

(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
10. November 2005 (10.11.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/106071 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **C23C 14/56**,
14/24

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000700

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. April 2005 (16.04.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 020 841.7 27. April 2004 (27.04.2004) DE
10 2004 041 855.1 27. August 2004 (27.08.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **VON ARDENNE ANLAGENTECHNIK GMBH**
[DE/DE]; Platteite 19/29, 01324 Dresden (DE).

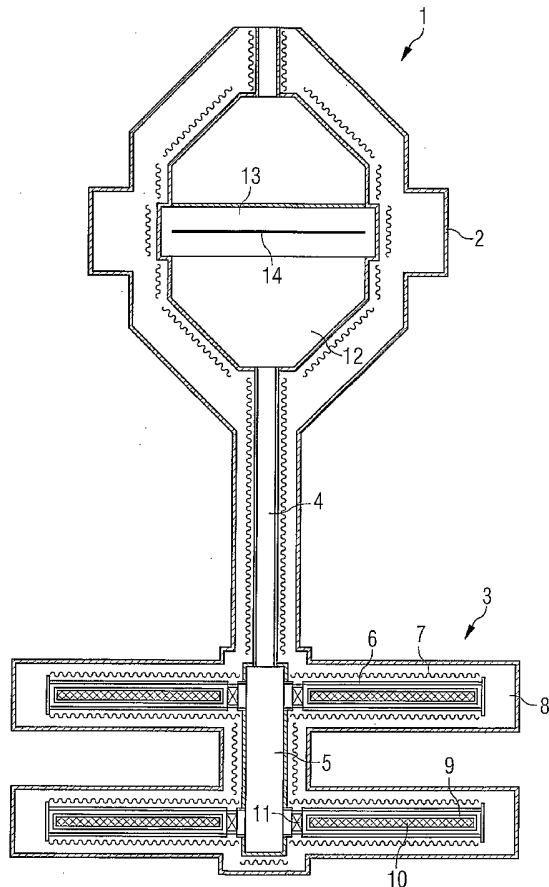
(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GOTSMANN, Lutz**
[DE/DE]; Amselweg 8, 01900 Kleinröhrsdorf (DE).
SEYFERT, Ulf [DE/DE]; Oybiner Strasse 34, 01324
Dresden (DE). **WENZEL, Bernd-Dieter** [DE/DE]; Am
Bühlbach 1c, 01909 Grosshartau (DE).

(74) **Anwalt: ADLER, Peter**; Lippert Stachow & Partner,
Krenkelstrasse 3, 01309 Dresden (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONTINUOUS THERMAL VACUUM DEPOSITION DEVICE AND METHOD

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR KONTINUIERLICHEN THERMISCHEN VAKUUMBESCHICHTUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a coating method for thermally vacuum-depositing a continuously conveyed substrate that moves within a deposition channel by vaporizing solid or liquid coating materials and vapor-depositing the vaporized coating material onto the substrate in a deposition device. The aim of the invention is to create a coating method for thermally vacuum-depositing a continuously conveyed substrate, in which accessibility to the vaporization device is improved while the processes taking place in the deposition chamber and the vaporization device can be controlled independently of each other. Said aim is achieved by evaporating the coating material in at least one evaporation device located outside the deposition chamber by means of an evaporator, delivery of steam between the evaporator and the deposition channel being regulated.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Beschichtungsverfahren zur thermischen Vakuumbeschichtung von einem kontinuierlich transportierten Substrat, das sich in einem Bedampfungskanal bewegt, durch Verdampfen von festen/oder flüssigen Beschichtungsmaterialien und Dampfabsecheidung des dampfförmigen Beschichtungsmaterials auf dem Substrat in einer Bedampfungseinrichtung. Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe, ein solches Beschichtungsverfahren zur thermischen Vakuumbeschichtung von kontinuierlich transportiertem Substrat bereitzustellen, bei dem die Zugänglichkeit zu der Verdampfungseinrichtung verbessert wird und gleichzeitig eine voneinander unabhängige Prozesssteuerung von Bedampfungskammer und Verdampfungseinrichtung möglich ist, wird dadurch erreicht, dass das Beschichtungsmaterial in wenigstens einer außerhalb der Bedampfungskammer angeordneten Verdampfungseinrichtung mit einem Verdampfer verdampft wird, wobei die Dampfzufuhr

zwischen den Verdampfer und der Bedampfungskanal reguliert wird.

