

(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. Oktober 2012 (18.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/139714 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C23C 14/24 (2006.01) C30B 25/14 (2006.01)
C30B 19/06 (2006.01) C23C 14/26 (2006.01)
C30B 23/06 (2006.01) C23C 14/30 (2006.01)
C23C 14/56 (2006.01)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRAUN, Wolfgang**
[DE/DE]; Weingartweg 12, 74321 Bietigheim-Bissingen
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/001424

(74) Anwalt: **HERTZ, Oliver**; V. Bezold & Partner,
Akademiestraße 7, 80799 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. März 2012 (30.03.2012)

(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.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 016 814.1
12. April 2011 (12.04.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **CreaTec Fischer & Co. GmbH** [DE/DE];
Industriestrasse 9, 74391 Erligheim (DE).

(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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EVAPORATOR CELL CLOSURE DEVICE FOR A COATING PLANT

(54) Bezeichnung : VERDAMPFERZELLEN-VERSCHLUSSEINRICHTUNG FÜR EINE BESCHICHTUNGSANLAGE

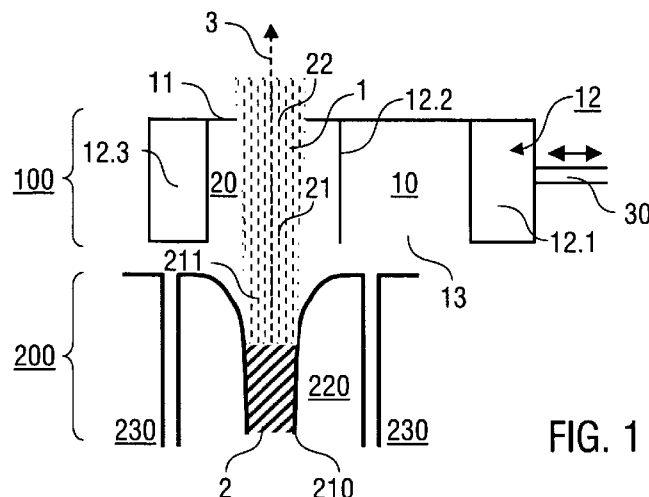


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a closure device (100) for an evaporator cell (200), comprising a cover plate (11) that is movable relative to the evaporator cell, that forms a barrier for a vapor stream (1) coming from the evaporator cell in a shut-off position and that releases the vapor stream (1) in an open position. Said closure device also comprises a side wall arrangement (12), which laterally shields an environment of the evaporator cell from the vapor stream (1) and is connected to the cover plate (11), such that a collecting chamber (10) and a flow chamber (20) are formed. The collecting chamber (10) is open at a collecting opening (13) on a lower face of the closure device, is closed on an upper face by the cover plate (11) and is installed such that in the shut-off position the vapor stream (1) enters the collecting chamber (10) through the collecting opening (13), and the flow chamber (20) is open on the lower face at an inlet opening (21) and on the upper face at an outlet opening (22) of the cover plate (11) and is installed such that in the open position the vapor stream (1) passes through the inlet and outlet openings. The invention further relates to an evaporator cell, to a coating plant and a method for the operation thereof.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/139714 A1



TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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)

Eine Verschlusseinrichtung (100) für eine Verdampferzelle (200) umfasst eine Deckplatte (11), die relativ zu der Verdampferzelle beweglich ist, in einer Sperrposition für einen aus der Verdampferzelle austretenden Dampfstrahl (1) eine Barriere bildet und in einer Öffnungsposition den Dampfstrahl (1) freigibt, und eine Seitenwandanordnung (12), die eine Umgebung der Verdampferzelle seitlich vom Dampfstrahl (1) abschirmt und mit der Deckplatte (11) verbunden ist, so dass eine Sammelkammer (10) und eine Durchflussskammer (20) gebildet werden, wobei die Sammelkammer (10) an einer Unterseite der Verschlusseinrichtung an einer Auffangöffnung (13) offen, an einer Oberseite durch die Deckplatte (11) geschlossen und eingerichtet ist, dass in der Sperrposition der Dampfstrahl (1) durch die Auffangöffnung (13) in die Sammelkammer (10) eintritt, und die Durchflussskammer (20) an der Unterseite an einer Eintrittsöffnung (21) und an der Oberseite an einer Austrittsöffnung (22) der Deckplatte (11) offen und eingerichtet ist, dass in der Öffnungsposition der Dampfstrahl (1) durch die Eintritts- und Austrittsöffnungen durchtritt. Es werden auch eine Verdampferzelle, eine Beschichtungsanlage und ein Verfahren zu deren Betrieb beschrieben.

**Verdampferzellen-Verschlusseinrichtung
für eine Beschichtungsanlage**

5

Die Erfindung betrifft eine Verschlusseinrichtung für eine Verdampferzelle, insbesondere einen Verschluss (Shutter) für eine Effusionszelle. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine mit der Verschlusseinrichtung ausgestattete Verdampferzelle
10 und eine Beschichtungsanlage, die mindestens eine Verdampferzelle enthält, die mit der Verschlusseinrichtung ausgestattet ist. Anwendungen der Erfindung sind beim Betrieb von Beschichtungsanlagen zur Herstellung dünner Schichten, insbesondere Molekularstrahlepitaxie-Anlagen (MBE-Anlagen) gegeben.
15

Beschichtungsanlagen umfassen allgemein eine Dampfquelle (oder: Verdampferzelle), insbesondere eine Effusionszelle, zur Erzeugung eines Dampfstrahls von Verdampfungsgut und eine
20 Substrathalterung zur Aufnahme eines zu beschichtenden Substrats. Das Substrat wird mit einem bestimmten Arbeitsabstand von der Dampfquelle angeordnet, so dass Atome oder Moleküle aus dem Dampfstrahl auf dem Substrat kondensieren oder chemisch reagieren und eine Schicht bilden. Das Verdampfungsgut
25 kann allgemein fest, flüssig oder gasförmig sein, wobei typischerweise unabhängig vom Aggregatzustand des Verdampfungsguts und der Art der Bereitstellung des Verdampfungsguts im gas- oder dampfförmigen Zustand von einer Dampfquelle und einem Dampfstrahl gesprochen wird. Die Beschichtung des Sub-
30 strats erfolgt typischerweise unter Vakuumbedingungen, insbesondere unter Ultrahochvakuum (UHV), kann aber auch z. B. in einem Inertgas realisiert werden.

- Herkömmliche Beschichtungsanlagen sind vorwiegend so ausgeführt, dass die Verdampferzelle einen geringen Arbeitsabstand vom Substrat, einen breiten Abstrahlwinkel des Dampfstrahls und einen großen Anstellwinkel relativ zur Normalen der Beschichtungsebene (Substratebene) aufweist, um bei möglichst geringem Volumen der Beschichtungsanlage Substrate mit möglichst großem Durchmesser und möglichst viele Verdampferzellen mit großem Volumen verwenden zu können.
- 5
- 10 Um die Bedingungen eines Beschichtungsprozesses, insbesondere die Schichtdicke oder die Schichtfolge, steuern zu können, ist jede Verdampferzelle mit einem Verschluss ausgestattet. Ein herkömmlicher Verschluss 100', der beispielhaft in Figur 13 (Stand der Technik) gezeigt ist, umfasst eine Deckplatte
- 15 11', die relativ zu einer Verdampferzelle 200' beweglich ist. Die Deckplatte 11' kann über der Mündungsöffnung der Verdampferzelle 200' positioniert sein (Sperrposition), um eine Barriere für den aus der Verdampferzelle 200' austretenden Dampfstrahl zu bilden (siehe insbesondere Figur 13A). Des
- 20 Weiteren kann die Deckplatte 11' von der Verdampferzelle 200' zurückgezogen werden, um in einer Öffnungsposition den austretenden Dampfstrahl freizugeben. Die Bewegung zwischen der Sperrposition und der Öffnungsposition erfolgt z. B. mit einem Antrieb über ein Koppелеlement 30', das für eine Vor-
- 25 schubbewegung entlang des Doppelpfeils (siehe Figuren 13A, 13B) vorgesehen ist. Des Weiteren ist die herkömmliche Verdampferzelle 200' mit einer Seitenwand 12' ausgestattet, welche die Strahlrichtung der Verdampferzelle 200' von mehreren Seiten umgibt, um eine Umgebung der Verdampferzelle 200' vom
- 30 austretenden Dampfstrahl abzuschirmen.

Herkömmliche Verschlüsse für Verdampferzellen, z. B. gemäß Figur 13, haben eine Reihe von Nachteilen. In der Sperrposition setzt sich Verdampfungsgut an der Unterseite der Deck-

platte 11' ab. Festes Verdampfungsgut kann eine dicke Schicht bilden, welche den Verschluss behindert oder blockiert. Flüssiges Verdampfungsgut tropft von der Deckplatte 11' ab, so dass die Umgebung der Verdampferzelle 200' beschichtet oder deren Funktion beeinträchtigt wird. Dieselben Probleme ergeben sich für die Trennwand 12', mit der ein seitliches Übersprechen zwischen benachbarten Verdampferzellen unterbunden werden soll. Beschichtete Trennwände können ebenfalls den Verschluss blockieren oder die Funktion der Verdampferzelle beeinträchtigen. Des Weiteren ist von Nachteil, dass die Trennwand 12' die Strahlrichtung des Dampfstrahls radial nicht allseitig umgeben kann, da ein Freiraum für die Betätigung der Deckplatte 11' mit dem Koppелеlement 30' freigehalten werden muss (siehe Figur 13B). Aufgrund dieser Lücke und aufgrund einer beschränkten Wirksamkeit der übrigen Trennwand 12' kann sich Material an den Innenwänden der Beschichtungsanlage jenseits der Trennwand 12' absetzen. Um dieses Material zu entfernen, muss die Beschichtungsanlage vollständig geöffnet und komplett zerlegt werden, was lange Wartungszeiten zur Folge hat.

Ein weiterer wichtiger Nachteil der herkömmlichen Technik ergibt sich aus starken Temperaturänderungen (so genannte "Shutter-Transienten"), die beim Öffnen oder Schließen des Verschlusses auftreten. Die thermische Abstrahlung an der Mündungsöffnung der Verdampferzelle 200' in Strahlrichtung ändert sich in Abhängigkeit von der Anordnung der Deckplatte 11' in der Sperrposition oder der Öffnungsposition. In der Sperrposition wird Wärmestrahlung in die Verdampferzelle 200' rückreflektiert, so dass sich das Verdampfungsgut stärker erwärmt als in der Öffnungsposition. Im Ergebnis bilden sich bei der Betätigung des Verschlusses unerwünschte Schwankungen der Verdampfungsrate, die ggf. durch eine Steuerung der Heizleistung der Verdampferzelle kompensiert werden müssen.

Weitere Verschlüsse für Verdampferzellen sind aus JP 2009-256705 A, DE 20 2005 015 618 U1, JP 2008-081771 A und EP 1 788 112 A1 bekannt. Diese Verschlüsse, die sich durch einen komplexeren Aufbau als in Figur 13 auszeichnen, sind lediglich konfiguriert, um die Barrierewirkung in der Sperrposition zu beeinflussen.

Die oben genannten Nachteile sind für Beschichtungsanlagen besonders kritisch, die für einen hohen Materialdurchsatz vorgesehen sind, wie dies insbesondere in der kommerziellen Halbleiterbauelementfertigung der Fall ist. Je größer die Menge des verdampften Materials ist, desto kritischer ist die oben genannte Materialabscheidung auf der Unterseite der Deckplatte, an der Trennwand und an anderen Innenwänden der Beschichtungsanlage und die Bildung des Shutter-Transienten. So wächst mit der Größe der Verdampferzelle die Abhängigkeit der Abstrahlcharakteristik des Dampfstrahls vom Füllstand in der Verdampferzelle und gleichzeitig die unerwünschte Auswirkung des Shutter-Transienten. Um Änderungen der Abstrahlcharakteristik oder der Verdampfungsrate zu kompensieren, sind bisher empirische Ansätze auf der Grundlage von Versuchsreihen erforderlich, deren Zuverlässigkeit sich jedoch in der Praxis als beschränkt erwiesen hat.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine verbesserte Verschlusseinrichtung für eine Verdampferzelle bereitzustellen, mit der Nachteile herkömmlicher Verschlüsse von Verdampferzellen überwunden werden. Die Verschlusseinrichtung soll insbesondere unerwünschte Materialabscheidungen minimieren und/oder den Shutter-Transienten verringern. Die Aufgabe der Erfindung ist es auch, eine mit einer verbesserten Verschlusseinrichtung ausgestattete Verdampferzelle und eine verbesserte Beschichtungsanlage bereitzustellen.

Diese Aufgaben werden durch eine Verschlusseinrichtung, eine Verdampferzelle und eine Beschichtungsanlage mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Gemäß einem ersten Gesichtspunkt der Erfindung wird eine Verschlusseinrichtung für eine Verdampferzelle (Effusionszelle) bereitgestellt, die eine Deckplatte und eine mit der Deckplatte fest verbundene Seitenwandanordnung umfasst. Die Deckplatte und die Seitenwandanordnung bilden ein in einer Beschichtungsanlage bewegliches Bauteil, das insbesondere relativ zu der Verdampferzelle beweglich und in einer Sperrposition sowie in einer Öffnungsposition positionierbar ist. In der Sperrposition ist die Verschlusseinrichtung konfiguriert, dass die Deckplatte für einen aus der Verdampferzelle austretenden Dampfstrahl eine Barriere bildet. In der Öffnungsposition ist die Verschlusseinrichtung angepasst, einen Dampfstrahl aus der Verdampferzelle freizugeben, d.h. einen Durchlass für den Dampfstrahl zu bilden. Die mit der Deckplatte fest verbundene Seitenwandanordnung umfasst Seitenwände, die von der Deckplatte abstehen. Die Seitenwände der Seitenwandanordnung erstrecken sich in einer Richtung, die von der Ausdehnung der Deckplatte abweicht. Typischerweise ist eine ebene Deckplatte vorgesehen, während die Seitenwandanordnung, d.h. die Seitenwände der Seitenwandanordnung senkrecht zu der Deckplatte ausgerichtet sind. Die Verschlusseinrichtung hat eine Oberseite und eine Unterseite. Die Oberseite ist beim Gebrauch der Verschlusseinrichtung eine von der Verdampferzelle wegweisende Seite, während die Unterseite zur Verdampferzelle gerichtet ist. Typischerweise ist beim Gebrauch der Verschlusseinrichtung, insbesondere bei deren Verbindung mit einer in einer Beschichtungsanlage stehenden Halterung oder

Antriebseinrichtung, zumindest eine Komponente der Oberflächennormalen der Oberseite vertikal entgegengesetzt zur Gravitationsrichtung ausgerichtet, während zumindest eine Komponente der Oberflächennormalen der Unterseite vertikal in Gravitationsrichtung weist. Alternativ kann die Ausrichtung für einen Überkopfbetrieb der Verdampferzelle umgekehrt sein.

