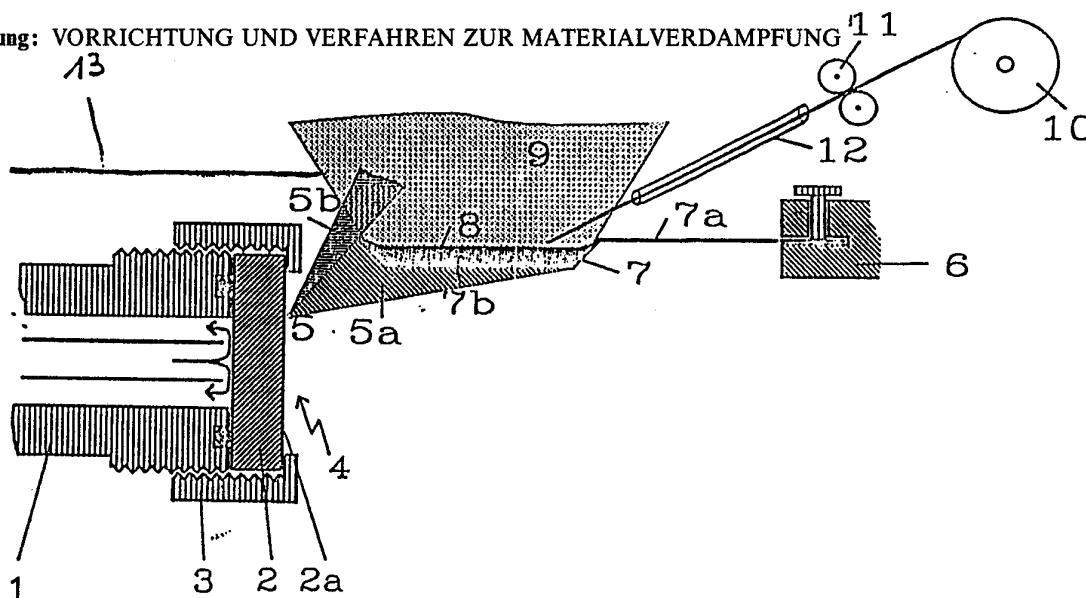


**INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)**

(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : C23C 14/32, H01J 37/305	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/12275 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 23. Juli 1992 (23.07.92)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP91/02525</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 31. Dezember 1991 (31.12.91)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 41 00 541.4 10. Januar 1991 (10.01.91) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): PLASCO DR. EHRICH PLASMA-COATING GMBH [DE/DE]; Taunusstraße 24, D-6501 Heidesheim (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : EHRICH, Horst [DE/DE]; Buchenhöfe 71, D-4270 Dorsten 11 (DE). HASSE, Brunhilde [DE/DE]; Aufm Dörfchen 9, D-4300 Essen (DE). HINZ, Hans-Peter [DE/DE]; Lohkamp 5, D-4330 Mülheim/Ruhr 11 (DE). MAUSBACH, Michael [DE/DE]; Talstraße 19, D-4600 Dortmund 30 (DE).</p>		<p>(74) Anwälte: WERNER, Hans-Karsten usw. ; Deichmannhaus am Hauptbahnhof, D-5000 Köln 1 (DE).</p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), AU, BE (europäisches Patent), BR, CA, CH (europäisches Patent), CS, DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, KR, LU (europäisches Patent), MC (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>

(54) Title: DEVICE AND PROCESS FOR THE VAPORISATION OF MATERIAL

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR MATERIALVERDAMPFUNG



(57) Abstract

The object of the invention is a device for the vaporisation of material by means of a vacuum arc discharge with a cold cathode and a hot self-consuming anode, wherein the crucible (7) consists of an electrically and heat conductive material, the connecting member (7a) facilitates the electrically conductive and heat insulating securing of the crucible (7) to the anode base plate owing to its material or geometric properties, and the crucible (7) is arranged laterally above the working surface of the cathode (2a) and so near to it that the solid angle formed by the metal vapour plasma (9) pouring from the anode crucible (7) is not so reduced by the diaphragm (13) that uniform vapour coating of substrates above the crucible (7) is no longer possible. The cathode (2) and the anode are arranged opposite each other. The invention also relates to a process for the vaporisation of material in which the plasma jets (5a, 5b) from the cathode surfaces are unimpeded in their action on the outer wall of the crucible (7b) and on the material vapour above the crucible (9), giving a greater degree of vaporisation, and the crucible (7) is made of an electrically and heat conductive material.