WO 2005/106071 A2



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

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

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

5 **Vorrichtung und Verfahren zur kontinuierlichen thermischen
Vakuumbeschichtung**

Die Erfindung betrifft ein Beschichtungsverfahren zur thermi-
schen Vakuumbeschichtung von einem kontinuierlich transportier-
10 ten Substrat, das sich in einem Bedampfungskanal bewegt, durch
Verdampfen von festen/oder flüssigen Beschichtungsmaterialien
und Dampfabcheidung des dampfförmigen Beschichtungsmaterials
auf dem Substrat in einer Bedampfungseinrichtung.

15 Ferner betrifft die Erfindung eine Beschichtungseinrichtung zur
Vakuumbeschichtung von kontinuierlich transportiertem Substrat
mit einer Bedampfungskammer, in der ein das Substrat umschlie-
ßender Bedampfungskanal angeordnet ist, und einer mit dem Be-
dampfungskanal verbundenen Verdampfungseinrichtung.

20

Beschichtungsanlagen und Beschichtungsverfahren zur thermischen
Dampfbeschichtung im Vakuum sind bekannt. Beispielsweise offen-
bart die EP 0 735 157 ein Verfahren zum Verdampfen von Magnesi-
um (Mg). Verfahrensgemäß wird eine Mg-Quelle in einem Gefäß mit
25 einer engen Öffnung und mit einer außerhalb der Öffnung ange-
ordneten Reflektorplatte bereitgestellt. Das Gefäß wird auf eine
Temperatur von 670 °C bis 770 °C erwärmt, wobei die Mg-Quelle
geschmolzen wird und das Mg wird dabei verdampft. Beim Ausströ-
men werden Cluster und Spritzer an der Reflektorplatte bei 500
30 °C oder höher zerstört und der Mg-Dampf wird durch einen auf
wenigstens 500 °C erwärmten Kanal von dem Auslass des Gefäßes
zu einem am Kanalausgang positionierten Substratblatt geleitet.
Zusätzlich wird der Mg-Dampf durch den Kanal von dem Auslass
des Gefäßes zu einem Substratblatt transportiert.

35

Es wird allgemein unterschieden in Anlagen nach einem statischen oder einem kontinuierlichen Verfahren. Während beim statischen Verfahren die Substratzufuhr diskontinuierlich erfolgt und der regelmäßige Substratwechsel die regelmäßige Bevorratung mit neuem Beschichtungsmaterial für einen folgenden Beschichtungsprozess ermöglicht, wird beim kontinuierlichen Verfahren ein Substrat fortwährend durch die Beschichtungseinrichtung hindurch transportiert. Um den kontinuierlichen Prozess nicht zu unterbrechen und zur wirtschaftlichen Nutzung einer solchen Anlage besteht hierbei die Notwendigkeit der Bevorratung der Beschichtungseinrichtung mit Beschichtungsmaterial in einer Menge, die ausreichend ist, um zumindest eine Substrateinheit, beispielsweise eine Rolle ohne Unterbrechung zu beschichten.

Das Ausmaß der Verdampfungseinrichtung, d.h. Menge des verdampften Beschichtungsmaterials pro Zeiteinheit, ist direkt mit der Größe und der Fördergeschwindigkeit des Substrates verbunden; zudem erfordert eine hohe Dampfausnutzung eine umso größere, d.h. höhere, Bedampfungskammer. Insofern steht die Wirtschaftlichkeit in einem direkten Zusammenhang mit der Anlagengröße und somit auch mit der Größe der Verdampfungseinrichtung, wodurch den beschriebenen kontinuierlichen Beschichtungsanlagen wegen der Bevorratung des Beschichtungsmaterials und der damit einhergehenden Wirtschaftlichkeit Grenzen gesetzt sind.

