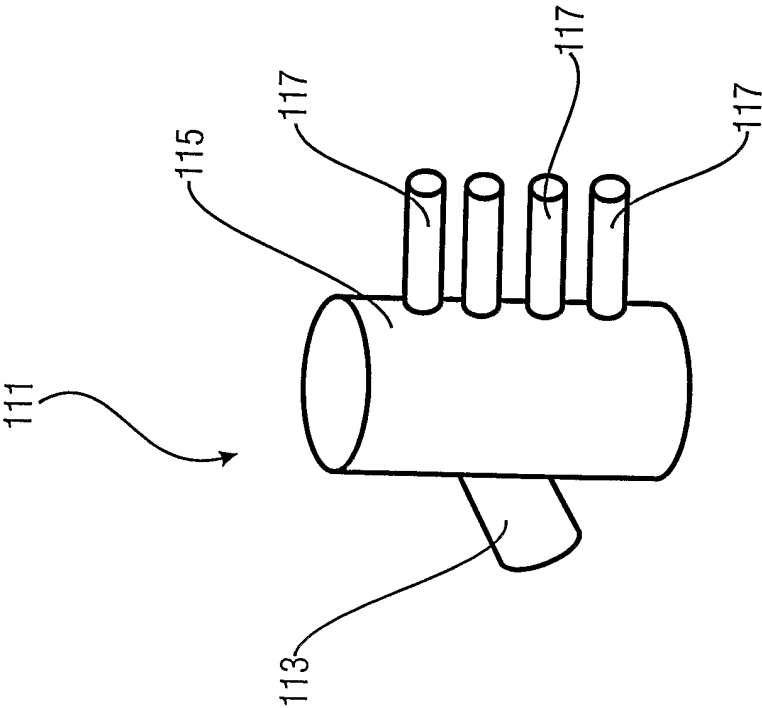


FIGURE 1A

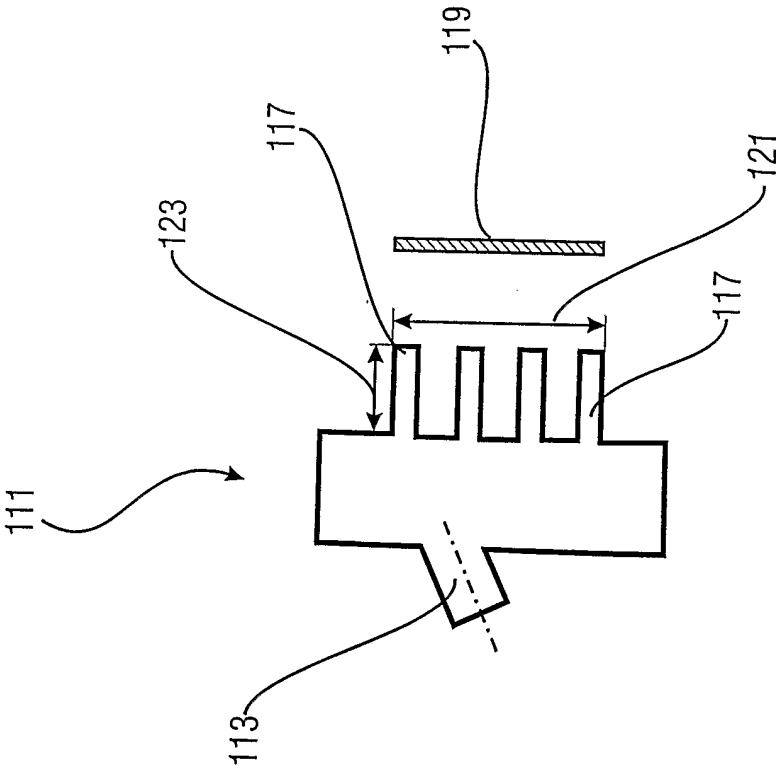