(57) Zusammenfassung Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Materialverdampfung mittels Vakuumlichtbogenentladung mit kalter Kathode und heißer selbstverzehrender Anode, wobei der Tiegel (7) aus einem elektrisch leitfähigen und wärmeleitfähigen Material besteht, das Verbindungsstück (7a) aufgrund seiner Materialeigenschaften oder seiner geometrischen Eigenschaften eine elektrisch leitende und wärmeisolierende Befestigung des Tiegels (7) an der Anodenbasisplatte (6) ermöglicht und der Tiegel (7) seitlich oberhalb der Arbeitsfläche der Kathode (2a) so nahe an dieser Arbeitsfläche angeordnet ist, daß der Raumwinkel, der von dem vom Anodentiegel (7) abströmenden Metaldampfplasma (9) gebildet wird, gerade nicht durch die Blende (13) so verringert wird, daß eine homogene Bedampfung von Substraten oberhalb des Tiegels (7) nicht mehr möglich ist. Die Kathode (2) und die Anode sind gegenüberliegend angeordnet. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Materialverdampfung, wobei die von den Kathodenflächen ausgehenden Plasmaströme (5a, 5b) auf der Außenwandung des Tiegels (7b) und auf dem Materialdampf oberhalb des Tiegels (9) ungehindert einwirken, so daß ein hoher Verdampfungsgrad erreicht wird und der Tiegel (7) aus einem elektrisch leitfähigen und wärmeleitfähigen Material besteht.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MN	Mongolei
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BJ	Benin	GR	Griechenland	PL	Polen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SU	Sowjet Union
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

Vorrichtung und Verfahren zur Materialverdampfung

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Materialverdampfung mittels Vakuumlichtbogenentladung in einer Unterdruckkammer mit einer selbstverzehrenden Kathode (2) mit einer kühlbaren Kathodenzuführung (1), auf der die
10 Kathode befestigt ist und einer selbstverzehrenden heißen Anode, wobei an der Anodenbasisplatte (6) über ein Verbindungsstück (7a) ein Tiegel (7) befestigt ist und über der Kathode (2) eine die Kathode abschirmende Blende (13) angeordnet ist, der Tiegel (7) aus einem elektrisch leitfähigen und wärmeleitfähigen Material besteht und das
15 Verbindungsstück (7a) aufgrund seiner Materialeigenschaften oder seiner geometrischen Eigenschaften eine elektrisch leitende und wärmeisolierende Befestigung des Tiegels (7) an der Anodenbasisplatte (6) ermöglicht. Ein
20 weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Materialverdampfung.

Bei der Erzeugung dünner Überzüge auf Werkstücken durch Aufdampfen von Materialien im Vakuum sind in den letzten
25 Jahren zunehmend die plasma- und ionengestützten Beschichtungsverfahren in den Vordergrund getreten. Dies hat seine Ursache in der besseren Qualität der erzeugten Beschichtungen, die sich insbesondere durch eine bessere Haftung der Schichten und eine kompaktere Schichtstruktur gegenüber den klassischen Verfahren hervorheben.
30

Zu den bisher industriell eingesetzten bekannten plasma-gestützten Beschichtungsverfahren zählen die Kathodenzerstäubung, das Ionenplattieren sowie die Verdampfung durch Lichtbögen. Die Lichtbögen arbeiten sowohl mit

- 2 -

Glühkathoden (US-PS 4,197,157) oder Hohlkathoden (US-PS 3,562,141). Beide Kathodenarten benötigen zur Aufrechterhaltung der Bogenentladung ein Prozeßgas.

5 Eine weitere Gruppe der Lichtbögen sind die sogenannten Vakuumlichtbögen, die ohne Prozeßgas arbeiten. Bei diesen übernimmt verdampftes Elektrodenmaterial die Funktion des Prozeßgases. Der von den sich selbstverzehrenden Elektroden erzeugte Materialdampf dient neben der Aufrechterhaltung der Lichtbogenentladung auch zur Erzeugung von Überzügen auf Werkstücken. So ist aus D.M. Sanders "Review of ion-based coating processes derived from the cathodic arc", J. Vac. Sci. Technol. A7, No. 3, 2339 (1989) ein
10 Vakuumlichtbogen mit selbstverzehrender Kaltkathode bekannt und aus der DE-34 13 891 weiterhin ein Vakuumlichtbogen, bei dem die aus einer selbstverzehrenden Kaltkathode entstehenden Elektronen zur Verdampfung von Material an der Anode verwendet werden.