Gemäß der Erfindung ist die Seitenwandanordnung mit der Deckplatte so verbunden, dass zwei Kammern gebildet werden. Erstens bildet die Seitenwandanordnung mit der Deckplatte eine Sammelkammer. Die Sammelkammer ist ein einseitig offener Raum, der an der Oberseite der Verschlusseinrichtung durch die Deckplatte und im Übrigen durch Seitenwände der Seitenwandanordnung begrenzt wird. An der Unterseite ist eine Auffangöffnung vorgesehen. Die Sammelkammer ist auf der Unterseite der Verschlusseinrichtung offen und geeignet, dass in der Sperrposition der Verschlusseinrichtung der Dampfstrahl durch die Auffangöffnung in die Sammelkammer eintritt. Somit ist die erfindungsgemäße Verschlusseinrichtung eingerichtet, in Bezug auf eine Verdampferzelle so positioniert zu werden, dass sich die Auffangöffnung der Sammelkammer in der Strahlrichtung des Dampfstrahls befindet, der aus einer Mündungsöffnung der Verdampferzelle austritt. Vorteilhafterweise kann sich der Dampfstrahl im Inneren der Sammelkammer sammeln und insbesondere niederschlagen, so dass ein Transport des Verdampfungsgutes hin zum Substrat blockiert ist.

Zweitens wird durch die Seitenwandanordnung mit der Deckplatte eine Durchflussskammer gebildet. Die Durchflussskammer ist ein zweiseitig geöffneter Raum, der an der Oberseite der Verschlusseinrichtung durch die Deckplatte und im Übrigen durch Seitenwände der Seitenwandanordnung begrenzt wird. An der Unterseite ist die Durchflussskammer mit einer Eintrittsöffnung offen. Zur Eintrittsöffnung gegenüberliegend weist die Deck-

platte in der Durchflussskammer eine Austrittsöffnung auf, so dass ein Dampfstrahl durch die Durchflussskammer durchgeleitet werden kann. Somit ist die erfindungsgemäße Verschlusseinrichtung geeignet, in der Öffnungsposition so über einer Verdampferzelle positioniert zu werden, dass ein aus der Mündungsöffnung der Verdampferzelle austretender Dampfstrahl entlang der Strahlrichtung der Verdampferzelle durch die Durchflussskammer ungehindert zu einer Substrathalterung und insbesondere einem Substrat durchtreten kann.

10

Die erfindungsgemäße Verschlusseinrichtung hat den Vorteil, dass der Anteil von Verdampfungsgut minimiert wird, der sich auf Innenwänden oder anderen Teilen der Beschichtungsanlage parasitär abscheidet. Die Deckplatte und die Seitenwandanordnung der Verschlusseinrichtung sind so angeordnet, dass sich möglichst alles parasitär (d.h. nicht auf dem Substrat) abgeschiedene Verdampfungsgut in oder auf einem beweglichen Teil in der Beschichtungsanlage abscheidet. Die Verschlusseinrichtung kann leicht ausgetauscht werden, so dass der Aufwand zur Beseitigung des parasitär abgeschiedenen Verdampfungsguts minimiert wird. Im Ergebnis verkürzen sich die Wartungszeiten der Beschichtungsanlage, und die Standzeit zwischen den Wartungsintervallen verlängert sich.

25

Die erfindungsgemäße Verschlusseinrichtung ist ein dreidimensionaler, z. B. kastenförmiger Zellenverschluss. Sie bietet mit der an der Oberseite vorgesehenen Deckplatte die selbe Funktion wie der herkömmliche Verschluss (z. B. gemäß Figur 13A). Durch eine Bewegung relativ zu der fest eingebauten Verdampferzelle, z. B. eine lineare Bewegung in Längsrichtung der Anordnung der beiden Kammern oder eine Schwenkbewegung, wird die Verschlusseinrichtung zwischen der Sperrposition und der Öffnungsposition verstellt. In der Öffnungsposition gibt die Verschlusseinrichtung den Fluss des Verdampfungsguts aus

30

der darunter liegenden Verdampferzelle frei, so dass dieser im Bereich der zu bedampfenden Fläche das zu bedampfende Substrat ungehindert erreichen kann. In der Sperrposition hingegen wird der Fluss des Verdampfungsguts unterbrochen, und das Verdampfungsgut lagert sich auf den der Verdampferzelle zugewandten Innenflächen der Verschlusseinrichtung, insbesondere auf den Innenflächen der Deckplatte und der Seitenwandanordnung in der Sammelkammer ab.

10 Im Vergleich zum herkömmlichen Verschluss hat in der Sperrposition die den Dampfstrahl unterbrechende Fläche, d.h. die Deckplatte, einen größeren Abstand von der Mündungsöffnung der Verdampferzelle. Eine Betätigung der Verschlusseinrichtung, d.h. eine Bewegung der Verschlusseinrichtung führt somit zu einer verringerten Rückkopplung auf das thermische Verhalten der Verdampferzelle. Der Shutter-Transient wird verringert oder vernachlässigbar klein. Des Weiteren wird durch die Seitenwände der Seitenwandanordnung ein seitliches Entweichen des Dampfstrahls aus der Verschlusseinrichtung

15 verhindert. Die Seitenwandanordnung übernimmt somit die Funktion der Trennwände, die beim herkömmlichen Verschluss zwischen den Verdampferzellen fixiert sind, ist jedoch gemäß der Erfindung Teil der beweglichen Verschlusseinrichtung.

25 Die erfindungsgemäße Verschlusseinrichtung hat die folgenden weiteren Vorteile. Verdampfungsgut, das aus der Verdampferzelle austritt, während sich die Verschlusseinrichtung in der Sperrposition befindet, kann in der Sammelkammer gesammelt und während der Wartung der Beschichtungsanlage zusammen mit

30 der Verschlusseinrichtung entnommen werden. Zur Entfernung parasitären Verdampfungsgutes muss nicht wie bisher ein großflächiger Zugang zur Beschichtungsanlage geschaffen werden, da ein mechanisches oder chemisches Entfernen abgeschiedenen

Verdampfungsgutes aus der Beschichtungsanlage nicht erforderlich ist.

Des Weiteren wird im Öffnungszustand der Verschlusseinrichtung der Anteil des Verdampfungsguts, der die Verdampferzelle in eine Richtung verlässt, die nicht auf das Substrat gerichtet ist, ebenfalls an Seitenwänden der Seitenwandanordnung aufgefangen. Auch in der Öffnungsposition wird die Bildung parasitärer Abscheidungen in der Beschichtungsanlage vermieden. Das in der Durchflussskammer abgeschiedene Material kann ebenfalls während der Wartung zusammen mit der Verschlusseinrichtung aus der Beschichtungsanlage entnommen werden. Des Weiteren erfüllt die Austrittsöffnung in der Deckplatte an der Oberseite der Durchflussskammer eine Blendenfunktion. Die Austrittsöffnung kann so geformt und dimensioniert werden, dass sie den Dampfstrahl des Verdampfungsguts so einschränkt, dass nur direkt von der Verdampferzelle zum Substrat sich in gerader Linie bewegendes Dampf (z. B. Atome, Moleküle) durchgelassen wird. Dadurch wird der neben dem Substrat liegende Bereich im Inneren der Beschichtungsanlage von einer Abscheidung mit Verdampfungsgut geschützt.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen, dreidimensionalen Verschlusseinrichtung werden um so größer, je größer der Arbeitsstand von der Verdampferzelle zum Substrat ist. Dabei wird der Öffnungswinkel der Verdampferzelle bei gleich bleibender Substratgröße (zu bedampfende Fläche) sowie ihr Winkel zur Normalen der zu bedampfenden Fläche kleiner. Damit kann die Verschlusseinrichtung in Strahlrichtung (Längsachse der Zelle) größer werden, wodurch sich die Vorteile der erfindungsgemäßen Verdampferzelle verstärken.

Gemäß einem zweiten Gesichtspunkt der Erfindung wird die oben genannte Aufgabe durch eine Verdampferzelle gelöst, die mit

einer Verschlusseinrichtung gemäß dem oben genannten ersten Gesichtspunkt der Erfindung ausgestattet ist. Die Verschlusseinrichtung ist relativ zu der Verdampferzelle beweglich angeordnet. Da die Seitenwandanordnung der Verschlusseinrichtung die Funktion der herkömmlichen Trennwände zwischen Verdampferzellen übernimmt, kann eine erfindungsgemäße Verdampferzelle im Vergleich zur herkömmlichen Technik mit einem verringerten Abstand von einer weiteren Verdampferzelle oder anderen Einbauten in der Beschichtungsanlage angeordnet werden. Somit kann die Zahl der Verdampferzellen in einer gegebenen Beschichtungsanlage vergrößert und/oder das Innenvolumen der Beschichtungsanlage verringert werden.

Gemäß einem dritten Gesichtspunkt der Erfindung wird die oben genannte Aufgabe durch eine Beschichtungsanlage, insbesondere eine MBE-Anlage gelöst, die mindestens eine Verdampferzelle enthält, die mit der Verschlusseinrichtung gemäß dem oben genannten ersten Gesichtspunkt der Erfindung ausgestattet ist. Vorzugsweise ist die Beschichtungsanlage mit mindestens einer Antriebseinrichtung ausgestattet, mit der die Verschlusseinrichtung der mindestens einen Verdampferzelle relativ zu der Verdampferzelle beweglich, z. B. linear verschiebbar oder verschwenkbar ist.

Einen weiteren Gegenstand der Erfindung stellt ein Verfahren zur Beschichtung eines Substrats in einer Beschichtungsanlage dar, bei dem die Verschlusseinrichtung gemäß dem oben genannten ersten Gesichtspunkt der Erfindung verwendet wird. Das Verfahren zeichnet sich insbesondere durch zwei Betriebsphasen der Beschichtung aus. In einer ersten Betriebsphase befindet sich die Verschlusseinrichtung in der Sperrposition, so dass ein Austritt des Dampfstrahls aus der Verdampferzelle unterbunden ist. In dieser Betriebsphase erfolgt keine Beschichtung des Substrats oder eine Beschichtung des Substrats

aus einer benachbarten Verdampferzelle. In einer zweiten Betriebsphase ist die Verschlusseinrichtung in der Öffnungsposition angeordnet, so dass der Dampfstrahl des Verdampfungsguts von der Verdampferzelle auf das Substrat gerichtet ist und sich das Verdampfungsgut auf dem Substrat niederschlägt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Seitenwandanordnung an einer Unterseite der Verschlusseinrichtung eine Bodenplatte aufweisen, die sich über die Unterseite von mindestens einer der Sammelkammer und der Durchflussskammer erstreckt. Die Bodenplatte bildet auf der Unterseite der Verschlusseinrichtung eine Abgrenzung der Kammer(n), wobei in der Bodenplatte jeweils entsprechend die Auffangöffnung der Sammelkammer und/oder die Eintrittsöffnung der Durchflussskammer gebildet ist. Die Bodenplatte erstreckt sich vorzugsweise über die Ausdehnung beider Kammern. Vorteilhafterweise wird durch die Bodenplatte, welche die Auffangöffnung und/oder die Eintrittsöffnung umgibt, eine weitere Auffangfläche geschaffen, auf der sich Teile des Dampfstrahls nach einer eventuellen Rückreflektion hin zur Verdampferzelle niederschlagen oder auf die Teile des in den Kammern niedergeschlagenen Verdampfungsguts herabfallen können. Somit kann eine unerwünschte Verunreinigung der Verdampferzelle oder deren Umgebung vermieden werden.

Die Rückhaltefunktion der Bodenplatte kann weiter verbessert werden, wenn gemäß einer weiteren Variante der Erfindung mindestens eine von der Auffangöffnung der Sammelkammer und der Eintrittsöffnung der Durchflussskammer mit einem Rückhaltering ausgestattet ist. Der Rückhaltering ist ein Vorsprung, der entlang des Randes der Auffangöffnung oder der Eintrittsöffnung verläuft und in das Innere der Sammel- oder Durchflussskammer ragt. Vorteilhafterweise wird somit auf der Innenseite der Kammern an der Bodenplatte ein Rückhaltevolumen gebildet,

mit dem sowohl festes als auch flüssiges Verdampfungsgut zuverlässig gesammelt werden kann.

Alternativ kann die Verschlusseinrichtung angepasst sein,
5 dass in der Sammelkammer und/oder der Durchflussskammer niedergeschlagenes Verdampfungsgut in die Verdampferzelle zurückgeleitet wird. Die Rückleitung von Verdampfungsgut ist bei Verdampfung von flüssigem Material besonders einfach. Bei dieser Variante der Erfindung ist die Bodenplatte in mindestens einer der beiden Kammern mit einer Leiteinrichtung versehen,
10 mit der Verdampfungsgut an der Bodenplatte entsprechend zu der Auffangöffnung oder zu der Eintrittsöffnung geleitet werden kann. Das zu der Auffangöffnung oder zu der Eintrittsöffnung geleitete Verdampfungsgut kann dann unter
15 der Wirkung der Schwerkraft in die Verdampferzelle fallen oder tropfen. Die Leiteinrichtung umfasst z. B. eine relativ zu der Horizontalen hin zu der jeweiligen Öffnung geneigte Fläche. Vorteilhafterweise werden durch die Rückführung des Verdampfungsguts in die Verdampferzelle die Effektivität der
20 Nutzung des Verdampfungsguts und die Standzeit der Beschichtungsanlage erheblich verbessert.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann eine gezielte Ableitung von niedergeschlagenem Verdampfungsgut auch in anderen Teilen der Kammer vorgesehen
25 sein. Beispielsweise kann an der Deckplatte in der Sammelkammer und/oder der Durchflussskammer eine Abtropfeinrichtung vorgesehen sein, mit der an der Deckplatte aufgefangenes Verdampfungsgut jeweils entsprechend zu der Bodenplatte, zu der
30 Auffangöffnung und/oder zu der Eintrittsöffnung geleitet wird. Beim Abtropfen über der Auffangöffnung und/oder Eintrittsöffnung kann das Verdampfungsgut direkt in die Verdampferzelle zurückgeführt werden. Beim Abtropfen auf die Bodenplatte kann das Verdampfungsgut an dieser, ggf. unter Verwen-

dung des Rückhalterings, gesammelt oder unter Verwendung der Leiteinrichtung ebenfalls in die Verdampferzelle rückgeführt werden.