FIGURE 1B

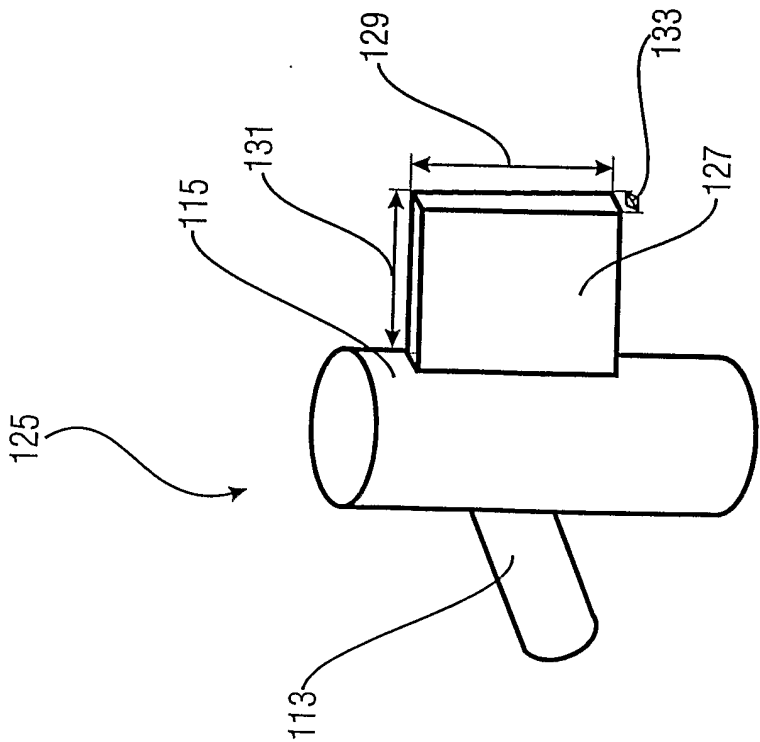


FIGURE 2A