20 Dabei ist die als Verdampfungstiegel ausgebildete Anode zu einer kalten Kathode so angeordnet, daß die aus den Kathodenflecken von der Arbeitsfläche der Kaltkathode ausgehenden Plasmaströme die Außenwandung des anodischen Verdampfungstiegels so stark aufheizen, daß das in diesem
25 Verdampfungstiegel befindliche Verdampfungsgut verdampft und der entstehende Materialdampf oberhalb des Tiegels mit den von den Kathodenflecken ausgehenden Plasmaströmen in Wechselwirkung tritt, so daß dieser Materialdampf
30 ionisiert wird.

Ein gemeinsamer Nachteil der erwähnten plasmagestützten Beschichtungsmethoden liegt in den geringen Auftragsraten, die bei industriell einsetzbaren Vorrichtungen

unter 1 $\mu\text{m}/\text{min}$ liegen. Daraus resultieren bei der Anwendbarkeit plasmagestützter Verfahren im industriellen Maßstab geringe Produktionsgeschwindigkeiten, die mit den klassischen thermischen Aufdampfverfahren, die ohne Überführung des Verdampfungsguts in den Plasmazustand arbeiten, unter Kostengesichtspunkten nicht konkurrieren können.

Das technische Problem der Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Materialverdampfung bereitzustellen, mit der bzw. dem Auftragsraten von mehr als 1 $\mu\text{m}/\text{min}$ erreicht werden, um so eine kostengünstige, qualitativ hochwertige Vakuumbedampfung von Massenartikeln zu ermöglichen.

Das technische Problem wird dadurch gelöst, daß der Tiegel (7) seitlich oberhalb der Arbeitsfläche der Kathode (2a) so nahe an dieser Arbeitsfläche angeordnet ist, daß der Raumwinkel, der von dem vom Anodentiegel (7) abströmenden Metaldampfplasma (9) gebildet wird, gerade nicht durch die Blende (13) so verringert wird, daß eine homogene Bedampfung von Substraten oberhalb des Tiegels (7) nicht mehr möglich ist und die Kathode (2) und die Anode gegenüberliegend angeordnet sind.

Das technische Problem wird weiterhin durch ein Verfahren zur Materialverdampfung mittels Vakuumlichtbogenentladung in einer Unterdruckkammer mit einer selbstverzehrenden Kathode (2) mit einer kühlbaren Kathodenzuführung (1) und einer selbstverzehrenden heißen Anode gelöst, die aus der Anodenbasisplatte (6), einem Verbindungsstück (7a) und dem Tiegel (7) besteht, wobei der Wärmetransport vom Anodentiegel (7) zur Anodenbasisplatte (6) gering gehalten wird, die von den Kathodenflecken ausgehenden Plasmaströme (5a, 5b) auf die Außenwandung des Tiegels (7b) und

auf dem Materialdampf oberhalb des Tiegels (9) ungehindert einwirken können, so daß ein hoher Verdampfungsgrad erreicht wird und der Tiegel (7) aus einem elektrisch leitfähigen und wärmeleitfähigen Material besteht.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform besteht der Tiegel aus Titandiborid, Wolfram oder einer Mischkeramik aus Bornitrid, Titandiborid und Aluminiumnitrid.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden qualitativ hochwertige Beschichtungen mit Auftragsraten auf Werkstücken von mehr als $1 \mu\text{m}/\text{sec}$ ermöglicht, so daß eine Massenproduktion unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten durchführbar wird.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren konnten in 15 cm Abstand vom Lichtbogen die in Tabelle 1 dargestellten Auftragsraten erreicht werden. Die in den Lichtbogen eingekoppelte Leistung betrug jeweils 3 kW.

TABELLE 1

Verdampfungsmaterial	Tiegelmaterial	Abstand Anode-Kathode	Auftragsrate
Aluminium	TiB_2	5 cm	4,8 μ/min
Kupfer	W	5 cm	6,0 μ/min
Silber	W	5 cm	9,0 μ/min

Die hier aufgeführten Werte für die Auftragsrate lassen sich mit höheren Lichtbogenleistungen steigern.