5 Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist es, dass die Anwendung der Verschlusseinrichtung nicht auf Verdampferzellen für festes oder flüssiges Verdampfungsgut beschränkt ist. Die Erfindung kann auch mit Verdampferzellen angewendet werden, mit denen bei der Betriebstemperatur in der Beschichtungsanlage
10 gasförmiges Verdampfungsgut zum Substrat geleitet wird. Das gasförmige Verdampfungsgut kann z. B. nach einer chemischen Reaktion mit weiteren Substanzen auf dem Substrat eine Schicht bilden. Zur Steuerung einer Verdampferzelle für gasförmiges Verdampfungsgut ist die Sammelkammer der Verschlusseinrichtung vorzugsweise mit einer Pumpeinrichtung verbunden.
15 Von der Sammelkammer führt eine Hohlleitung zu der Pumpeinrichtung, die in der Beschichtungsanlage fest installiert sein kann. Die Hohlleitung ist z. B. in eine Halterung oder ein Koppellement der Verschlusseinrichtung integriert, so
20 dass vorteilhafterweise auch mit der Verbindung mit der Pumpeinrichtung eine kompakte Bauform erreicht wird.

Gemäß einer weiteren, vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Verschlusseinrichtung mit einem Koppellement
25 ausgestattet, das der mechanischen Verbindung der Verschlusseinrichtung mit einem Teil der Beschichtungsanlage, insbesondere mit der Antriebseinrichtung in der Beschichtungsanlage dient. Das Koppellement ist für eine lösbare Fixierung der Verschlusseinrichtung in der Beschichtungsanlage eingerichtet.
30 Es ist vorzugsweise ein Koppellement mit einer Rast- oder Flanschverbindung vorgesehen. Damit wird vorteilhafterweise ein leichter Austausch der Verschlusseinrichtung für Wartungszwecke erhalten. Die Verschlusseinrichtung kann z. B.

auf einem abnehmbaren Flansch montiert werden, der ohne großen Aufwand abgenommen und wieder montiert werden kann.

Vorteilhafterweise kann die erfindungsgemäße Verschlusseinrichtung des Weiteren für eine Beschickung der Verdampferzelle verwendet werden. Hierzu umfasst die Verschlusseinrichtung gemäß einer weiteren Variante der Erfindung eine Trichter-
kammer, die zu einer der Sammel- und Durchflussskammern benachbart angeordnet ist. Die Verschlusseinrichtung kann in eine Füllposition relativ zu der Verdampferzelle bewegt werden, wobei in der Füllposition Verdampfungsgut durch die Trichter-
kammer in die Verdampferzelle gefüllt werden kann. Die Trichter-
kammer umfasst einen zweiseitig offenen Raum, der durch die Deckplatte und die Seitenwandanordnung sowie optional
auch die Bodenplatte begrenzt wird. Die Deckplatte und ggf.
die Bodenplatte enthalten Öffnungen, durch die Verdampfungsgut in die Verdampferzelle geleitet werden kann. Die Innenwände der Seitenwandanordnung bilden eine sich hin zur Unterseite der Verschlusseinrichtung verjüngende Trichteröffnung,
durch die ein zuverlässiges Einleiten von Verdampfungsgut in die Mündungsöffnung der Verdampferzelle erleichtert wird.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung in der Öffnungsposition über einer Verdampferzelle;

Figur 2: eine schematische Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung in

der Sperrposition über einer Verdampferzelle;

Figur 3: eine schematische Schnittansicht einer Durchflussskammer einer erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung;

Figur 4: eine grafische Darstellung einer Abstrahlcharakteristik einer Verdampferzelle;

Figur 5: eine schematische Schnittansicht einer weiteren Durchflussskammer einer weiteren erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung;

Figuren 6 und 7: schematische Schnittansichten einer Sammelkammer einer erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung;

Figuren 8 und 9: schematische Schnittansichten weiterer Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung;

Figur 10: eine schematische Perspektivansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung, bei der die Sammelkammer mit einer Pumpeinrichtung verbunden ist;

Figur 11: eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung, die mit einer Trichterkammer ausgestattet ist;

Figur 12: eine schematische Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage; und

Figur 13: schematische Illustrationen eines herkömmlichen Verschlusses einer Verdampferzelle (Stand der Technik).

5

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden unter beispielhaftem Bezug auf eine Verschlusseinrichtung an einer Effusionszelle in einer MBE-Anlage beschrieben, wobei die Verschlusseinrichtung für eine Linearbewegung relativ zu der Verdampferzelle eingerichtet ist und ein Dampfstrahl aus der Verdampferzelle vertikal nach oben gerichtet ist. Es wird betont, dass die Ausführung der Erfindung nicht auf die Anwendung in der MBE-Anlage und die Linearbewegung beschränkt, sondern in gleicher Weise in anderen Beschichtungsanlagen und/oder mit einer Schwenkbewegung (Rotation) der Verschlusseinrichtung möglich ist. Des Weiteren ist die Ausführung der Erfindung mit einer Verdampferzelle möglich, deren Strahlrichtung relativ zur Vertikalen geneigt ist oder die über Kopf, d. h. mit einem vertikal nach unten gerichteten Dampfstrahl betrieben wird. Mit anderen Worten, die in den Figuren horizontal ausgerichtete Verschlusseinrichtung kann relativ zur Horizontalen geneigt betrieben werden. Die Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden unter Bezug auf Einzelheiten der Verschlusseinrichtung beschrieben.

25 Einzelheiten der Verdampferzelle, der MBE-Anlage und der Verfahren zu deren Betrieb werden nicht beschrieben, soweit diese von herkömmlichen Beschichtungstechniken bekannt sind.

Die Figuren illustrieren die erfindungsgemäße Verschlusseinrichtung in schematischen, nicht maßstabsgerechten Darstellungen. In der praktischen Umsetzung der Erfindung können insbesondere die Größen- und Winkelbeziehungen in Abhängigkeit von den Anwendungsbedingungen und insbesondere für eine

30

Optimierung der Sammel- und Abschirmfunktion der Verschlusseinrichtung gewählt sein.

Die in Figur 1 in schematischer Schnittansicht illustrierte erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung 100 umfasst eine Deckplatte 11 und eine Seitenwandanordnung 12 mit drei Seitenwänden 12.1, 12.2 und 12.3. Die Seitenwandanordnung 12 ist an der Deckplatte 11 befestigt, wobei durch die Seitenwände 12.1, 12.2 und 12.3 eine Sammelkammer 10 und eine Durchflussskammer 20 gebildet werden. Die Sammelkammer 10 wird durch die Seitenwände 12.1 und 12.2 und einen geschlossenen Teilbereich der Deckplatte 11 begrenzt. Die Durchflussskammer 20 wird durch die Seitenwände 12.2 und 12.3 und einen mit einer Austrittsöffnung 22 geöffneten Teilbereich der Deckplatte 11 begrenzt. Zusätzlich werden die Sammel- und Durchflussskammern 10, 20 durch vordere und hintere Seitenwände begrenzt, die parallel zur Zeichenebene verlaufen und in Figur 1 nicht gezeigt sind (siehe Seitenwände 12.4, 12.5 der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform). Auf der zur Deckplatte 11 entgegengesetzten Seite (Unterseite der Verschlusseinrichtung 100) sind die Sammel- und Durchflussskammern jeweils entsprechend an einer Auffangöffnung 13 und einer Eintrittsöffnung 21 offen.

Die Verschlusseinrichtung 100 hat somit die Form eines dreidimensionalen Kastens (Quaderform), der sich in einer Längsausdehnung der Verschlusseinrichtung erstreckt und durch die Seitenwandanordnung 12 in die Sammel- und Durchflussskammern 10, 20 unterteilt ist. Mit der Seitenwandanordnung 12 ist ein Koppellement 30 verbunden, mit dem die Verschlusseinrichtung 100 an einer Antriebseinrichtung (nicht dargestellt, siehe Figuren 10, 12) fixierbar ist. Das Koppellement 30 dient der Halterung der Verschlusseinrichtung 100 und deren Bewegung relativ zur Verdampferzelle 200.

Die Verdampferzelle 200, die schematisch und nur in Teilen
gezeigt ist, umfasst einen Tiegel 210 mit einer Tiegelheizung
220 und einem Kühlmantel 230. Der Tiegel 210 ist zur Aufnahme
5 von festem oder flüssigem Verdampfungsgut 2 eingerichtet. Die
Heizung 220 kann als elektrische Widerstandsheizung und/oder
als Elektronenstrahlheizung konfiguriert sein, wie von her-
kömmlichen Verdampferzellen bekannt ist. Der Kühlmantel 230
ist für eine passive oder aktive Kühlung und zur Abschirmung
10 der Umgebung des Tiegels 210 und der Heizung 220 gegenüber
abgestrahlter Wärme eingerichtet.

Bei Betätigung der Heizung 220 wird das Verdampfungsgut 2 er-
wärmt, bis es durch Verdampfung oder Sublimation in den
15 dampfförmigen Zustand überführt wird und durch die Mündungs-
öffnung 211 des Tiegels 210 nach außen austritt. Die Bewegung
des dampfförmigen Verdampfungsguts als Dampfstrahl 1 (in Fi-
gur 1 schematisch gezeigt, siehe auch Figur 3) folgt einer
vorbestimmten Strahlrichtung 3, wobei durch die Geometrie des
20 Tiegels 210 und die gegenseitigen Stöße der Atome oder Mole-
küle im Dampfstrahl 1 eine bestimmte Verdampfercharakteristik
(Raumbereich, in den das verdampfte Material strömt) gebildet
wird.

25 Die Verschlusseinrichtung 100 ist relativ zur Verdampferzelle
200 beweglich angeordnet und in einer Öffnungsposition (in
Figur 1 dargestellt) oder in einer Sperrposition (in Figur 2
dargestellt) positionierbar. In der Öffnungsposition befindet
sich die Durchflussskammer 20 in Strahlrichtung 3 über der
30 Mündungsöffnung 211 des Tiegels 210, so dass der Dampfstrahl
1 des Verdampfungsguts durch die Eintrittsöffnung 21 an der
Unterseite der Verschlusseinrichtung 100 in die Durchfluss-
kammer 20 eintreten und an der Austrittsöffnung 22 die Durch-
flussskammer 20 in Richtung Substrat (nicht dargestellt) ver-

lassen kann. In der Öffnungsposition werden Teile des Dampfstrahls 1, die seitliche Bereiche der Verdampfercharakteristik bilden, von den Seitenwänden 12.2, 12.3 und der Innenseite der Deckplatte 11 in der Umgebung der Austrittsöffnung 22 aufgefangen. Die Austrittsöffnung 22 bildet eine Blende für die Verdampfercharakteristik, die so geformt ist, dass nur ein vorbestimmter Teil des Dampfstrahls 1 auf das Substrat gerichtet wird und unerwünschte Niederschläge in der Umgebung der Verdampferzelle und des Substrats im Inneren der Beschichtungsanlage vermieden werden. Die Austrittsöffnung 22 ist z. B. kreisförmig, während die Auffang- und Eintrittsöffnungen 13, 21 rechteckig sind.

In der Sperrposition ist die Verschlusseinrichtung 100 so angeordnet, dass die Sammelkammer 10 über der Mündungsöffnung 211 des Tiegels 210 positioniert ist. Ein aus dem Tiegel 210 austretender Dampfstrahl 1 wird vollständig von der Sammelkammer 10 aufgenommen. Das Verdampfungsgut wird auf den Innenseiten der Sammelkammer 10, d.h. auf den Seitenwänden 12.1, 12.2 und der Deckplatte 11 abgeschieden, so dass ein unerwünschter Niederschlag in der Umgebung der Verdampferzelle oder anderen Teilen der Beschichtungsanlage vermieden wird.

Die Verschlusseinrichtung 100 wird aus einem Metall- oder Keramik-Material aufgebaut. Es ist jedes Material verwendbar, das eine ausreichende Temperaturstabilität aufweist und insbesondere bei der Betriebstemperatur der Verschlusseinrichtung 100 weder eine geometrische Deformation noch eine Freisetzung von Verunreinigungen zeigt. Für Hochtemperatur-Verdampferzellen, deren Betriebstemperatur z. B. 2000 °C beträgt, besteht die Verschlusseinrichtung 100 vorzugsweise aus Tantal- oder Wolfram-Blech. Bei Verdampferzellen mit niedrigeren Betriebstemperaturen, wie z. B. Verdampferzellen für

organische Materialien, kann die Verschlusseinrichtung 100 aus Stahl oder Glas gebildet sein.

Die Dimensionierung der Verschlusseinrichtung 100 kann in Ab-
5 hängigkeit von den Bedingungen der konkreten Anwendung der Erfindung gewählt werden. Beispielsweise sind die Auffangöffnung 13 bzw. die Eintrittsöffnung 21 so dimensioniert, dass sie den aus der Mündungsöffnung 211 des Tiegels 210 austretenden Dampfstrahl vollständig aufnehmen können. Die Länge
10 der Seitenwände 12.1, 12.2 und 12.3, d.h. die Höhe der Verschlusseinrichtung 100 in Strahlrichtung 3 wird so gewählt, dass die an der Innenseite der Deckplatte 11 in der Sammelkammer 10 auftretende Rückreflektion von Wärmestrahlung die Temperatur im Tiegel 210 nicht oder vernachlässigbar wenig
15 beeinflusst. Die Seitenwände 12.1 und 12.3 sind dicker als die Seitenwand 12.2 und z. B. hohl gebildet. In einem konkreten Beispiel kann die Verschlusseinrichtung 100 für eine Verdampferzelle 200 mit einem Durchmesser der Mündungsöffnung 211 von z. B. 2 cm die folgenden Dimensionen aufweisen: Höhe
20 der Verschlusseinrichtung 100 in Strahlrichtung 2: 5 cm, und Grundfläche der Sammel- und Durchflussskammern 10, 20: 3 cm · 6 cm, Abstand der Unterseite der Seitenwandanordnung 12 von der Verdampferzelle 200: 5 mm.

25 Figur 2 illustriert eine Verschlusseinrichtung 100 in schematischer Perspektivansicht. Die Verschlusseinrichtung 100 hat die oben beschriebene Kastenform, die durch die Seitenwände 12.1, 12.3, 12.4 und 12.5 und die Deckplatte 11 gebildet und im Inneren durch eine weitere Seitenwand (12.2 in Figur 1) in
30 die Sammelkammer 10 und die Durchflussskammer 20 unterteilt ist. Figur 2 illustriert die Sperrposition, in der sich die Sammelkammer 10 über der Mündungsöffnung 211 des Tiegels 210 der Verdampferzelle 200 befindet, so dass austretendes,

dampfförmiges Verdampfungsgut in der Sammelkammer 10 aufgefangen wird.