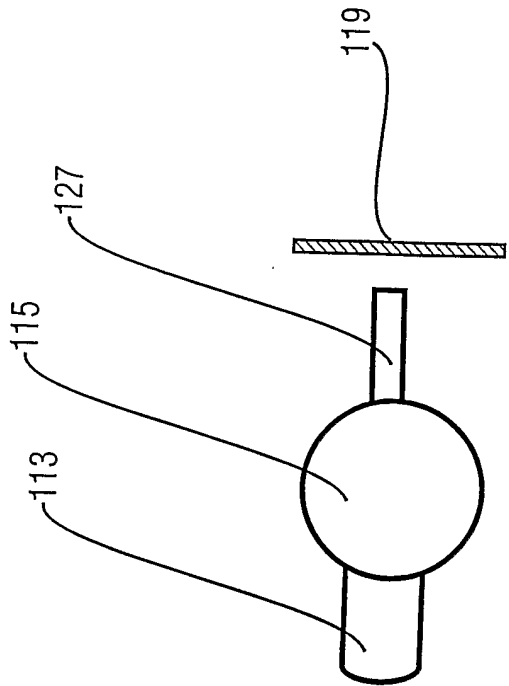
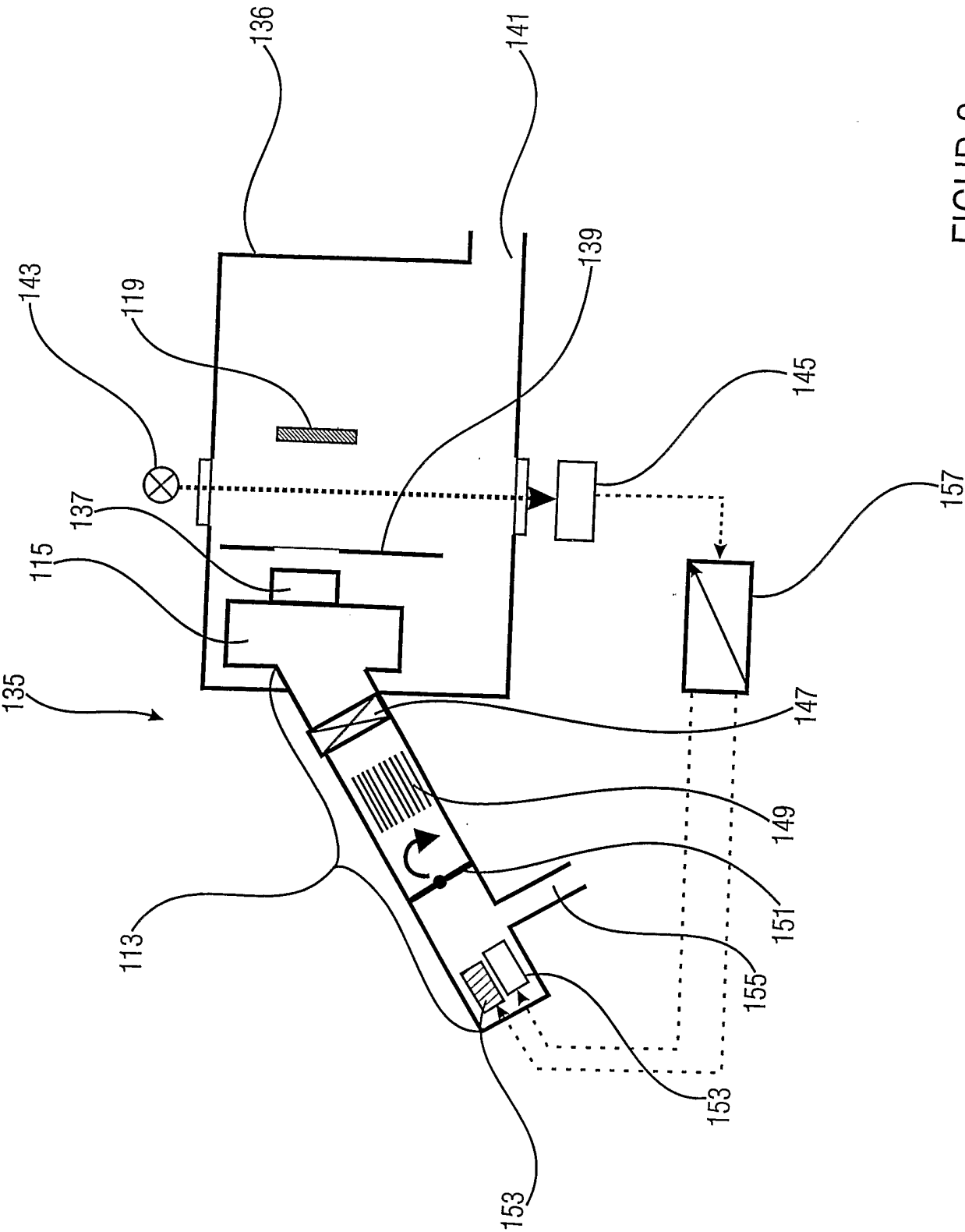