Die angegebenen Auftragsraten übertreffen bei weitem die mit anderen plasmagestützten bzw. ionengestützten Verfahren erreichbaren Werte. So sind mit der für Beschichtungen am häufigsten angewandten Kathodenzerstäubung selbst bei Anwendung extremer Leistungen von ≤ 50 kW kaum Auftragsraten über $1 \mu\text{m}/\text{min}$ zu erreichen.

Wird die in den Lichtbogen eingebrachte Leistung zugrunde gelegt, so übertreffen die Auftragsraten des erfindungsgemäßen Verfahrens auch bei weitem jene, die mit Lichtbögen mit Glühkathode, Hohlkathode oder selbstverzehrender Kaltkathode ohne Anodenverdampfung erreicht werden.

Das vorliegende erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich somit aus durch eine effektive Ausnutzung der in den Lichtbögen eingebrachten Leistung für den Verdampfungsprozeß. Aufgrund dieser Effektivität lassen sich mit relativ geringen elektrischen Leistungen hohe Verdampfungsraten erreichen.

Weiterhin führt die effektive Ausnutzung der in den Lichtbogen eingebrachten Leistung zu einer geringeren Wärmeproduktion und damit zu einer geringeren Wärmebelastung der zu beschichtenden Werkstücke und einem geringeren Verbrauch an elektrischer Energie und an Kühlwasser.

Aufgrund der schnellen Aufheizung des Verdampfungsguts und der nachfolgend hohen Verdampfungsrate ist das erfindungsgemäße Verfahren auch für eine quasi-kontinuierliche Produktionsweise geeignet, bei der die zu beschichtenden Werkstücke über Schleusen in die Beschichtungskammer hinein- bzw. hinausgelangen und der Bedampfungsprozeß nur während der Verweilzeit des Werkstücks in der Vakuumkammer eingeschaltet wird.

Figur 1 zeigt eine Vorrichtung, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

5 Figur 2 zeigt die gleiche Vorrichtung, wobei jedoch die Kathode und die Anode in unerwünschter Weise zueinander angeordnet sind.

10 Figur 3 zeigt eine bevorzugte Anordnung der Vorrichtung nach Figur 1, wobei Anode und Kathode zueinander geneigt angeordnet sind.

15 Figur 1 zeigt eine gekühlte Kathodenzuführung (1) mit dem Kathodenmaterial (2) und einer Haltevorrichtung (3) für das Kathodenmaterial (2). Die Vorrichtung (3) dient gleichzeitig zur Fixierung der Kathodenflecke (5) auf der Arbeitsfläche (2a) des Kathodenmaterials (2). Die Lichtbogenentladung wird mittels einer Zündeinrichtung (4), die nur symbolhaft dargestellt ist, nach dem Stand der Technik gezündet.
20

Die Anode besteht aus einer Anodenhalterung (Anodenbasisplatte) (6), einem Anodentiegel (7) und einer elektrisch leitenden Verbindung (7a) zwischen Halterung (6) und Tiegel (7). Die Verbindung (7a) ermöglicht aufgrund ihrer Material- oder geometrischen Eigenschaften eine elektrisch leitende und wärmeisolierende Befestigung des Tiegels (7) an der Anodenbasisplatte (6). In einer bevorzugten Ausführungsform besitzt das Verbindungsstück (7a) einen so bemessenen elektrischen Widerstand, daß es sich durch den zum Tiegel fließenden Strom aufheizt.
25
30

Es ist vorteilhaft, die Verbindung (7a) so auszubilden, daß ein geringer Wärmetransport vom Tiegel (7) zur Halterung (6) stattfindet.

Innerhalb des Anodentiegels (7) ist das Verdampfungsgut (8) angebracht. Verbrauchtes Verdampfungsgut (8) kann durch Material in Drahtform (10) nachgeführt werden. Hierzu ist das nachführbare Material (10) auf einer Drahtrolle gespeichert und wird in der üblichen Art über Antriebsrollen (11) und ein Führungsrohr (12) dem Verdampfungstiegel (7) zugeführt.