Die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Verschlusseinrichtung 100 zeichnet sich durch einen besonders einfachen Aufbau der Kastenform aus. Die Sammel- und Durchflussskammern 10, 20 sind entlang der Längsausdehnung der Verschlusseinrichtung nebeneinander angeordnet. Die Struktur mit einer einstückigen Deckplatte 11, die sich über die gesamte Oberseite der Verschlusseinrichtung 100 erstreckt und mit ebenen Seitenwänden kann abgewandelt werden, indem z. B. eine mehrteilige Deckplatte mit verschiedenen, miteinander verbundenen Wandelementen zum Verschluss der Kammern und/oder gekrümmte Seitenwände vorgesehen sind. Weitere abgewandelte Merkmale der Verschlusseinrichtung werden im Folgenden unter Bezug auf die Figuren 3, 5 und 6 bis 11 beschrieben.

Figur 3 illustriert die Durchflussskammer 20 einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung 100 in schematischer Schnittansicht (senkrecht zur Längsausdehnung der Verschlusseinrichtung). Die Durchflussskammer 20 wird durch die Seitenwände 12.4, 12.5, die Deckplatte 11 und zusätzlich durch eine Bodenplatte 14 begrenzt. Die Bodenplatte 14 ist an der Unterseite, d.h. an der zur Verdampferzelle 200 weisenden Seite der Verschlusseinrichtung 100 vorgesehen und mit der Eintrittsöffnung 21 ausgestattet. In der Öffnungsposition der Verschlusseinrichtung 100 sind die Eintrittsöffnung 21 in der Bodenplatte 14 und die Austrittsöffnung 22 in der Deckplatte 11 so angeordnet, dass Verdampfungsgut 2 als Dampfstrahl 1 aus dem Tiegel 210 der Verdampferzelle 200 mit der gegebenen Strahlrichtung 3 durch die Durchflussskammer 20 hindurchtreten kann. Die Eintrittsöffnung 21 und die Austrittsöffnung 22 sind z. B. kreisförmig.

Die Bodenplatte 14 besitzt eine Doppelfunktion. Erstens wird die Eintrittsöffnung 21 der Durchflussskammer mit einem vorbestimmten Durchmesser bereitgestellt. Des Weiteren kann sich auf der Innenseite der Bodenplatte 14 Material anlagern, das z. B. nach einer Mehrfachreflektion in der Durchflussskammer 20 deponiert wird oder von einer Deposition 4 an der Innenseite der Deckplatte 11 herabfällt. Derart aufgefangenes Material ist beispielhaft mit dem Bezugszeichen 5 illustriert. Die Bodenplatte 14 kann zur Abgrenzung der Unterseite der Verschlusseinrichtung 100 ausschließlich bei der Durchflussskammer 20 oder bei beiden Kammern 10, 20 (siehe Figuren 8, 9) oder ausschließlich bei der Sammelkammer 10 vorgesehen sein.

Die Ausführungsform gemäß Figur 3 ist besonders gut für die Verdampfung von sublimierendem Verdampfungsgut oder Verdampfungsgut mit hohem Schmelzpunkt geeignet. Anstelle einer parasitären Beschichtung von Teilen der Beschichtungsanlage außerhalb der Verdampferzelle wird mit der erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung 100 das Verdampfungsgut beim Verdampfen im Inneren der Durchflussskammer 20 aufgefangen. Das Verdampfungsgut schlägt sich in fester Form an den Innenseiten der Durchflussskammer 20 nieder. Um eine möglichst hohe Standzeit der Verschlusseinrichtung 100 zwischen zwei Wartungsvorgängen zu gewährleisten, wird das innere Volumen der Durchflussskammer 20 (und entsprechend auch der Sammelkammer 10) in Abhängigkeit von den konkreten Anwendungsbedingungen maximiert. Somit kann sich insbesondere in der gezeigten Durchflussskammer 20 viel Verdampfungsgut niederschlagen, wobei die Eintritts- und Austrittsöffnungen 21, 22 nicht oder nur vernachlässigbar verkleinert werden.

In Figur 3 ist die Bildung einer Verdampfungsgut-Deposition 4 auf der Innenseite der Deckplatte 11 in einem konkreten Beispiel schematisch illustriert. Die Dimensionierung der Ein-

tritts- und Austrittsöffnungen 21, 22 erfolgt auf der Grundlage der folgenden Betrachtungen. Entsprechend dem Abstrahlwinkel aus dem Tiegel 210 und der Ausdehnung des Verdampfungsguts 2 im Tiegel 210 (Flächigkeit der Quelle) wird die Eintrittsöffnung so dimensioniert, dass sich kein Verdampfungsgut auf der Unterseite der Verschlusseinrichtung 100 niederschlagen kann. Des Weiteren kann die Deposition 4 am Rand der Austrittsöffnung 22 in einem schrägen Winkel zur Mitte der Durchflussskammer 20 hin wachsen. Dieses Wachstum wird bei der Dimensionierung der Austrittsöffnung 22 berücksichtigt. Aus dem Fassungsvermögen der Durchflussskammer 20 und der sich daraus ergebenden Standzeit kann eine Dicke der Belegung der Innenseite der Deckplatte 11 in Strahlrichtung 3 ermittelt werden. Aus dem Abstrahlwinkel und der Dicke der Belegung ergibt sich eine Abschätzung, welchen Durchmesser die Austrittsöffnung 22 haben muss, um auch am Ende eines Verdampfungszyklus noch eine vollständige Abscheidung des Verdampfungsguts auf dem Substrat zu gewährleisten.

Bei dieser Abschätzung kann der Beitrag einer indirekten Emission von Verdampfungsgut von den vorderen Innenseiten des Tiegels 210 vernachlässigt werden, da dieser erfahrungsgemäß vernachlässigbar klein ist im Vergleich zum Beitrag der direkten Emission des Verdampfungsguts 2. Dies ist in Figur 4 am Beispiel einer Simulation des Flusses von Verdampfungsgut 1 illustriert. Die Kurvendarstellung in Figur 4 zeigt die Abscheidung des Verdampfungsguts auf einem ebenen, senkrecht zur Tiegelachse angeordneten Substrat in Abhängigkeit vom Abstand von der Substratmitte. Die Abscheidung auf dem Substrat gliedert sich in drei Bereiche a, b und c. Im mittleren Bereich a, von dem aus die gesamte Oberfläche des Verdampfungsguts in der Verdampferzelle 200 sichtbar ist, ist die Beschichtungsrate annähernd gleichförmig, so dass eine gleichmäßige Abscheidung bzw. Schichtdicke erzielt wird. Im daran

sich anschließenden inneren Randbereich b, von dem aus ein Teil der Oberfläche des Verdampfungsguts in der Verdampferzelle 200 sichtbar ist, fällt die Beschichtungsrate stark und annähernd linear ab. Im sich daran anschließenden äußeren Randbereich c trifft nur noch indirekt von den Wänden des Tiegels 210 emittiertes Material auf dem Substrat ein. In diesem Bereich ist die Beschichtungsrate im Verhältnis zum inneren Bereich vernachlässigbar gering.

10 Die Durchflussskammer 20 einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung 100 ist in schematischer Schnittansicht (entlang der Längsrichtung der Verschlusseinrichtung) in Figur 5 illustriert. Die Durchflussskammer 20 wird, wie in Figur 3, durch die Seitenwände 12.4, 12.5, die Bodenplatte 14 mit der Eintrittsöffnung 21 und die 15 Deckplatte 11 mit der Austrittsöffnung 22 begrenzt. Zusätzlich ist an der Eintrittsöffnung 21 ein Rückhaltering (Kragen) 15 vorgesehen, mit dem an der Innenseite der Bodenplatte 14 ein Reservoir 14.1 für aufgefangenes Verdampfungsgut 6 geschaffen wird. Diese Ausführungsform der Erfindung ist besonders gut für die Verdampfung von flüssigem Verdampfungsgut 20 geeignet.

Bei Betrieb der Verdampferzelle 200 kann sich Verdampfungsgut 25 auf der Innenseite der Durchflussskammer 20 niederschlagen. Flüssiges Verdampfungsgut läuft innen an den Seitenwänden 12.4, 12.5 nach unten hin zur Bodenplatte 14. Im Reservoir 14.1 zwischen dem Rückhaltering 15 und den unteren Abschnitten der Seitenwände 12.4, 12.5 kann sich das flüssige Verdampfungsgut 6 sammeln. Die Höhe des Rückhalterings 15 in Strahlrichtung wird in Abhängigkeit von den konkreten Anwendungsbedingungen, insbesondere in Abhängigkeit von dem Volumen des flüssigen Verdampfungsguts 6, das in der Durchflussskammer 20 zurückgehalten werden soll, bestimmt. Zusätzlich 30

kann bei der Bemessung der Höhe des Rückhalterings 15 berücksichtigt werden, dass bei der Bewegung der Verschlusseinrichtung 100 ein Überfließen des flüssigen Verdampfungsguts 6 über den Rückhaltering 15 durch eine Wellenbildung vermieden wird.

Die zur Mitte der Eintrittsöffnung 21 weisende Seite des Rückhalterings 15 ist relativ zur Strahlrichtung 3 mit einem Öffnungswinkel α geneigt. Der Öffnungswinkel α ist so bemessen, dass der Rückhaltering 15 nicht von der Seite von Verdampfungsgut getroffen wird, die der Symmetrieachse des Tiegels 210 zugewandt ist. Der Öffnungswinkel α beträgt z. B. 20 °.

Figur 6 illustriert, dass die Bodenplatte 14 mit dem Rückhaltering 15 auch im Bereich der Sammelkammer 10 vorgesehen sein kann. Entsprechend wird die Sammelkammer 10 bei der in Figur 6 gezeigten Schnittdarstellung (quer zur Längsrichtung der Verschlusseinrichtung 100) durch die Seitenwände 12.4, 12.5, die geschlossene Deckplatte 11 und die Bodenplatte 14 mit der Auffangöffnung 13 begrenzt. Durch den Rückhaltering 15 wird ein Reservoir 14.1 an der Innenseite der Bodenplatte 14 zur Aufnahme des flüssigen Verdampfungsguts 6 geschaffen. Um eine gerichtete Bewegung von flüssigem Verdampfungsgut hin zu diesem Reservoir zu gewährleisten, ist die Sammelkammer 10 zusätzlich mit einer Abtropfeinrichtung 16 ausgestattet.

Die Abtropfeinrichtung 16 ist angepasst, an der Deckplatte 11 aufgefangenes Verdampfungsgut zu der Bodenplatte zu leiten. Alternativ kann die Funktion der Abtropfeinrichtung 16 sein, Verdampfungsgut zur Auffangöffnung 13 zu leiten (siehe Figur 7). Alternativ oder zusätzlich kann die Abtropfeinrichtung 16 auch in der Durchflussskammer 20 vorgesehen sein (siehe Figur 9).

Bei der Variante gemäß Figur 6 ist zur Bildung der Abtropfeinrichtung 16 die Innenseite der Deckplatte 11 geneigt angeordnet. Auf dieser Innenseite abgeschiedenes Material läuft gerichtet unter der Wirkung der Schwerkraft bis zu einer Abtropfkante 16.1, die sich oberhalb des Reservoirs auf der Innenseite der Bodenplatte 14 befindet. Von der Abtropfkante 16.1 können Tropfen 7 des flüssigen Verdampfungsguts in das Reservoir 14.1 fallen.

Figur 7 illustriert die alternative Variante, bei der die Abtropfeinrichtung 16 so gebildet ist, dass niedergeschlagenes Verdampfungsgut hin zu einer Abtropfspitze 16.2 oberhalb der Auffangöffnung 13 läuft und von dieser in Form von Tropfen 7 in den Tiegel 210 fällt. Gemäß Figur 7 ist die Abtropfeinrichtung 16 durch eine kegelförmige Innenseite der Deckplatte 11 gebildet. Die Spitze der kegelförmigen Innenseite bildet die Abtropfspitze 16.2, die mittig über der Mündungsöffnung 211 des Tiegels 210 angeordnet ist. Die Variante gemäß Figur 7 bietet Vorteile, wenn kein Wert auf die höchste Reinheit des Verdampfungsguts 2 gelegt werden muss und die Verschlusseinrichtung 100 aus einem in Bezug auf das Verdampfungsgut inerten, d.h. mit dem Verdampfungsgut nicht reagierenden, reinen Material hergestellt sein kann. Vorteilhafterweise wird dann die Materialausbeute der Verdampfung nahezu 100 % und die Standzeit der Verschlusseinrichtung praktisch unbegrenzt.

Das Abtropfen von der Abtropfeinrichtung 16 in den Tiegel 210 kann laufend vorgesehen sein, während sich die Verschlusseinrichtung 100 in der Sperrposition befindet. Wenn die Bewegung der Verschlusseinrichtung 100 in die Öffnungsposition vorgesehen ist, kann ein weiteres Abtropfen von der Abtropfspitze 16.2 störend sein. Um dies zumindest während der Bewegung oder dauerhaft zu verhindern, kann jeweils vor der Bewegung

der Verschlusseinrichtung 100 von der Sperr- in die Öffnungsposition (oder umgekehrt) eine kurzzeitige Schrittbewegung der Verschlusseinrichtung 100 mit wechselnder Bewegungsrichtung (kurze Hin- und Herbewegung der Verschlusseinrichtung) vorgesehen sein, durch die das Abtropfen des Verdampfungsguts gezielt ausgelöst wird.