In Anlagen mit kontinuierlichem Substrattransport wurde bislang wegen der geringeren Substratabmessungen und der damit verbundenen einfacheren Beherrschbarkeit als zweckmäßig erachtet, die Verdampfungseinrichtung in der Bedampfungskammer anzuordnen.

Die Nachteile einer solchen Anordnung sind jedoch speziell bei größeren Substratabmessungen vielfältig. Auf Grund der räumlich anspruchsvollen Ausmaße der Verdampfungseinrichtung hat eine wirtschaftlich vorteilhafte Anlage erhebliche Ausmaße hinsichtlich der Ausdehnung in der Ebene.

Insbesondere ist auch eine voneinander unabhängige Prozesssteu-

erung von Bedampfungskanal und Verdampfungseinrichtung aufgrund dieser räumlichen Nähe zueinander nicht ausreichend gut möglich. Eine Wartung an der Verdampfungseinrichtung bewirkt zwangsläufig einen Anlagenstillstand und ist zudem umständlich, da die Verdampfungseinrichtung als Intergralbauteil nur schwer zugänglich ist. Ferner ist eine Veränderung der Verdampfungseinrichtung durch Modifizierung von Bauteilen oder eine Erweiterung mit weiteren Modulen nicht möglich. Auch ist eine kontinuierliche Bereitstellung von Beschichtungsmaterial, was insbesondere bei der Beschichtung von kontinuierlich transportiertem Substrat erforderlich ist, nur mit erheblichem Aufwand möglich.

Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein solches Beschichtungsverfahren und eine Beschichtungseinrichtung zur thermischen Vakuumbeschichtung von kontinuierlich transportiertem Substrat bereitzustellen bei dem die Zugänglichkeit zu der Verdampfungseinrichtung verbessert wird und gleichzeitig eine voneinander unabhängige Prozesssteuerung von Bedampfungskammer und Verdampfungseinrichtung möglich ist.

Die Aufgabe wird nach einem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch gelöst, dass das Beschichtungsmaterial in wenigstens einer außerhalb der Bedampfungskammer angeordneten Verdampfungseinrichtung mit einem Verdampfer verdampft wird, wobei die Dampfungzufuhr zwischen Verdampfer und Bedampfungskanal reguliert wird.

Von der Erfindung ist jede geeignete, zumindest dampfdichte Regulierungsmöglichkeit erfasst. So ist wegen der Beschränkung auf dampfdichte Regulierungsfunktion beispielsweise auch eine einfache Verschlussplatte einsetzbar, wobei in diesem Fall die Regulierung auf die beiden Zustände offen und geschlossen begrenzt ist.

Die Anordnung der Verdampfungseinrichtung außerhalb der Bedampfungskammer ermöglicht im Zusammenhang mit der erfindungsgemä-

ßen Regulierungsmöglichkeit, die auch die vollkommene Schließung der Dampfaustrittsöffnung impliziert, einen Zugriff auf den Verdampfer bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Prozessbedingungen im Bedampfungskanal. Somit kann das Substrat im
5 Bedampfungskanal verbleiben während der Verdampfer beispielsweise mit neuem Beschichtungsmaterial bestückt wird.

Des Weiteren gestattet diese räumlich getrennte Anordnung von Verdampfungseinrichtung und Bedampfungskammer auch eine ge-
10 trennte Prozesssteuerung insbesondere hinsichtlich der Vakuumverhältnisse und des Temperaturregimes, da infolge dessen auch die einzelnen Regelstrecken der Prozessbedingungen räumlich getrennt oder zumindest wahlweise räumlich getrennt ausführbar sind. Insbesondere die dampfdichte Regulierung der Verbindung
15 zwischen den beiden Hauptbestandteilen der Beschichtungsanlage und deren dadurch möglichen getrennten Öffnung erfordert auch eine getrennte Steuerung der Vakuumbedingungen.