Der Anodentiegel (7) ist gegenüber der Arbeitsfläche der Kathode (2a) geometrisch so angeordnet, daß von den Kathodenflecken ausgehende Plasmaströme (5a, 5b) sowohl auf die Außenwandung des Tiegels (7b) als auch auf den Materialdampf (9) oberhalb des Tiegels einwirken. In einer bevorzugten Ausführungsform können die Plasmaströme (5a, 5b) von jeweils getrennten Kathoden ausgehen. Der Plasmastrom (5a), der die Außenwandung (7b) des Tiegels (7) trifft, bewirkt aufgrund der hohen Energien der im Plasmastrom mitgeführten Teilchen (5) eine schnelle und starke Aufheizung des Tiegels und damit auch eine starke Aufheizung des Verdampfungsguts. Es ist daher besonders vorteilhaft, wenn der Tiegel aus einem gut wärmeleitfähigen Material besteht. Diese starke Aufheizung führt zu einer stürmischen Verdampfung des Verdampfungsguts (8). Der Plasmastrom (5b) tritt mit dem Materialdampf (9) oberhalb des Tiegels in Wechselwirkung. Infolge inelastischer Stoßprozesse zwischen den Partikeln des Plasmastroms (5b) und des Materialdampfs führt diese Wechselwirkung zur Ausbildung eines dichten Plasmas oberhalb des Tiegels. Dieses Plasma trifft auf das Verdampfungsgut (8) im Tiegel (7), was zu einer weiteren Energiezufuhr zum Verdampfungsgut und damit zu einer Steigerung der Verdampfungsgeschwindigkeit führt. Der aus der ionisierten Dampf Wolke oberhalb des Tiegels in das umgebende Vakuum abströmende ionisierte Metaldampf kann dann für Beschichtungszwecke genutzt werden.

Für eine qualitativ hochwertige Beschichtung ist es notwendig, die von den Kathodenflecken (5) ausgehenden und im Plasmastrahl (5a, 5b) mitgeführten Metalltröpfchen vom zu beschichtenden Objekt fernzuhalten. Zu diesem Zweck ist die in Figur 1 dargestellte Blende (13) oberhalb der Kathode angebracht, die den kathodischen Plasmastrom (5a, 5b) auf einen Raumbereich außerhalb des zu beschichtenden Objekts begrenzt. Die Blende (13) erfordert einen minimalen Abstand zwischen Arbeitsfläche (2a) der Kathode und Anodentiegel (7), da bei zu geringem Abstand eine unerwünschte räumliche Begrenzung (14) des vom Anodentiegel (7) abströmenden Metалldampfplasmas (9) erfolgt. Der Tiegel (7) ist daher seitlich oberhalb der Arbeitsfläche der Kathode (2) so nahe an dieser Arbeitsfläche angeordnet, daß der Raumwinkel, der von dem vom Anodentiegel (7) abströmenden Metалldampfplasma (9) gebildet wird, gerade nicht durch die Blende (13) verringert wird, so daß noch eine homogene Bedampfung von Substraten oberhalb des Tiegels (7) erfolgt.

Figur 2 zeigt eine Anordnung von Anode und Kathode, wie sie nicht erwünscht ist. Hier ist der Abstand zwischen der Arbeitsfläche (2a) der Kathode und dem Anodentiegel (7) so gering, daß das abströmende Metалldampfplasma (9) durch die Blende (13) behindert wird. Wenn die Elektroden zu dicht zusammenstehen, wird durch die Abschattung (14) ein Raumwinkel nicht genutzt und in dieser Richtung angeordnete Substrate werden nicht beschichtet.

Zur Erzielung hoher Verdampfungsgeschwindigkeiten ist es vorteilhaft, wenn das Verbindungsstück (7a) zur elektrischen Kontaktierung des Verdampfungsguts (8) und/ oder des Tiegels (7) den Wärmetransport zwischen Tiegel (7) und Halterung (6) behindert. Eine Behinderung des Wärmetransportes kann in einer bevorzugten Ausführungsform