Da ein Abtropfen von flüssigem Verdampfungsgut oder ein Abbrechen von festem Verdampfungsgut nicht ausgeschlossen werden kann, wenn sich die Sammelkammer 10 in der Öffnungsposition oder die Durchflussskammer 20 in der Sperrposition der Verschlusseinrichtung 100 neben dem Tiegel 210 der Verdampferzelle 200 befindet, kann die Verdampferzelle 200 zusätzlich mit Sammelbehältern 220 ausgestattet sein. Die Anordnung der Sammelbehälter 220 seitlich neben dem Tiegel 210 der Verdampferzelle ist in Figur 8 schematisch illustriert. Der Abstand der Sammelbehälter 220 vom Tiegel 210 ist gleich dem Abstand der Auffang- und Eintrittsöffnungen 13, 21 der Sammel- und Durchflussskammern 10, 20. Abweichend von der illustrierten Variante kann lediglich ein Sammelbehälter 220 auf der Seite des Tiegels 210 vorgesehen sein, an der sich die Sammelkammer 10 in der Öffnungsposition der Verschlusseinrichtung 100 befindet (in Figur 8 illustriert). Des Weiteren ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Sammelbehälter 220 durch bewegliche Tiegel oder Töpfe gebildet werden, welche durch eine Wartungsöffnung aus der Beschichtungsanlage entnommen oder ausgetauscht werden können.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann mindestens eine der Sammel- und Durchflussskammern 10, 20 mit einer Leiteinrichtung 17 ausgestattet sein, die angepasst ist, um an der Bodenplatte 14 niedergeschlagenes Verdampfungsgut hin zu der Auffangöffnung 13 der Sammelkammer 10 und/oder der Eintrittsöffnung 21 der Durchflussskammer 20 zu leiten. In Fi-

gur 9 ist beispielhaft eine Variante gezeigt, bei der beide Kammern 10, 20 jeweils mit einer Leiteinrichtung 17 ausgestattet sind. Zur Bildung der Leiteinrichtung 17 ist die Innenseite der Bodenplatte 14 um die Auffang- und Eintrittsöffnungen 13, 21 jeweils trichterförmig gebildet. Somit kann flüssiges Verdampfungsgut von der Leiteinrichtung 17 ablaufen und im Tiegel 210 der Verdampferzelle 200 aufgefangen werden. Zusätzlich kann am unteren Rand der jeweiligen Öffnung eine zylindrische oder trichterförmige Abtropfkante 17.1 vorgesehen sein, die beispielhaft an der Leiteinrichtung 17 der Durchflussskammer 20 in Figur 9 gezeigt ist. Die Abtropfkante 17.1 verhindert ein Verlaufen des Verdampfungsgutes entlang der Unterseite der Verschlusseinrichtung 100.

Da die Auffangöffnung 13 und die Eintrittsöffnung 21 typischerweise einen größeren Durchmesser als die Mündungsöffnung 211 des Tiegels 210 haben, befindet sich die Abtropfkante 17.1 an der Bodenplatte 14 außerhalb einer Verlängerung der Innenwände des Tiegels 210 (siehe 212 in Figur 9). Um dennoch eine sichere Aufnahme von Verdampfungsgut im Tiegel 210 zu gewährleisten, ist der Tiegel 210 an seiner Mündungsöffnung mit einer Randverbreiterung 213 ausgestattet. Die Randverbreiterung 213 umfasst einen Bereich des Tiegels 210, in dem der Durchmesser des Tiegels sich hin zur Mündungsöffnung 211 erweitert. Es ist z.B. ein trichterförmig sich von der Symmetrieachse des Tiegels 210 erweiternder Randbereich vorgesehen. Die Randverbreiterung 213 wird vorzugsweise zusätzlich geheizt, um ein Ablaufen von flüssigem Verdampfungsgut in den Tiegel 210 zu erleichtern. Hierzu ist in der Umgebung der Mündungsöffnung in der Randverbreiterung 213 eine Heizeinrichtung 214 vorgesehen.

Die erfindungsgemäße Verschlusseinrichtung 100 eignet sich insbesondere zur Steuerung des Flusses von gasförmigem Ver-

dampfungsgut. Wenn die Sammelkammer 10 mit einer Pumpeinrichtung 40 verbunden wird, kann gasförmiges Verdampfungsgut in der Sperrposition durch die Sammelkammer 10 abgepumpt werden. Diese Ausführungsform der Erfindung, die in schematischer
5 Perspektivansicht in Figur 10 illustriert ist, hat den besonderen Vorteil, dass sich ein großes Flussverhältnis zwischen den Öffnungs- und Sperrpositionen realisieren lässt, da das gasförmige Verdampfungsgut in der Sperrposition der Verschluss-
10 einrichtung 100 wirkungsvoll aus der Beschichtungsanlage abgepumpt werden kann.

Die Verschlusseinrichtung 100 umfasst die Sammelkammer 10 und die Durchflussskammer 20, die über ein Koppel-
15 element 30 mit einer Antriebseinrichtung 50 (schematisch dargestellt) in der Beschichtungsanlage verbunden sind. Die Durchflussskammer 20 befindet sich am freien Ende der Verschlusseinrichtung 100, während die Sammelkammer 10 mit dem Koppel-
20 element 30 verbunden ist. Das Koppel-
element 30 umfasst eine Hohlleitung, die sich von der Sammelkammer 10 bis zu der Pumpeinrichtung 40 erstreckt. Die Pumpeinrichtung 40 umfasst z.B. eine mit der Beschichtungsanlage verbundene Vakuumpumpe 41. Die An-
25 triebseinrichtung 50 umfasst z. B. einen Motorantrieb oder ein Gestänge, das von einem Motor außerhalb der Vakuumkammer der Beschichtungsanlage betrieben wird.

Gasförmiges Verdampfungsgut wird nicht aus einem Tiegel, sondern mittels einer Düse 215 in der Beschichtungsanlage bereitgestellt. In der Sammelkammer 10 befindet sich eine Leitwand 18, mit der das gasförmige Verdampfungsgut, das in der
30 gezeigten Sperrposition von der Düse 215 durch die Auffangöffnung 13 in die Sammelkammer 10 eintritt, hin zum Koppel-
element 30 umgelenkt wird. Die Leitwand 18 umfasst z.B. eine ebene, geneigt positionierte oder eine viertelkreisförmig gebogene Fläche, die den Gasstrom umleitet. In der Öffnungsposi-

sition strömt das gasförmige Verdampfungsgut durch die Eintritts- und Austrittsöffnungen 21, 22, der Durchflussskammer 20 zum Substrat. Abweichend von der Illustration in Figur 10 kann alternativ oder zusätzlich eine Verbindung von der

5 Durchflussskammer mit dem Koppellement bestehen. Vorteilhafterweise wird dadurch ermöglicht, innerhalb der Durchflussskammer abgelenktes Verdampfungsgut ebenfalls der Pumpeinrichtung zuzuführen.

10 Figur 11 illustriert eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung 100, bei der zusätzlich zu der Sammelkammer 10 und der Durchflussskammer 20 eine Trichter-
terkammer 60 vorgesehen ist. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung erfüllt die Verschlusseinrichtung 100 zusätzlich

15 die Funktion der Befüllung der Verdampferzelle 200 mit festem oder flüssigem Verdampfungsgut. Die Trichter-
terkammer 60 ist an die Sammel- oder Durchflussskammer 20 angrenzend angeordnet und mit einer inneren, trichterförmigen Oberfläche 61 gebil-
det. Die Verschlusseinrichtung 100 kann in eine Füllposition

20 (in Figur 11 gezeigt) bewegt werden, in der sich die Trichter-
terkammer 60 oberhalb der Verdampferzelle 200 befindet. In der Füllposition kann die Verdampferzelle 200 befüllt werden, indem Verdampfungsgut aus einer Nachfülleinrichtung (nicht
dargestellt) auf der Oberseite der Verschlusseinrichtung 100

25 in eine Trichteröffnung 62 gegeben wird. Durch die trichter-
förmige Oberfläche 61 in der Trichter-
terkammer 10 wird das Ver-
dampfungsgut mit hoher Genauigkeit zentriert in den Tiegel
210 der Verdampferzelle 200 eingebracht.

30 Vorteilhafterweise ermöglicht die Trichter-
terkammer 60, dass unter Vakuum Verdampfungsgut nachgefüllt werden kann, ohne dass
besonders hohe Anforderungen an die Präzision der Einstellung
der Nachfülleinrichtung gestellt werden. Durch die Trichter-

form ergibt sich eine hohe Toleranz gegen beim Schütten ggf. seitlich ausweichendes Verdampfungsgut.

Das Verdampfungsgut liegt für die Verwendung der Verschlusseinrichtung 100 gemäß Figur 11 z. B. in flüssiger Form oder als Granulat mit einer Korngröße unterhalb von 5 mm vor, so dass ein Verkeilen im Inneren der Trichterammer 60 vermieden wird. Um die Wahrscheinlichkeit eines Verkeilens weiter zu minimieren, ist die Trichterammer 60 im oberen Teil vorzugsweise mit einem großen Öffnungswinkel und im unteren Teil ebenfalls mit einem Öffnungswinkel gebildet. Des Weiteren kann die Nachfülleinrichtung mit einem Werkzeug zur Auflockerung von ggf. festsitzendem Verdampfungsgut ausgestattet sein.

Figur 12 illustriert in schematischer Schnittansicht eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage 300 mit einer Vakuumkammer 310. In der Vakuumkammer 310 ist mindestens eine Substrathalterung 320 angeordnet, die zur Aufnahme eines zu beschichtenden Substrats 8 eingerichtet ist. Des Weiteren sind in der Vakuumkammer 310 mehrere Verdampferzellen 200 angeordnet, die jeweils mit der erfindungsgemäßen Verschlusseinrichtung 100 ausgestattet sind. Die Vakuumkammer 310 weist einen Pumpenanschluss 330 zur Verbindung mit einer Vakuumpumpe (nicht dargestellt) und eine Schleuseneinrichtung auf. Die Schleuseneinrichtung umfasst mindestens eine Substratschleuse 341, die zur Überführung des Substrats 8 zwischen dem Inneren der Vakuumkammer 10 und der äußeren Umgebung eingerichtet ist. Des Weiteren kann mindestens eine Zusatzschleuse 342 vorgesehen sein, die für einen Zugriff in das Innere der Vakuumkammer 310, zum Beispiel zur Zuführung von Verdampfungsgut oder zur Abführung von Niederschlag aus der Verschlusseinrichtung konfiguriert ist. Es ist nicht zwingend erforderlich, für die Verschlusseinrichtungen 100

Schleusen vorzusehen. Es kann vielmehr ausreichend sein, die Verschlusseinrichtungen 100 von den Verdampferzellen 200 jeweils in Shuttereinheiten 343 zurückzuziehen, die mit der Wand der Vakuumkammer 310 verbunden sind und von denen die Zuführung von Verdampfungsgut von außen oder die Abführung von Niederschlag nach außen erfolgen. Die Shuttereinheiten 343 können z. B. gebildet sein, wie sie in der am Prioritätstag der vorliegenden Erfindung unveröffentlichten deutschen Patentanmeldung DE 10 2011 013 245 beschrieben sind.

10

Es wird betont, dass Figur 12 die Beschichtungsanlage 300 und deren Bestandteile lediglich schematisch illustriert. In einer konkreten Ausführungsform ist die Beschichtungsanlage 300 mit weiteren Anlagenteilen ausgestattet, wie es aus der herkömmlichen Beschichtungstechnik bekannt ist, wie z. B. mit Sensoren, Manipulatoren. Die Beschichtungsanlage 300 umfasst zum Beispiel eine MBE-Anlage.

15

Zum Betrieb der Beschichtungsanlage 300 werden die Verdampferzellen 200 mit Verdampfungsgut beschickt und das Substrat 8 an der Substrathalterung 320 fixiert. In der Vakuumkammer 310 wird ein reduzierter Betriebsdruck, z.B. Ultrahochvakuum eingestellt. Die Verdampferzellen 200 werden geheizt, so dass Verdampfungsgut jeweils in den gasförmigen Zustand überführt wird. Während des Heizens befinden sich die Verschlusseinrichtungen 100 in der Sperrposition, das heißt eventuell austretendes Verdampfungsgut wird in den Sammelkammern der Verschlusseinrichtungen 100 aufgefangen. Anschließend werden die Verschlusseinrichtungen 100 gemeinsam, gruppenweise oder einzelne aufeinander folgend bewegt, um mehrere oder einzelne Verdampferzellen 200 freizugeben. Die Verschlusseinrichtungen 100 werden in die Öffnungsposition bewegt, so dass der Dampfstrahl zum Substrat 8 strömen und das Verdampfungsgut auf dem Substrat 8 abgeschieden werden kann. Wenn zum Beispiel durch

20

25

30

eine visuelle Beobachtung, einen Sensor oder die Überwachung anderer Betriebsparameter festgestellt wird, dass eine der Verschlusseinrichtungen 100 vollständig mit parasitär abgeschiedenem Verdampfungsgut beladen ist, wird die betreffende Verdampferzelle 200 abgeschaltet. Wenn die Verdampferzelle 200 abgekühlt ist und kein weiteres Verdampfungsgut austritt, wird die Verschlusseinrichtung 100 von der Antriebseinrichtung 50 abgekoppelt und mit einem Manipulationswerkzeug (nicht dargestellt) durch die Schleuse 342 in die äußere Umgebung der Vakuumkammer 310 überführt. Nach einer Regeneration der Verschlusseinrichtung 100 (Entfernung des parasitär abgeschiedenen Verdampfungsguts) kann die Verschlusseinrichtung 100 wieder in der Beschichtungsanlage 300 verwendet werden.

Die in der Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

ANSPRÜCHE

- 5 1. Verschlusseinrichtung (100) für eine Verdampferzelle (200), umfassend:
- eine Deckplatte (11), die relativ zu der Verdampferzelle (200) beweglich und eingerichtet ist, in einer Sperrposition für einen aus der Verdampferzelle (200) austretenden Dampfstrahl (1) eine Barriere zu bilden und in einer Öffnungsposition den Dampfstrahl (1) freizugeben, und
 - eine Seitenwandanordnung (12), die eingerichtet ist, eine Umgebung der Verdampferzelle (200) seitlich vom Dampfstrahl (1) abzuschildern,
- 10 **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Seitenwandanordnung (12) mit der Deckplatte (11) verbunden ist, so dass eine Sammelkammer (10) und eine Durchflussskammer (20) gebildet werden, wobei
 - die Sammelkammer (10) an einer Unterseite der Verschlusseinrichtung (100) an einer Auffangöffnung (13) offen ist und an einer Oberseite der Verschlusseinrichtung (100) durch die Deckplatte (11) geschlossen ist und eingerichtet ist, dass in der Sperrposition der Dampfstrahl (1) durch die Auffangöffnung (13) in die Sammelkammer (10) eintritt, und
 - 20 - die Durchflussskammer (20) an der Unterseite an einer Eintrittsöffnung (21) und an der Oberseite an einer Austrittsöffnung (22) der Deckplatte (11) offen ist und eingerichtet ist, dass in der Öffnungsposition der Dampfstrahl (1) durch die Eintritts- und Austrittsöffnungen (22) durchtritt.
- 25
- 30
2. Verschlusseinrichtung gemäß Anspruch 1, bei der
- die Seitenwandanordnung (12) an einer Unterseite der Verschlusseinrichtung (100) mit einer Bodenplatte (14) verbunden

ist, in der mindestens eine der Auffangöffnung (13) und der Eintrittsöffnung (21) gebildet sind.