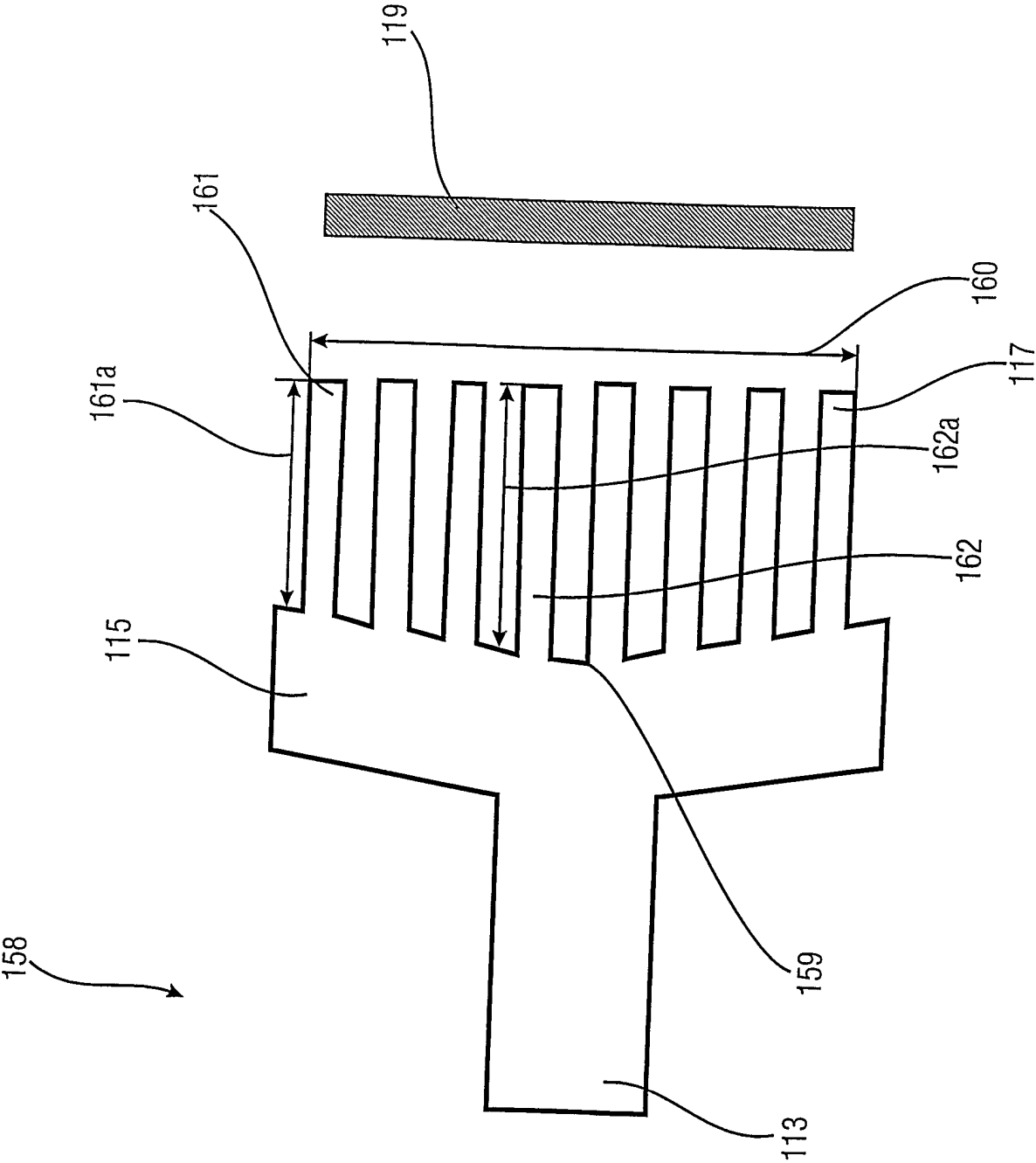
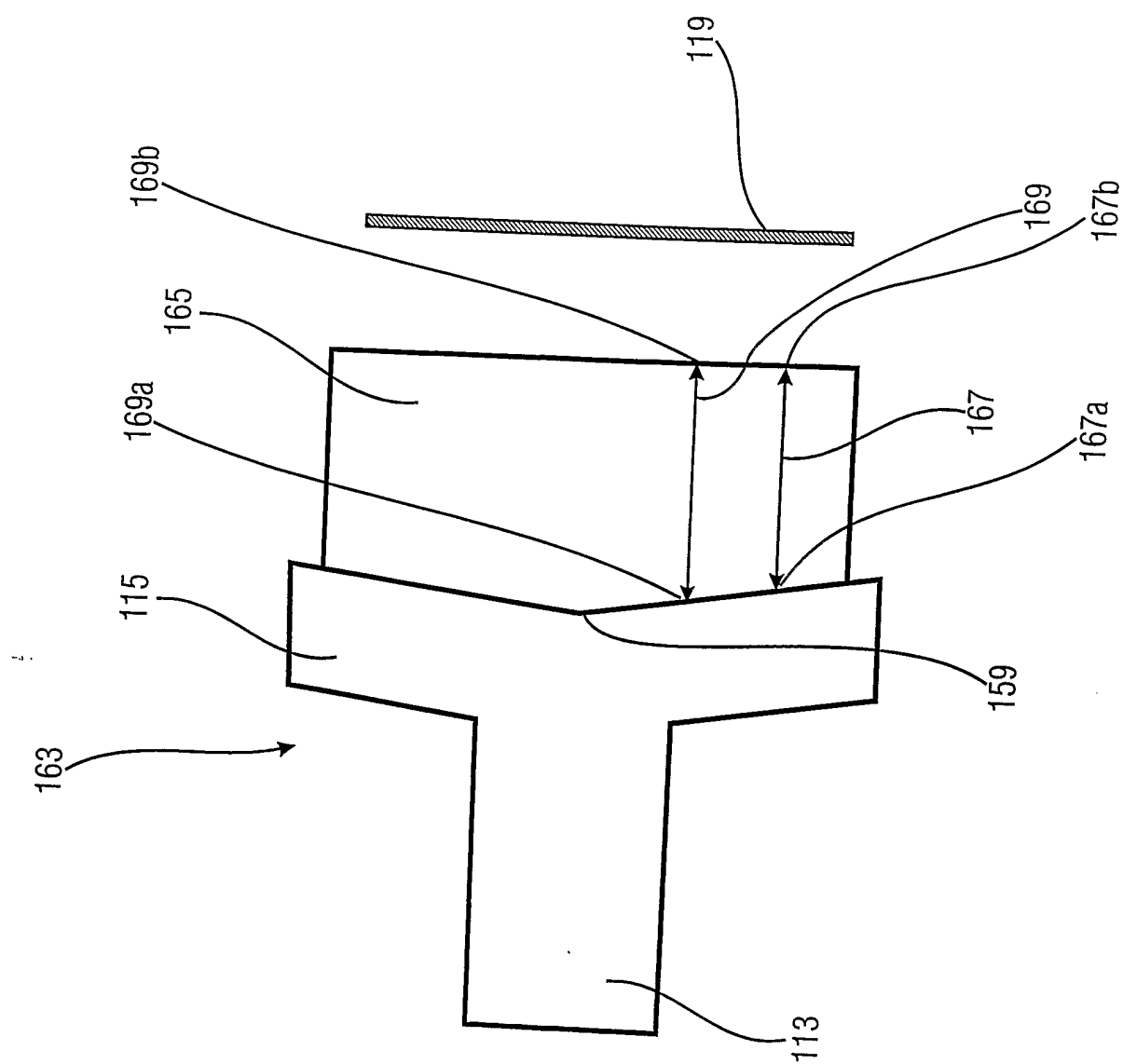