Zweckmäßigerweise erfolgt die Regulierung der Dampfzufuhr, entsprechend einer besonders günstigen Ausgestaltung der Erfindung, über ein austrittsseitig an dem Verdampfer angeordnetes Dampfsperr-Ventil. Die Regulierung betrifft hierbei sowohl die Schaltung zwischen Durchlass und keinem Durchlass als auch eine Dosierung der Dampfmenge. Eine Dosierung der Verdampfungs-
20 menge kann darüber hinaus auch durch die Regulierung des Prozessdruckes und der Temperatur erfolgen.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass das dampfförmige Beschichtungsmaterial aus dem Verdampfer in eine Dampfsam-
30 meleinrichtung der Verdampfungseinrichtung geleitet wird.

Insbesondere im Fall von mehreren, d.h. drei, vier, fünf oder mehr Verdampfern je Verdampfungseinrichtung ist es für eine gleichmäßige Dampfdosierung vorteilhaft, das dampfförmige Be-
35 schichtungsmaterial aus den jeweiligen, in Betrieb befindlichen Verdampfungskammern zu vereinigen und aus diesem gemeinsamen

Volumen in die Bedampfungskammer einzuleiten. Auf diese Weise können bei hinreichend groß bemessenem Volumen der Dampfsammeleinrichtung insbesondere Schwankungen in der Dampfzufuhr oder gar Unterbrechungen wegen Neubeschickung ausgeglichen werden. Dazu wird die Dampfsammeleinrichtung ebenfalls evakuiert und zusätzlich geheizt, damit sich das dampfförmige Beschichtungsmaterial nicht an den Wänden abscheiden kann.

Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass zur kontinuierlichen Beschickung das dampfförmige Beschichtungsmaterial von dem Verdampfer zu dem Bedampfungskanal transportiert wird, und dass zur Beschickung mit dem festen und/oder flüssigen Beschichtungsmaterial die Dampfzufuhr zwischen dem Verdampfer und dem Bedampfungskanal unterbunden wird.

Es ist dabei besonders zweckmäßig, dass mindestens zwei Verdampfer angeordnet werden und deren Dampfsperr-Ventile unabhängig voneinander angesteuert werden.

Im Falle von mehreren Verdampfern wird damit eine abgestufte Dosierung durch die Anzahl der geöffneten und somit in Verdampfungsbetrieb befindlichen Verdampfer erreicht, was neben der besonders gleichmäßigen, vom aktuellen Betriebszustand einzelner Verdampfer relativ unabhängigen Dampfversorgung des Bedampfungskanals auch die Berücksichtigung spezieller Substratanordnungen oder besonderer Beschichtungsprofile ermöglicht.

Das bandförmige Substrat erstreckt sich im Betriebszustand im Regelfall jedoch im Wesentlichen symmetrisch durch den Bedampfungskanal. Zur kontinuierlichen Beschickung des Bedampfungskanals muss dann, entsprechend einer besonders vorteilhaften Ausführungsform wechselweise zumindest ein Verdampfer in Betrieb sein und in Dampfzufuhr mit dem Bedampfungskanal stehen, während zur Beschickung mit dem neuen Beschichtungsmaterial die Dampfzufuhr des zu beschickenden Verdampfers unterbunden wird. Somit ergibt sich ein wirtschaftlich vorteilhafter permanent

kontinuierlicher Bedampfungsprozess.

Für höhere Beschichtungsflächen pro Zeiteinheit werden in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung zur kontinuierlichen Beschickung des Bedampfungskanals vier Verdampfer angeordnet, von denen abwechselnd immer drei mit dem dampfförmigen Beschichtungsmaterial in Dampfzufuhr mit dem Bedampfungskanal stehen und zur Beschickung mit dem festem und/oder flüssigen Beschichtungsmaterial die Dampfzufuhr des zu beschickenden Verdampfers unterbunden wird. In diesem Fall ist die Bereitstellung selbst größerer Mengen an dampfförmigem Beschichtungsmaterial dadurch gewährleistet, dass sämtliche Verdampfer in Betrieb sind und wechselweise immer nur einer mit neuem Beschichtungsmaterial beschickt wird.

Eine Anordnung von vier oder mehr Verdampfern in einer Verdampfungseinrichtung bietet außerdem eine hohe Flexibilität in der Nutzung sowie die Möglichkeit einer Erweiterung mit weiteren Verdampfermodulen.