3. Verschlusseinrichtung gemäß Anspruch 2, bei der

- 5 - die Bodenplatte (14) an mindestens einer von der Auffangöffnung (13) und der Eintrittsöffnung (21) mit einem Rückhaltering (15) versehen ist, der jeweils die Auffangöffnung (13) oder die Eintrittsöffnung (21) umgibt.

10 4. Verschlusseinrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der

- die Deckplatte (11) in mindestens einer von der Sammelkammer (10) und der Durchflussskammer (20) mit einer Abtropfeinrichtung (16) versehen ist, die eingerichtet ist, an der
15 Deckplatte (11) aufgefangenes Verdampfungsgut zu der Auffangöffnung (13), zu der Bodenplatte (14) oder zu der Eintrittsöffnung (21) zu leiten.

20 5. Verschlusseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, bei der

- die Bodenplatte (14) in mindestens einer von der Sammelkammer (10) und der Durchflussskammer (20) mit einer Leiteinrichtung (17) versehen ist, die eingerichtet ist, an der Bodenplatte (14) aufgefangenes Verdampfungsgut zu der Auffang-
25 öffnung (13) oder zu der Eintrittsöffnung (21) zu leiten.

6. Verschlusseinrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der

- mindestens eine von der Sammelkammer (10) und der Durchflussskammer (20) mit einer Pumpeinrichtung (40) verbunden
30 ist.

7. Verschlusseinrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend

- ein Koppellement (30), das zur lösbaren Fixierung der Verschlusseinrichtung (100) in einer Beschichtungsanlage (300) eingerichtet ist.

5 8. Verschlusseinrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend

- eine Trichterkammer (60), die in einer Füllposition der Verschlusseinrichtung zum Einleiten von Verdampfungsgut (2) in die Verdampferzelle (200) eingerichtet ist.

10

9. Verdampferzelle (200), umfassend:

- einen Tiegel (210) zur Aufnahme von Verdampfungsgut (2),
und
- eine Verschlusseinrichtung (100) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

15

10. Verdampferzelle gemäß Anspruch 9, bei der

- der Tiegel (210) an einer Mündungsöffnung (211) eine Randverbreiterung (213) aufweist, an der sich der Durchmesser des
Tiegels (210) trichterförmig erweitert.

20

11. Beschichtungsanlage (300), umfassend:

- mindestens eine Verdampferzelle (200), die mit einer Verschlusseinrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8
ausgestattet ist.

25

12. Beschichtungsanlage gemäß Anspruch 11, umfassend

- eine Antriebseinrichtung (50), mit der die Verschlusseinrichtung (100) relativ zu der Verdampferzelle (200) beweglich
ist.

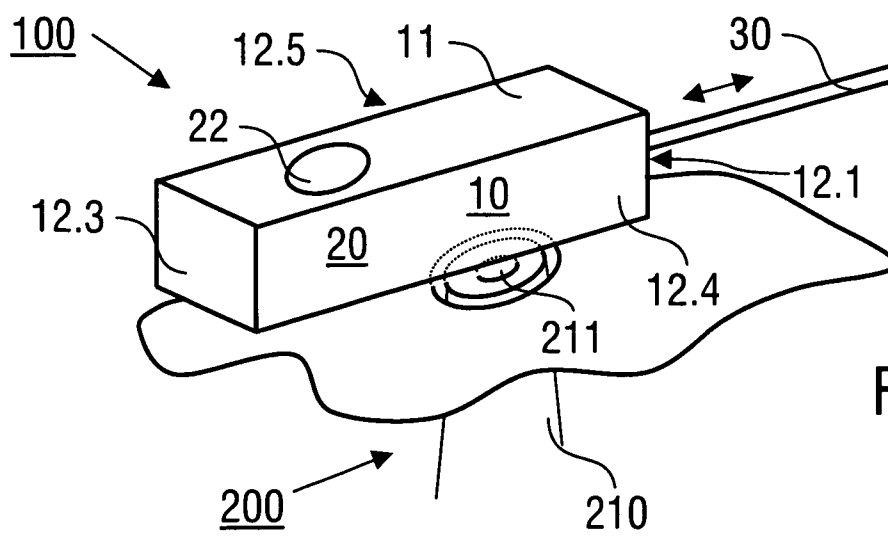
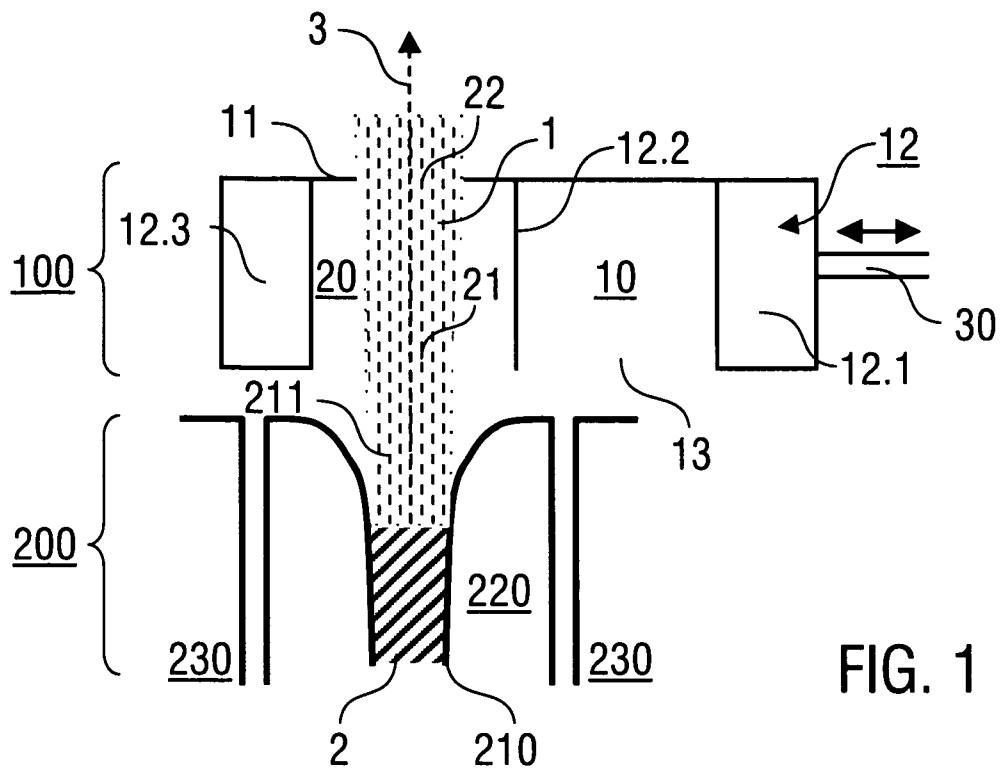
30

13. Verfahren zum Betrieb einer Beschichtungsanlage (300) mit mindestens einer Verdampferzelle (200), wobei die Ver-

schlusseinrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 verwendet wird, umfassend:

- eine Betriebsphase, in der die Verschlusseinrichtung (100) in der Sperrposition angeordnet ist, so dass ein Austritt des Dampfstrahls (1) aus der Verdampferzelle (200) unterbunden ist, und
- eine Betriebsphase, in der die Verschlusseinrichtung (100) in der Öffnungsposition angeordnet ist, so dass der Dampfstrahl (1) des Verdampfungsguts von der Verdampferzelle (200) auf ein Substrat (8) gerichtet ist und sich das Verdampfungsgut auf dem Substrat (8) niederschlägt.

14. Verwendung einer Verschlusseinrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 beim Betrieb einer Beschichtungsanlage (300).