dadurch erreicht werden, daß das Verbindungsstück (7a) relativ lang (ca. 5 cm) ist und mit geringem Querschnitt ausgebildet ist. Diese geometrisch verursachte Verringerung des Wärmetransports wird jedoch begrenzt durch die
5 erforderliche mechanische Stabilität des Verbindungsstücks (7a). Weiterhin kann es in einer besonders bevorzugten Ausführungsform vorteilhaft sein, wenn das Verbindungsstück (7a) einen so bemessenen elektrischen Widerstand besitzt, daß infolge des Stromflusses im Lichtbogen das Verbindungsstück (7a) durch diesen Stromfluß aufgeheizt wird und hierdurch eine Wärmeabfuhr vom Tiegel (7) zur Halterung (6) verhindert wird oder die elektrische Aufheizung des Verbindungsstücks (7a) durch den
10 Stromfluß sogar eine zusätzliche Energiezufuhr zum Tiegel (7) bewirkt. Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn ein möglichst großer Teil der Außenwandung (7b) des Tiegels vom Plasmastrom (5a) beaufschlagt wird. Dies wird besonders günstig dadurch erreicht, daß die Anode der Kathode gegenüberliegend angeordnet ist und der Tiegel (7) seitlich oberhalb der Arbeitsfläche der Kathode (2a) angebracht ist. Der Tiegel (7) soll weiterhin aus einem gut wärmeleitfähigem Material bestehen, damit die Wärme von der Tiegelaußenwandung (7b) effektiv zum Verdampfungsgut
15 geleitet wird.
20
25

Figur 3 zeigt eine Anordnung, in der eine Kathode und eine Anode etwas geneigt zueinander angeordnet sind. Diese Anordnung bietet den Vorteil, daß einmal das
30 schmelzflüssige Verdampfungsgut (8) infolge der Schwerkraft zur Anodenspitze (zur Kathode weisendes Ende des Verdampfungstiegels (7)) fließt. Die Anodenspitze wird aufgrund der Nähe zur Kathode besonders stark durch den Plasmastrom (5a) aufgeheizt. Die Schrägstellung des

Tiegels (7) bewirkt eine stetige Benetzung der Anodenspitze mit schmelzflüssigem Verdampfungsgut und damit eine effektive Verdampfung.

- 5 Zum anderen bewirkt die Schrägstellung eine weitere Eingengung des vom Plasmastrom (5a, 5b) durchsetzten Raumbereiches oberhalb des Tiegels (7), so daß ein größerer Raumbereich für Beschichtungszwecke zur Verfügung steht.

10

15

20

25

30

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zur Materialverdampfung mittels Vakuumlichtbogenentladung in einer Unterdruckkammer mit einer selbstverzehrenden Kathode (2) mit einer kühlbaren Kathodenzuführung (1), auf der die Kathode befestigt ist und einer selbstverzehrenden heißen Anode, wobei an der Anodenbasisplatte (6) über ein Verbindungsstück (7a) ein Tiegel (7) befestigt ist und über der Kathode (2) eine die Kathode abschirmende Blende (13) angeordnet ist, der Tiegel (7) aus einem elektrisch leitfähigen und wärmeleitfähigen Material besteht und das Verbindungsstück (7a) aufgrund seiner Materialeigenschaften oder seiner geometrischen Eigenschaften eine elektrisch leitende und wärmeisolierende Befestigung des Tiegels (7) an der Anodenbasisplatte (6) ermöglicht, dadurch gekennzeichnet, daß der Tiegel (7) seitlich oberhalb der Arbeitsfläche der Kathode (2a) so nahe an dieser Arbeitsfläche angeordnet ist, daß der Raumwinkel, der von dem vom Anodentiegel (7) abströmenden Metaldampfplasma (9) gebildet wird, gerade nicht durch die Blende (13) so verringert wird, daß eine homogene Bedampfung von Substraten oberhalb des Tiegels (7) nicht mehr möglich ist und die Kathode (2) und die Anode gegenüberliegend angeordnet sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Tiegel (7) aus Titandiborid, Wolfram oder einer Mischkeramik aus Bornitrid, Titandiborid und Aluminiumnitrid besteht.
3. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungsstück (7a) zur Aufheizung durch den zum Tiegel fließenden Strom einen geeignet bemessenen elektrischen Widerstand besitzt.
4. Verfahren zur Materialverdampfung mittels Vakuumlichtbogenentladung in einer Unterdruckkammer mit einer selbstverzehrenden Kathode (2), einer kühlbaren Kathodenzuführung (1) und einer selbstverzehrenden heißen Anode nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetransport vom Anodentiegel (7) zur Anodenbasisplatte (6) gering gehalten wird und die von den Kathodenflecken ausgehenden Plasmaströme (5a, 5b) auf die Außenwandung des Tiegels (7b) und auf den Materialdampf oberhalb des Tiegels (9) ungehindert einwirken, so daß ein hoher Verdampfungsgrad erreicht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die Plasmaströme (5a, 5b) jeweils getrennte Kathoden eingesetzt werden.