In einer ganz besonders vorteilhaften Ausführungsform erfolgt die Beschickung des Bedampfungskanals mit dem dampfförmigen Beschichtungsmaterial über zwei Verdampfungseinrichtungen. Der Bedampfungskanal wird dabei von zwei, vorzugsweise gegenüberliegenden Seiten mit dem dampfförmigen Beschichtungsmaterial gespeist. Der Eintritt des Beschichtungsmaterials aus unterschiedlichen Richtungen bewirkt eine optimierte Verteilung im Bedampfungskanal.

In einer anderen weitergehenden Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Beschickung des Bedampfungskanals mit dem dampfförmigen Beschichtungsmaterial über eine zwischen dem Bedampfungskanal und der Verdampfungseinrichtung angeordneten Dampftransportlinie. Die Bemessung der Transportlinie zur Gewährleistung einer gleichmäßigen und ausreichenden Zufuhr an dampfförmigem Beschichtungsmaterial erfolgt dabei entsprechend dem dafür er-

forderlichen Durchsatz durch die Transportlinie zum Bedampfungskanal, welcher einerseits durch die Menge des in der Verdampfungseinrichtung verdampften und verdampfungsseitig in die Transportlinie eintretenden Beschichtungsmaterials und andererseits durch die Menge des am anderen Ende der Transportlinie in den Bedampfungskanal eintretenden und auf dem Substrat kondensierten und somit volumenverringerten Beschichtungsmaterials vorgegeben wird. Dabei wird die Kondensatmenge durch Breite und Transportgeschwindigkeit des Substrats sowie durch die physikalischen Prozessparameter definiert.

Anordnungsseitig wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabenstellung gelöst, indem die Verdampfungseinrichtung von der Bedampfungskammer beabstandet angeordnet ist. Diese räumliche Trennung ermöglicht eine optimale bauliche Trennung der beiden Hauptbestandteile der Anlage und deren Gestalten in modularer Bauweise. Dies ermöglicht insbesondere bei mehreren Verdampfern, entsprechend einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung, deren räumliche Ausgliederung, so dass die erforderliche, zusammenhängende Grundfläche für das Kernbauteil der Beschichtungseinrichtung, nämlich der Bedampfungskammer, im wesentlichen auf die für die Bedampfung erforderliche Größe der Bedampfungskammer zusammenschrumpft. Die Verdampfungseinrichtung wird dabei von der Bedampfungskammer beabstandet und gegebenenfalls satellitenartig an anderen Orten mit verfügbarem Freiraum platziert errichtet und, entsprechend einer besonders günstigen Ausgestaltung der Erfindung mittels einer oder mehrerer Dampftransportlinien mit der Bedampfungskammer verbunden.

Die Dampftransportlinie oder Transportlinien werden zur Minimierung der Materialverluste und Gewährleistung reproduzierbarer Beschichtungsbedingungen, wie auch die Dampfsammeleinrichtung und die Bedampfungskammer, im Vakuum betrieben und geheizt, wobei die Heizung besonders bevorzugt vollumfänglich erfolgt. Durch eine ausreichend hohe Temperatur der geheizten Innenwand wird dort auftreffender Dampf im laufenden Prozess

reverdampft, wobei dieser Effekt umso stärker ist, je höher die Temperatur der Innenwand ist. Die Dampftransportlinie ist dampfdicht zwischen Bedampfungskanal und Verdampfungseinrichtung fixiert. Umfasst die Verdampfungseinrichtung entsprechend
5 einer anderen vorteilhaften Ausführungsform eine Dampfsammeleinrichtung, schließt die Dampftransportlinie dort an. Damit sind die oben beschriebenen, verschiedenen Zusammenschlüsse oder wechselweise Zuschaltungen mehrerer Verdampfer auch über räumliche Abstände hinweg realisierbar.

10

Die Dampfsammeleinrichtung ist dafür zentral zwischen den Verdampfern angeordnet und mit diesen einerseits und zumindest mittelbar mit der Bedampfungseinrichtung andererseits verbunden. Die Dampfsammeleinrichtung ist beheizbar, vorzugsweise
15 vollumfänglich, und/oder evakuierbar.