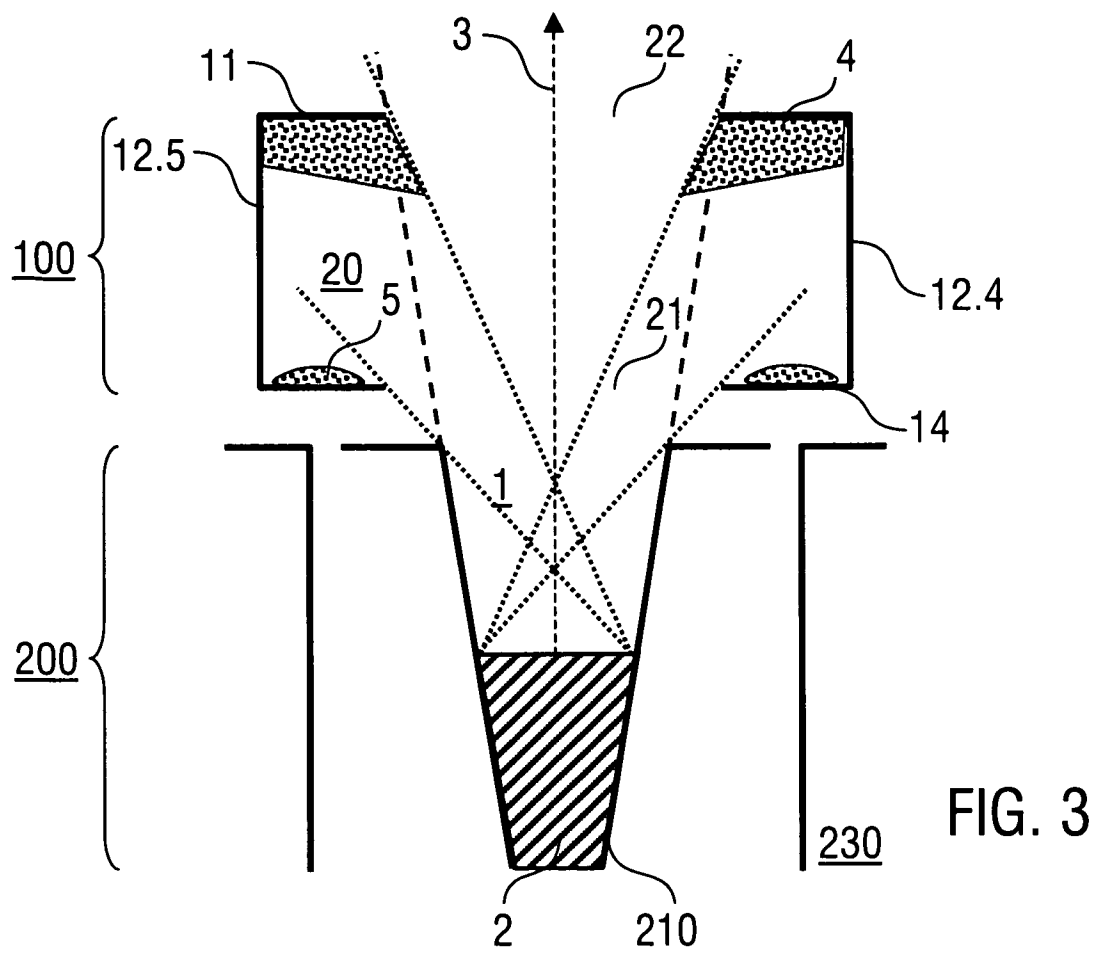


FIG. 3

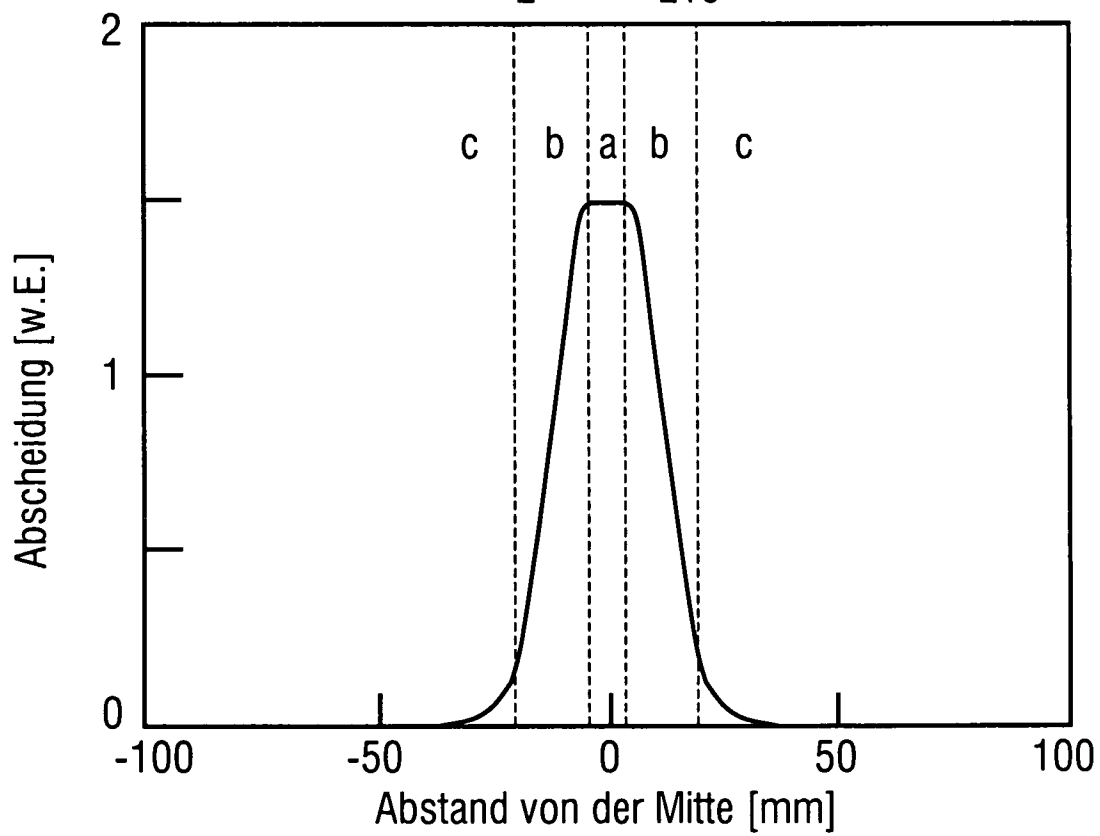
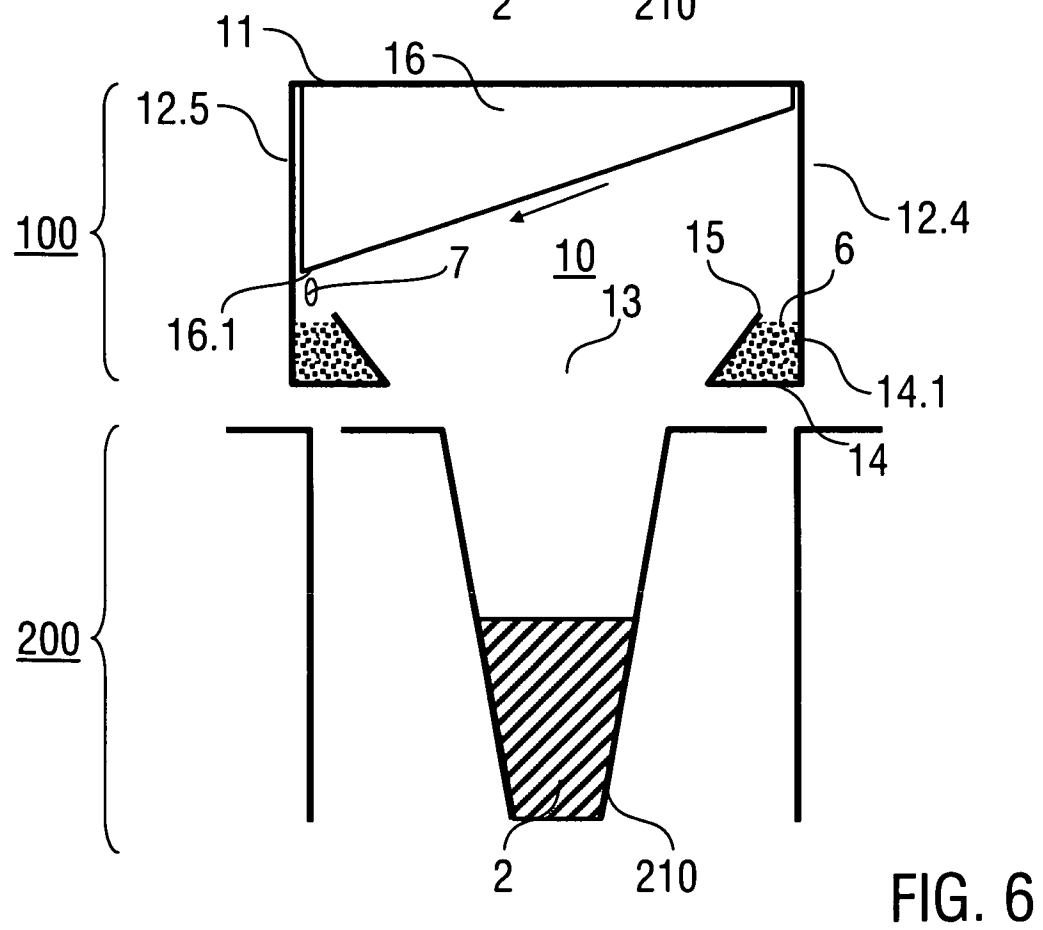
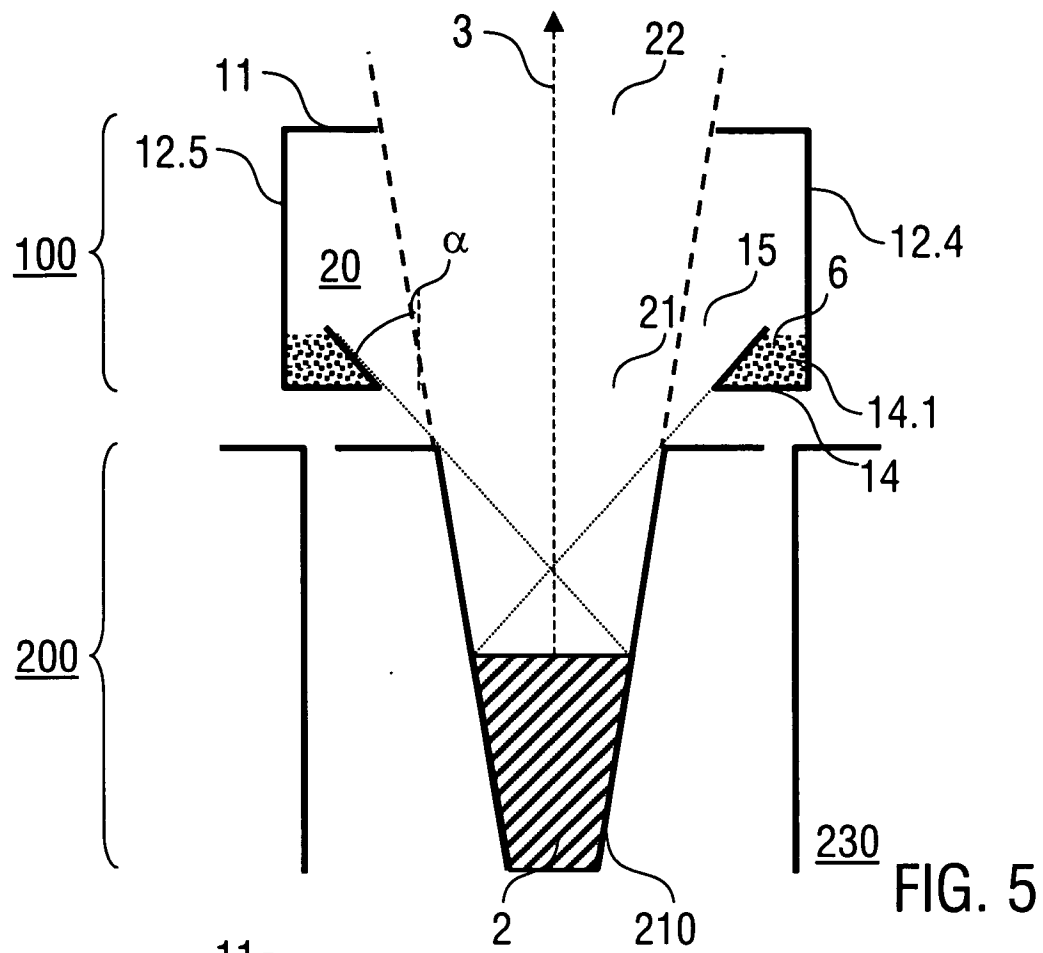
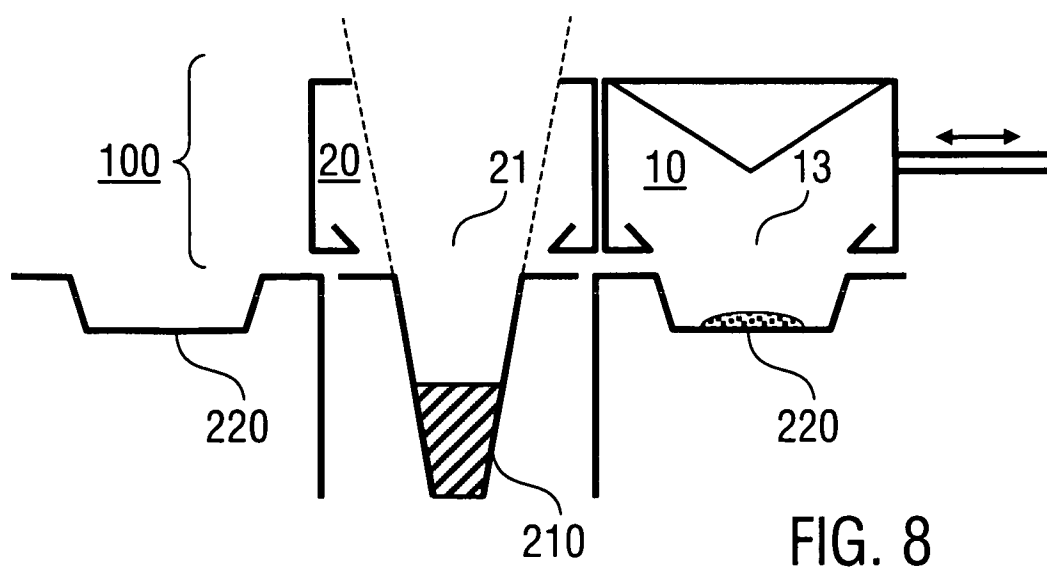
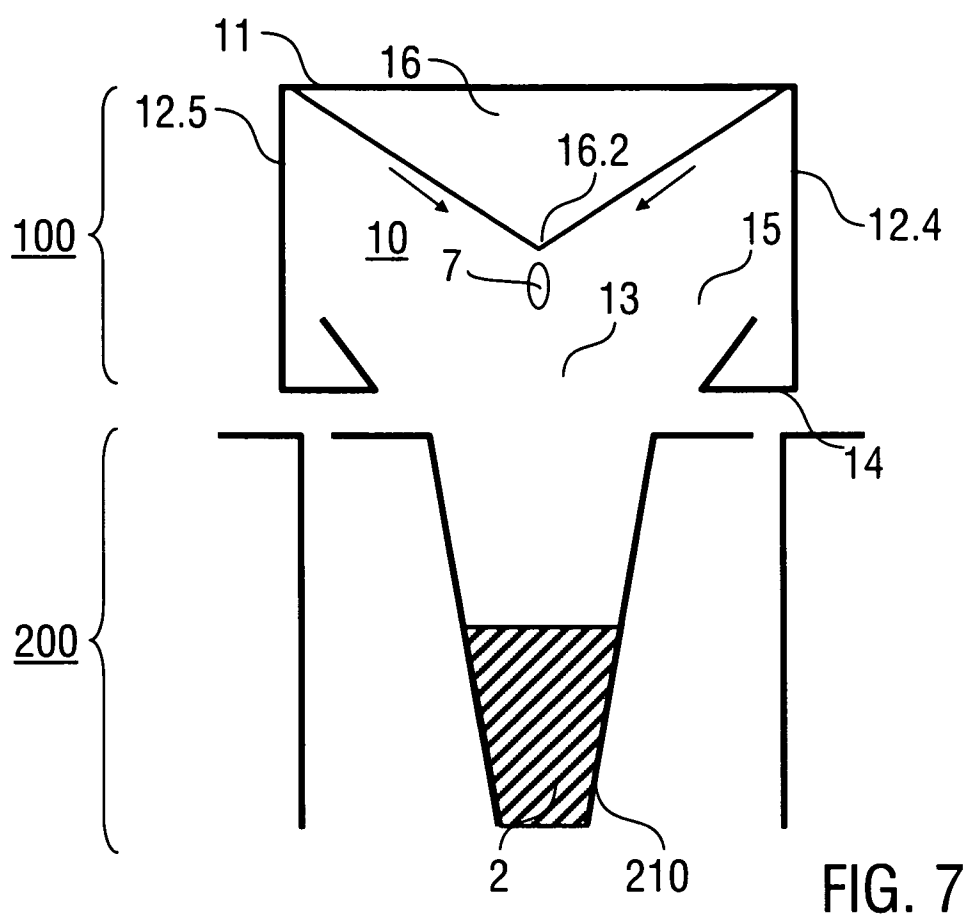