FIGURE 2B



FIGUR 3





FIGUR 5

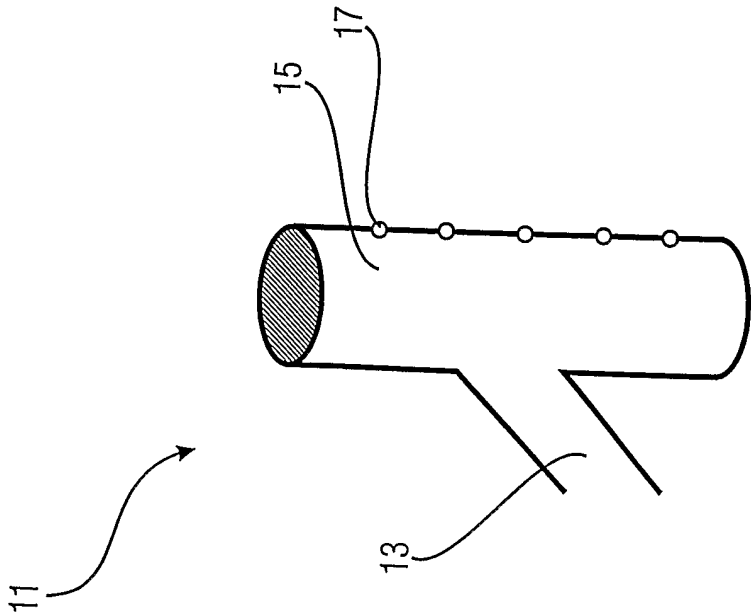


FIGURE 6A

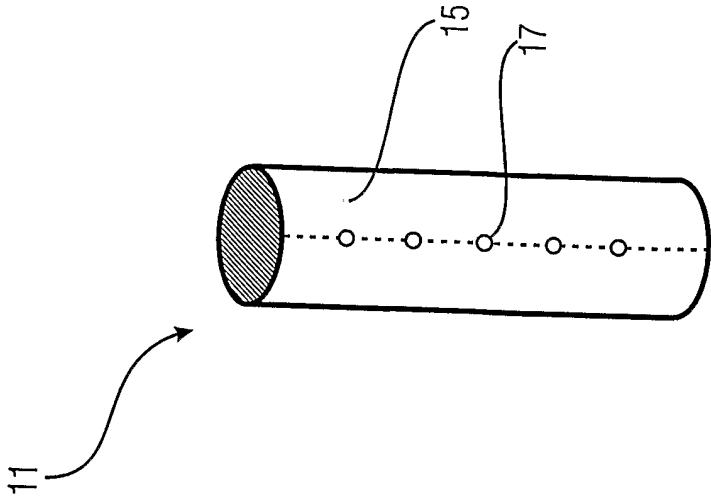
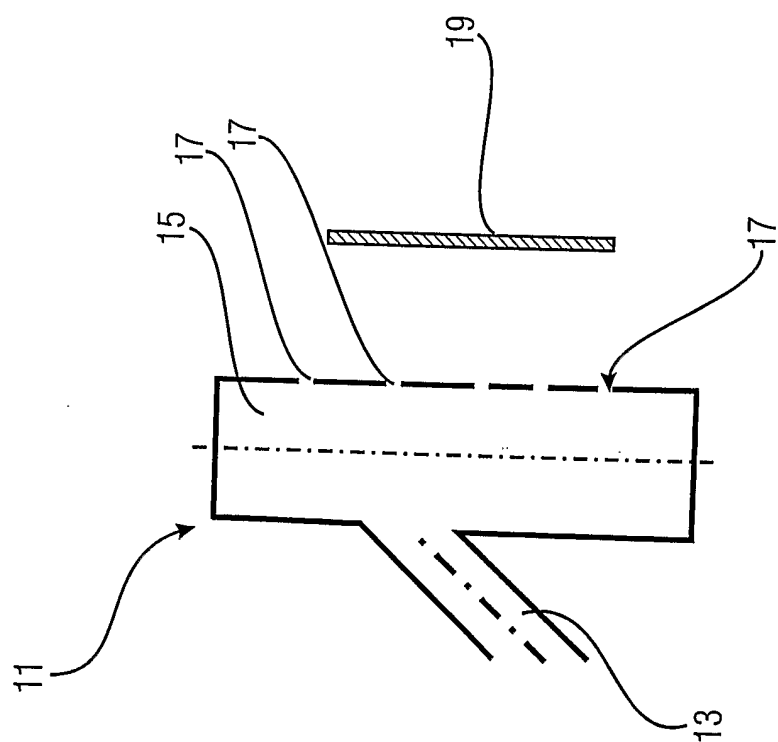


FIGURE 6B



FIGUR 6C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2005/011706

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C23C14/00

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

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, CHEM ABS Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 202 591 B1 (WITZMAN MATTHEW R ET AL) 20 March 2001 (2001-03-20) the whole document	1-19
X	US 6 416 292 B1 (LIEHR MICHAEL) 9 July 2002 (2002-07-09) the whole document	1-19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

Date of the actual completion of the international search

2 March 2006

Date of mailing of the international search report

20/03/2006

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Patton, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2005/011706

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6202591	B1	20-03-2001	CA 2350319 A1	18-05-2000
			CN 1320172 A	31-10-2001
			EP 1135542 A2	26-09-2001
			JP 2003502494 T	21-01-2003
			LV 12724 A	20-09-2001
			WO 0028103 A2	18-05-2000
			US 2001021455 A1	13-09-2001
			US 2001011524 A1	09-08-2001
US 6416292	B1	09-07-2002	CH 694688 A5	15-06-2005
			DE 19921744 A1	16-11-2000
			JP 2001003171 A	09-01-2001
			TW 500821 B	01-09-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/011706

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

C23C14/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C23C

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

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

EPO-Internal, CHEM ABS Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 202 591 B1 (WITZMAN MATTHEW R ET AL) 20. März 2001 (2001-03-20) das ganze Dokument	1-19
X	US 6 416 292 B1 (LIEHR MICHAEL) 9. Juli 2002 (2002-07-09) das ganze Dokument	1-19

☐

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

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

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

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

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

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

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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. März 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/03/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Patton, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/011706

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6202591	B1	20-03-2001	CA	2350319 A1	18-05-2000
			CN	1320172 A	31-10-2001
			EP	1135542 A2	26-09-2001
			JP	2003502494 T	21-01-2003
			LV	12724 A	20-09-2001
			WO	0028103 A2	18-05-2000
			US	2001021455 A1	13-09-2001
			US	2001011524 A1	09-08-2001
US 6416292	B1	09-07-2002	CH	694688 A5	15-06-2005
			DE	19921744 A1	16-11-2000
			JP	2001003171 A	09-01-2001
			TW	500821 B	01-09-2002