20

Eine Anordnung von mehreren z.B. vier Verdampfern in einer Verdampfungseinrichtung bietet eine hohe Flexibilität in der Nutzung und mit drei aktiven, d.h. in Betrieb befindlichen, Verdampfern eine große Menge dampfförmigen Beschichtungsmaterials. Zu jeder Seite der länglich ausgebildeten Dampfsammeleinrichtung stehen sich jeweils zwei Verdampfungskammern direkt gegenüber. Die Verdampfungskammern erstrecken sich vorteilhafter Weise quer zu der länglichen Dampfsammeleinrichtung. Zweckmäßig
25 ist, dass die Dampfsammeleinrichtung und die Verdampfer über Damfsperr-Ventile miteinander verbunden sind.

30

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigt die Zeichnungsfigur einen Ausschnitt eines horizontalen Querschnitts durch eine erfindungsgemäße Beschichtungseinrichtung mit einer externen Verdampfungseinrichtung.

Zum Gegenstand:

35

Die Zeichnungsfigur zeigt eine erfindungsgemäße Beschichtungs-

einrichtung 1 mit einer Bedampfungskammer 2 und einer davon beabstandeten externen Verdampfungseinrichtung 3. Die Bedampfungskammer 2 ist mit den Verdampfungseinrichtungen 3 jeweils über eine Dampftransportlinie 4 verbunden, wobei die Verdampfungseinrichtung 3 an der Dampftransportlinie 4 angeordnet ist.

Die Verdampfungseinrichtung 3 besteht aus einer kanalartig ausgebildeten zentralen Dampfsammeleinrichtung 5 und vier Verdampfern 6. Die Verdampfer 6 erstrecken sich lateral von der Dampfsammeleinrichtung 5 und sind paarweise gegenüberliegend in einer Ebene an der Dampfsammeleinrichtung 5 angeordnet.

Jede Verdampfungskammer 8 umfasst einen durch eine umgebende elektrische Heizeinrichtung 7 beheizbaren Verdampfer 6. Innerhalb der Verdampfungskammer 8 und des Verdampfer 6 herrscht Prozessvakuum.

In dem Verdampfer ist ein Tiegel 9 mit festem Beschichtungsmaterial 10, beispielsweise Magnesium, angeordnet. Der Verdampfer 6 ist über ein steuerbares Dampfsperr-Ventil 11 mit der Dampfsammeleinrichtung 5 verbunden.

Die Dampfsammeleinrichtung 5 ist als röhrenartiger Kanal ausgebildet und mit einer elektrischen Heizeinrichtung 7 vollumfänglich ummantelt. Das bedampfungskammerseitige Ende der Dampftransportlinie 4 mündet im Bedampfungskanal 13 und ist als Düse 12 ausgebildet.

Die Düse 12 tritt an einer Seite in den als innen hohler Quader ausgebauten Bedampfungskanal 13 ein. In dem Bedampfungskanal 13 wird in Betriebsstellung symmetrisch ein bandförmiges Substrat 14 transportiert, welches symmetrisch in dem hohlen, quaderförmigen Bedampfungskanal 13 angeordnet ist. Die Düse 12 tritt mittig in den Bedampfungskanal 13 ein. Um den Bedampfungskanal 13 ist vollumfänglich eine Heizeinrichtung 7 ange-

bracht.

Somit verfügt die erfindungsgemäße Beschichtungseinrichtung 1 über eine vollständig geschlossene Vakuumkammer von der 3 Verdampfungs-
5 dampfkammer 8 über die Dampftransportlinie 4 bis zu der Bedampfungskammer 2.

Zum Verfahren:

10 Das Beschichtungsverfahren ist ein kontinuierliche thermische Vakuumbeschichtung des bandförmigen Substrats 14 durch Verdampfen von festem Magnesium als Beschichtungsmaterial 10 und
Dampfabcheidung des dampfförmigen Beschichtungsmaterials 10 auf dem kontinuierlich transportierten Substrat 14 Bedampf-
15 fungskanal 13.