FIG. 4





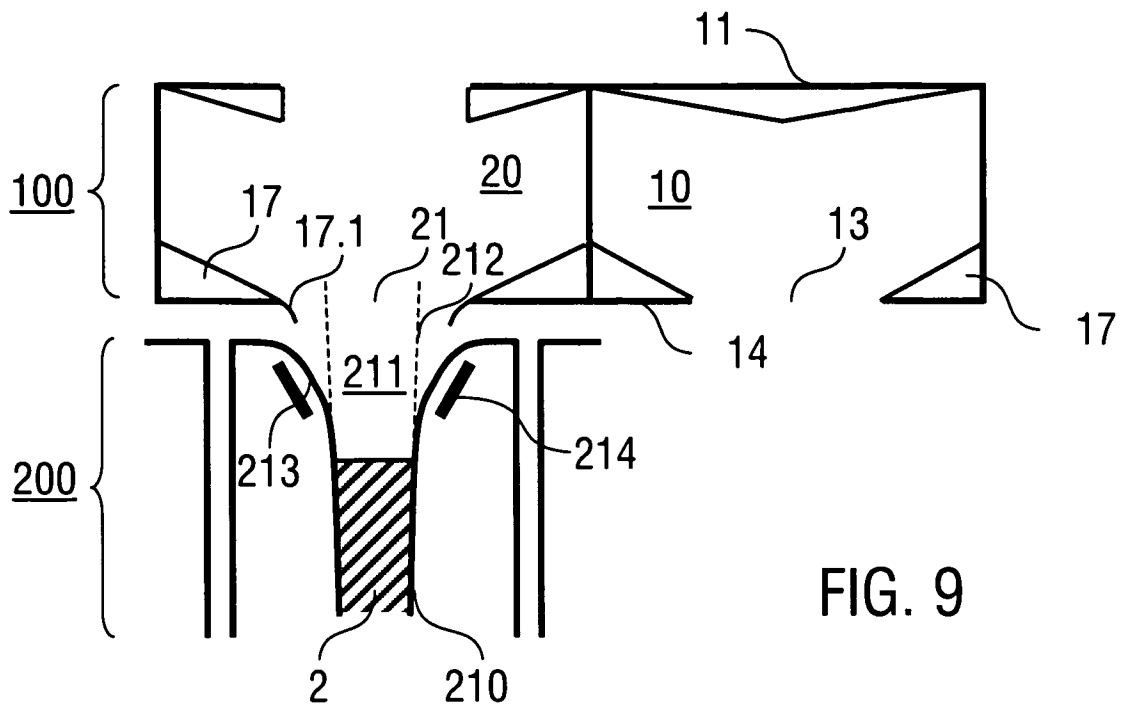


FIG. 9

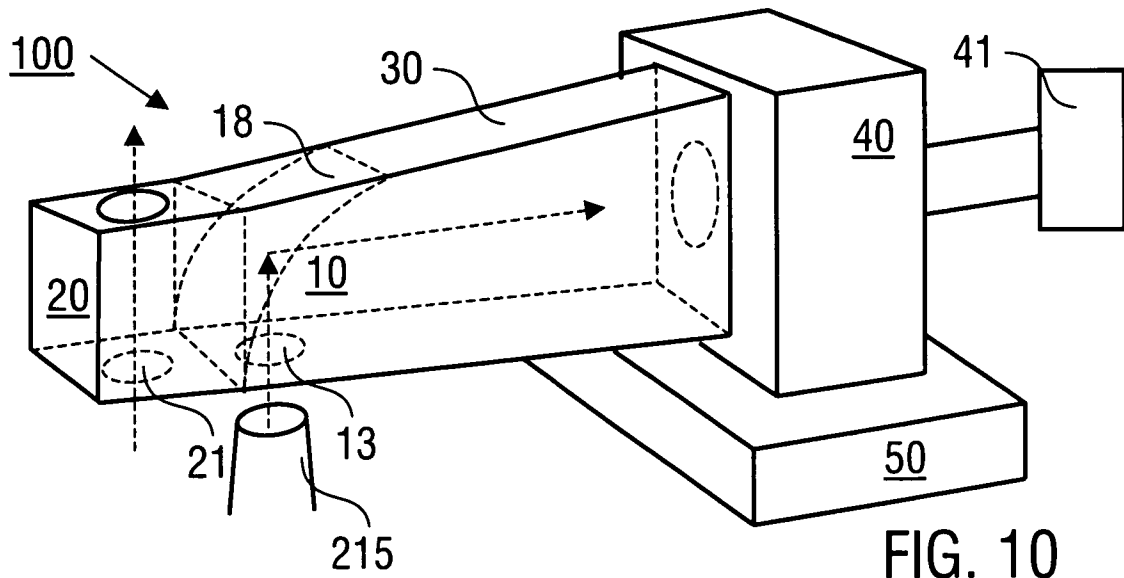


FIG. 10

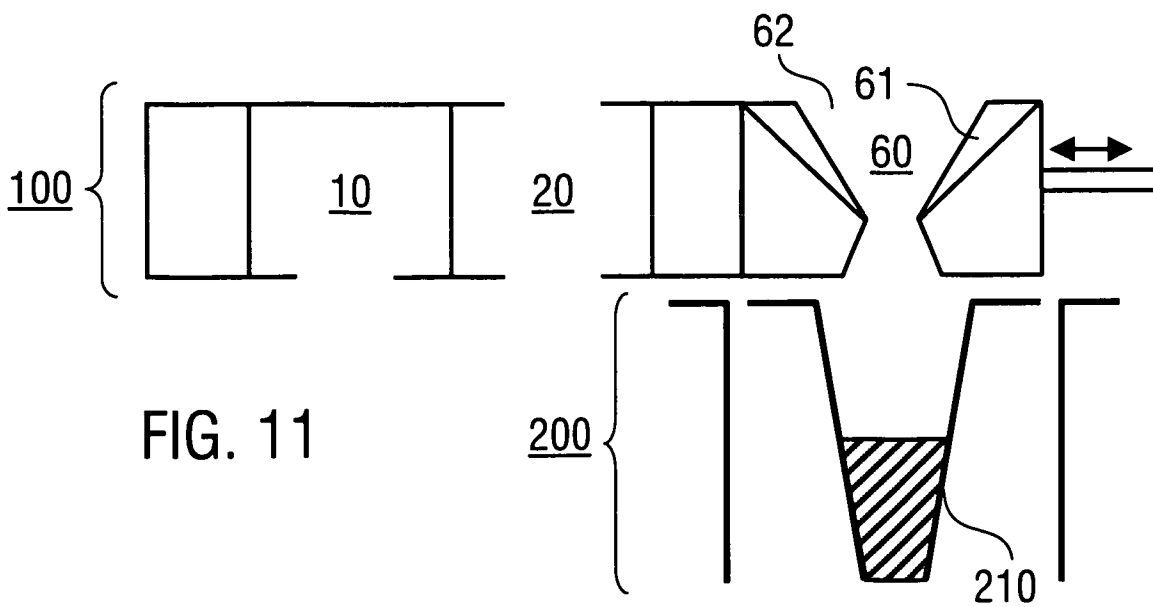
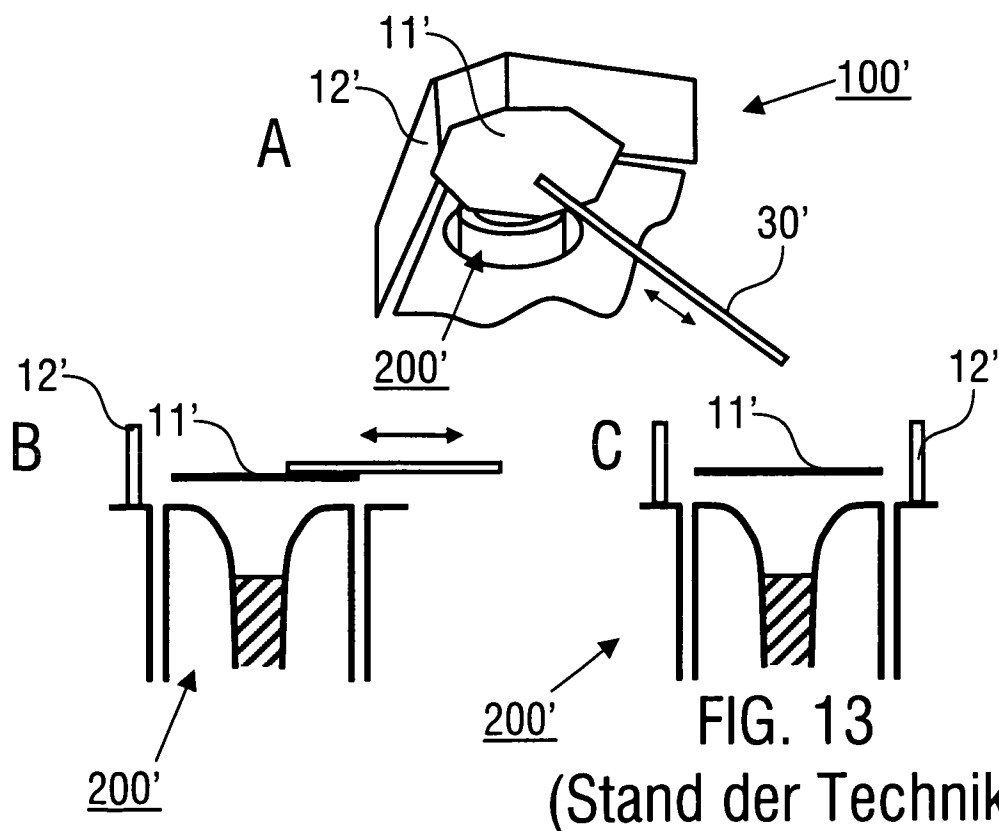
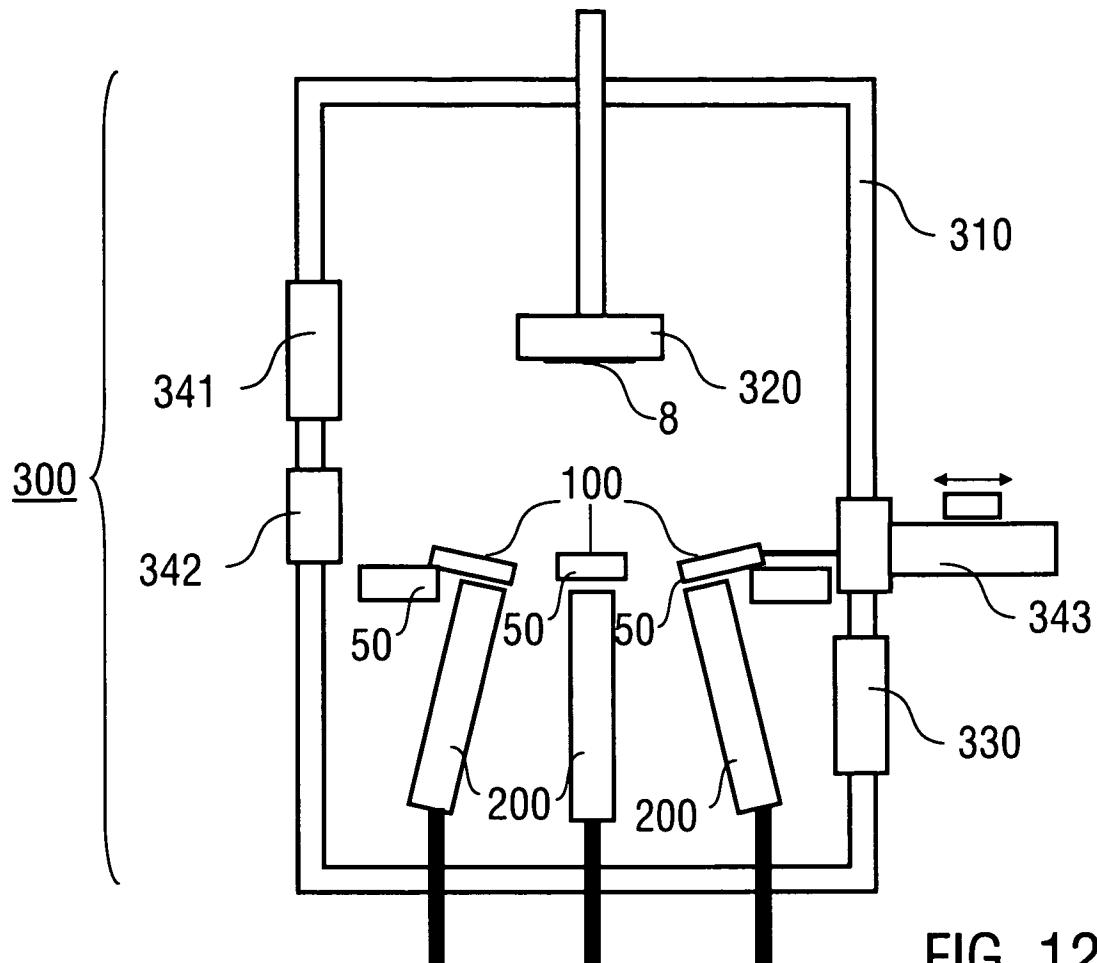


FIG. 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/001424

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C23C14/24 C30B19/06 C30B23/06 C23C14/56 C30B25/14
C23C14/26 C23C14/30

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 C30B

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A A A	US 2006/283382 A1 (YOSHIKAWA TOSHIAKI [JP] ET AL) 21 December 2006 (2006-12-21) page 3, paragraph 36 - page 4, paragraph 53; claim 1; figures 2, 3 ----- EP 1 970 474 A1 (CREATEC FISCHER & CO GMBH [DE]; FORSCHUNGSVERBUND BERLIN EV [DE]) 17 September 2008 (2008-09-17) column 7, paragraph 42 - column 8, paragraph 52; figures 8-10 ----- EP 2 060 662 A2 (FORSCHUNGSVERBUND BERLIN EV [DE]; CREATEC FISCHER & CO GMBH [DE]) 20 May 2009 (2009-05-20) the whole document ----- -/-	1,9,11, 13,14 2-8,12 1-14 1-14



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

12 July 2012

Date of mailing of the international search report

19/07/2012

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

Teppo, Kirsi-Marja

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/001424

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 732 129 A2 (CREATEC FISCHER & CO GMBH [DE]; FORSCHUNGSVERBUND BERLIN EV [DE]) 13 December 2006 (2006-12-13) the whole document -----	1-14
A	DE 197 20 026 A1 (RUCKH MARTIN DR ING [DE] RUCKH MARTIN [DE]) 19 November 1998 (1998-11-19) the whole document -----	1-14
A	US 2005/000411 A1 (AERTS BART [BE] ET AL) 6 January 2005 (2005-01-06) the whole document -----	1-14
A	US 6 237 529 B1 (SPAHN ROBERT G [US]) 29 May 2001 (2001-05-29) the whole document -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/001424

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006283382	A1	21-12-2006	JP 4402016 B2 20-01-2010 JP 2006348369 A 28-12-2006 US 2006283382 A1 21-12-2006
EP 1970474	A1	17-09-2008	AT 472619 T 15-07-2010 DE 102007012370 A1 18-09-2008 EP 1970474 A1 17-09-2008
EP 2060662	A2	20-05-2009	CA 2643960 A1 16-05-2009 DE 102007054851 A1 20-05-2009 EP 2060662 A2 20-05-2009 JP 2009124156 A 04-06-2009 TW 200923145 A 01-06-2009 US 2009137099 A1 28-05-2009
EP 1732129	A2	13-12-2006	DE 102005025935 A1 21-12-2006 EP 1732129 A2 13-12-2006
DE 19720026	A1	19-11-1998	NONE
US 2005000411	A1	06-01-2005	JP 2005029896 A 03-02-2005 US 2005000411 A1 06-01-2005
US 6237529	B1	29-05-2001	EP 1130129 A1 05-09-2001 JP 4520059 B2 04-08-2010 JP 2001291589 A 19-10-2001 US 6237529 B1 29-05-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	C23C14/24 C23C14/26	C30B19/06 C23C14/30
	C30B23/06	C23C14/56 C30B25/14
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
C23C C30B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/283382 A1 (YOSHIKAWA TOSHIAKI [JP] ET AL) 21. Dezember 2006 (2006-12-21)	1,9,11, 13,14
A	Seite 3, Absatz 36 - Seite 4, Absatz 53; Anspruch 1; Abbildungen 2, 3	2-8,12
A	EP 1 970 474 A1 (CREATEC FISCHER & CO GMBH [DE]; FORSCHUNGSVERBUND BERLIN EV [DE]) 17. September 2008 (2008-09-17)	1-14
A	Spalte 7, Absatz 42 - Spalte 8, Absatz 52; Abbildungen 8-10	
A	EP 2 060 662 A2 (FORSCHUNGSVERBUND BERLIN EV [DE]; CREATEC FISCHER & CO GMBH [DE]) 20. Mai 2009 (2009-05-20)	1-14
	das ganze Dokument	
	-/-	
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. Juli 2012		19/07/2012
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 Teppo, Kirsi-Marja

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 732 129 A2 (CREATEC FISCHER & CO GMBH [DE]; FORSCHUNGSVERBUND BERLIN EV [DE]) 13. Dezember 2006 (2006-12-13) das ganze Dokument -----	1-14
A	DE 197 20 026 A1 (RUCKH MARTIN DR ING [DE] RUCKH MARTIN [DE]) 19. November 1998 (1998-11-19) das ganze Dokument -----	1-14
A	US 2005/000411 A1 (AERTS BART [BE] ET AL) 6. Januar 2005 (2005-01-06) das ganze Dokument -----	1-14
A	US 6 237 529 B1 (SPAHN ROBERT G [US]) 29. Mai 2001 (2001-05-29) das ganze Dokument -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/001424

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2006283382	A1	21-12-2006	JP	4402016 B2	20-01-2010
			JP	2006348369 A	28-12-2006
			US	2006283382 A1	21-12-2006

EP 1970474	A1	17-09-2008	AT	472619 T	15-07-2010
			DE	102007012370 A1	18-09-2008
			EP	1970474 A1	17-09-2008

EP 2060662	A2	20-05-2009	CA	2643960 A1	16-05-2009
			DE	102007054851 A1	20-05-2009
			EP	2060662 A2	20-05-2009
			JP	2009124156 A	04-06-2009
			TW	200923145 A	01-06-2009
			US	2009137099 A1	28-05-2009

EP 1732129	A2	13-12-2006	DE	102005025935 A1	21-12-2006
			EP	1732129 A2	13-12-2006

DE 19720026	A1	19-11-1998	KEINE		

US 2005000411	A1	06-01-2005	JP	2005029896 A	03-02-2005
			US	2005000411 A1	06-01-2005

US 6237529	B1	29-05-2001	EP	1130129 A1	05-09-2001
			JP	4520059 B2	04-08-2010
			JP	2001291589 A	19-10-2001
			US	6237529 B1	29-05-2001