Jede Verdampfungs-kammer 8 mit dem festen Beschichtungsmaterial 10 wird evakuiert und der Verdampfer 6 ausreichend erhitzt.
Wenn das Beschichtungsmaterial 10 verdampft wird, öffnet das
20 Dampfsperr-Ventil 11 und gibt den Zugang in die Dampfsammeleinrichtung 5 frei. Durch die Volumenzunahme beim Übergang vom festen in den dampfförmigen Zustand des Beschichtungsmaterials 10 drängt fortwährend weiteres dampfförmiges Beschichtungsmaterial 10 nach und gibt die Transportrichtung vor.

25 Im Verdampfungsprozess sind jeweils immer drei der vier Verdampfer 6 in Betrieb, d.h. die Dampfsperr-Ventile 11 sind geöffnet und festes Beschichtungsmaterial 10 wird zu dampfförmigem verdampft. Der jeweils vierte Verdampfer 6 ist außer Betrieb, und der Tiegel 9 wird mit weiterem festen Beschichtungs-
30 material 10 beschickt, danach wird der 8 Verdampfer 6 evakuiert und aufgeheizt. Ist dieser Verdampfer 6 betriebsbereit, wird das Dampfsperr-Ventil 11 geöffnet und ein anderer der drei Verdampfer 6 außer Betrieb gesetzt und beschickt. Der Wechselzyklus
35 variiert.

- Das aus den in Betrieb befindlichen Verdampfern 6 einer Verdampfungseinrichtung 3 durch die Dampfsperr-Ventile in den ebenfalls geheizten Dampfsammelraum 5 gelangte dampfförmige Beschichtungsmaterial 10 strömt durch die ausreichend geheizte Dampftransportlinie 4 und wird durch die ebenfalls ausreichend geheizte Düse 12 hindurch beschleunigt und in den Bedampfungskanal 13 befördert. Durch die in Abhängigkeit von dem Beschichtungsmaterial 10 geeignet gewählte Heiztemperatur und damit Oberflächentemperatur von Verdampfer 6, Dampfsammeleinrichtung 5, Dampftransportlinie 4, Düse 12 und Bedampfungskanal 13 wird das auf die Innenwände treffende dampfförmige Beschichtungsmaterial 10 reverdampft, so dass eine Abscheidung von festem Beschichtungsmaterial 10 an den Innenwänden unterbunden wird.
- 15 Das in den ausreichend geheizten und ebenfalls evakuierten Bedampfungskanal 13 gelangte dampfförmige Beschichtungsmaterial 10 scheidet sich auf dem kalten, durch den Bedampfungskanal 13 transportierten bandförmigen Substrat 14 ab.
- 20 Durch das erfindungsgemäße Beschichtungsverfahren wird ein vollständig kontinuierlicher Prozess mit einem extrem hohen Dampfausnutzungsgrad bereitgestellt.

5 **Vorrichtung und Verfahren zur kontinuierlichen thermischen
Vakuumbeschichtung**

Bezugszeichenliste

10	1	Beschichtungseinrichtung
	2	Bedampfungskammer
	3	Verdampfungseinrichtung
	4	Dampftransportlinie
	5	Dampfsammeleinrichtung
15	6	Verdampfer
	7	Heizeinrichtung
	8	Verdampfungskammer
	9	Tiegel
	10	Beschichtungsmaterial
20	11	Dampfsperr-Ventil
	12	Düse
	13	Bedampfungskanal
	14	Substrat

5 **Vorrichtung und Verfahren zur kontinuierlichen thermischen
Vakuumbeschichtung**

Patentansprüche

- 10 1. Beschichtungsverfahren zur thermischen Vakuumbeschich-
 tung von einem kontinuierlich transportierten Substrat,
 das sich in einem Bedampfungskanal bewegt, durch Ver-
 dampfen von festen und/oder flüssigen Beschichtungsma-
 terialen und Dampfabscheidung des dampfförmigen Be-
15 schichtungsmaterials auf dem Substrat in einer Bedamp-
 fungseinrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Be-
 schichtungsmaterial (10) in wenigstens einer außerhalb
 der Bedampfungskammer (2) angeordneten Verdampfungsein-
 richtung (3) mit mindestens einem Verdampfer (6) pro
20 Verdampfungseinrichtung verdampft wird, wobei die
 Dampfzufuhr zwischen dem Verdampfer (6) und dem Bedamp-
 fungskanal (13) reguliert wird.
2. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**
25 **zeichnet**, dass die Regulierung über ein austrittsseitig
 an dem Verdampfer (6)) angeordnetes Dampfsperr-Ventil
 (11) erfolgt.
3. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2 , **dadurch**
30 **gekennzeichnet**, dass das dampfförmige Beschichtungsma-
 terial aus dem Verdampfer (6) in eine Dampfsammelein-
 richtung (5) der Verdampfungseinrichtung (3) geleitet
 wird.
- 35 4. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis

- 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur kontinuierlichen Beschickung das dampfförmige Beschichtungsmaterial (10) von dem Verdampfer (6) zu dem Bedampfungskanal (13) transportiert wird, und dass zur Beschickung mit dem festem und/oder flüssigen Beschichtungsmaterial (10) die Dampfzufuhr zwischen dem Verdampfer (6) und dem Bedampfungskanal (13) unterbunden wird.
- 5.
5. Beschichtungsverfahren einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei Verdampfer (6) angeordnet werden und deren Dampfsperr-Ventile (11) unabhängig voneinander angesteuert werden.
- 6.
6. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur kontinuierlichen Beschickung der Bedampfungskammer (2) mit dem dampfförmigen Beschichtungsmaterial die Verdampfer (6) abwechselnd in Dampf zum Bedampfungskanal (13) zuführen und zur Beschickung mit dem festem und/oder flüssigen Beschichtungsmaterial (10) die Dampfzufuhr des zu beschickenden Verdampfers (6) unterbunden wird.
- 7.
7. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur kontinuierlichen Beschickung der Bedampfungseinrichtung (1) vier Verdampfer (6) angeordnet werden und mit dem dampfförmigen Beschichtungsmaterial abwechselnd immer drei von vier Verdampfern (6) in Dampfzufuhr mit dem Bedampfungskanal (13) stehen und zur Beschickung mit dem festem und/oder flüssigen Beschichtungsmaterial (10) die Dampfzufuhr des zu beschickenden Verdampfers (6) unterbunden wird.
- 8.
8. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschickung des Bedampfungskanals (13) mit dem dampfförmigen Beschich-

tungsmaterial (10) über eine zwischen dem Bedampfungskanal (13) und der Verdampfungseinrichtung (3) angeordneten Dampftransportlinie (4) erfolgt.

- 5 9. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschickung des Bedampfungskanals (13) mit dem dampfförmigen Beschichtungsmaterial über zwei Verdampfungseinrichtungen (3) erfolgt.
- 10
10. Beschichtungseinrichtung zur thermischen Vakuumbeschichtung von kontinuierlich transportiertem Substrat mit einer Bedampfungskammer, in der ein das Substrat umschließender Bedampfungskanal angeordnet ist, und einer mit dem Bedampfungskanal verbundenen Verdampfungseinrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verdampfungseinrichtung (3) von der Bedampfungskammer (2) beabstandet angeordnet ist.
- 15
- 20 11. Beschichtungseinrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verdampfungseinrichtung (3) einen Verdampfer (6) aufweist, der mit dem Bedampfungskanal (13) über eine beheizte Dampftransportlinie (4) verbunden ist.
- 25
12. Beschichtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verdampfungseinrichtung (3) wenigstens zwei Verdampfer (6) umfasst, in denen das Beschichtungsmaterial (10) verdampft wird.
- 30
13. Beschichtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verdampfungseinrichtung (3) eine Dampfsammeleinrichtung (5) umfasst.
- 35 14. Beschichtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 12

oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dampfsam-
meleinrichtung (5) und der Verdampfer (6) über ein
Dampfsperr-Ventil (11) miteinander verbunden sind.

1/1