1/3

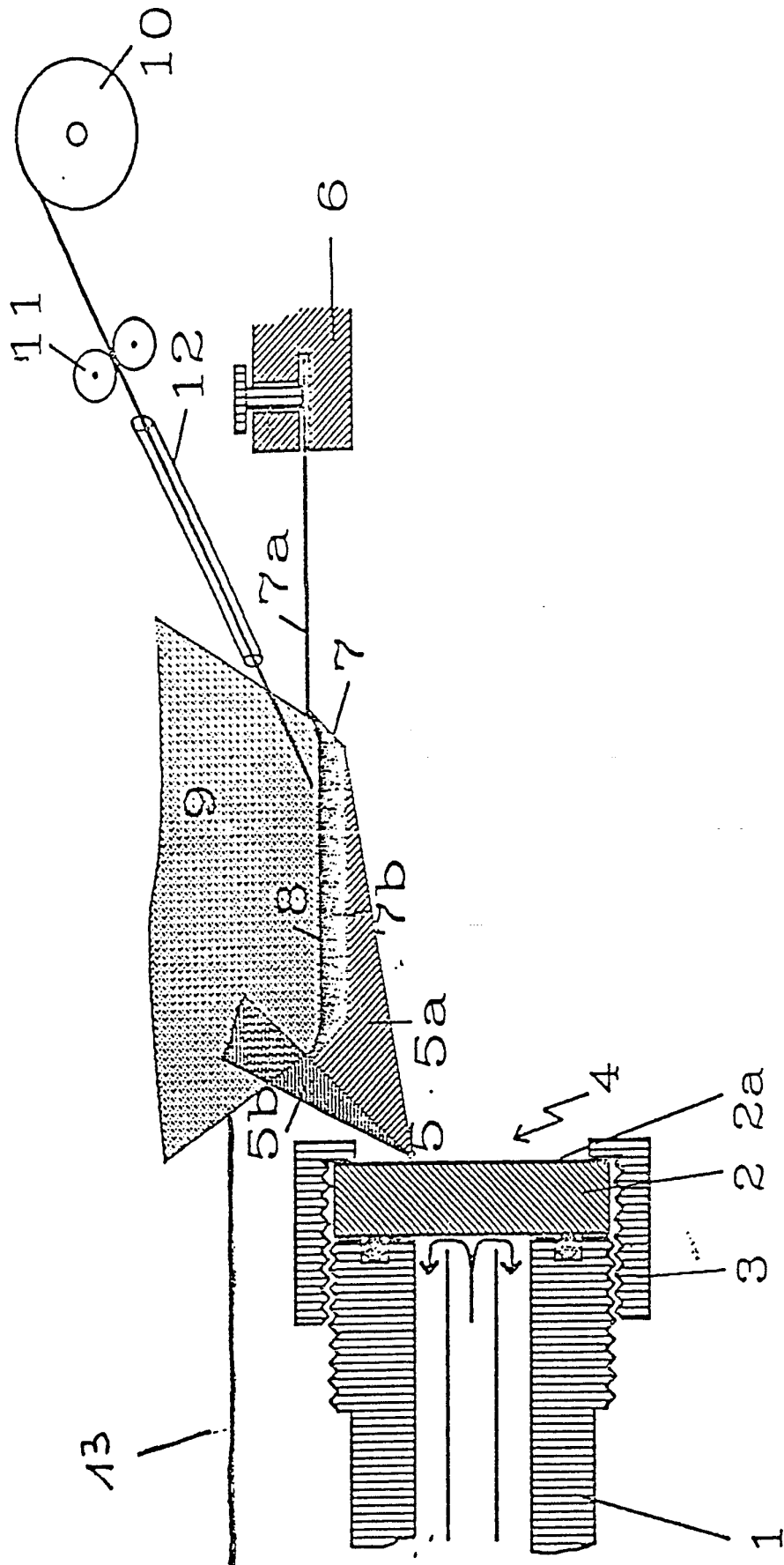
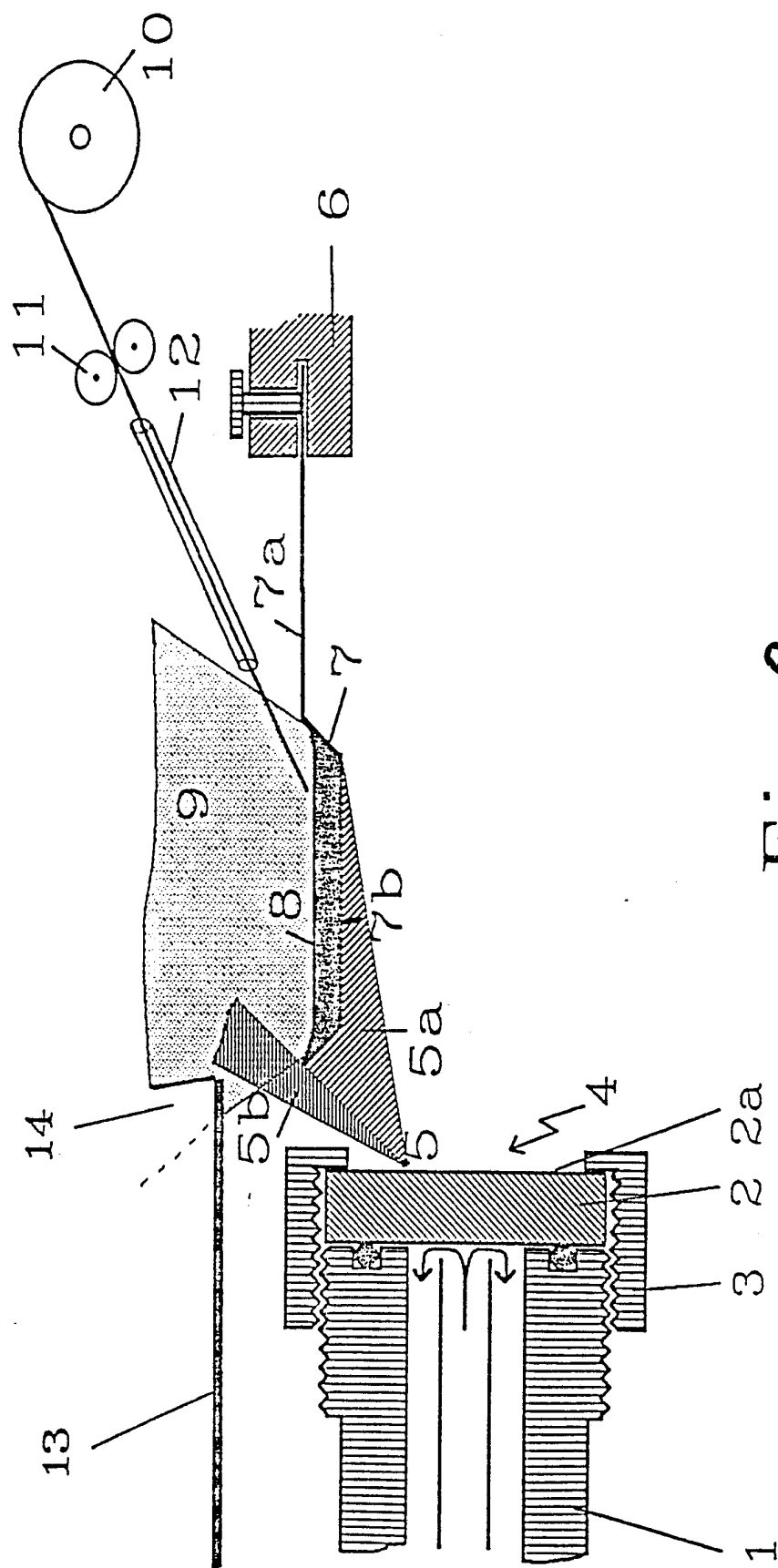


Fig. 1

2/3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 91/02525

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl. ⁵ C 23 C 14/32; H 01 J 37/305		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁵	C 23 C	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY A volume 6, No 1, 1 January 1988, WOODBURY; NY, USA pages 134 - 138; H. EHRICH: "The anodic vacuum arc. I. Basic construction and phenomenology" see page 134, column 2, line 9 - page 135, column 1, line 8; figures 1,5	1-5
A	US, A, 3 544 763 (G. GEIR) 1 December 1970 see column 2, line 29 - line 47; figure 4	1-5
A	EP, A, 0 158 972 (H. EHRICH) 23 October 1985 cited in the application see claim 33; figure 4	1-5

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>¹⁰ Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"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</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"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.</p> <p>"Z" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search 13 March 1992 (13.03.92)		Date of Mailing of this International Search Report 25 March 1992 (25.03.92)
International Searching Authority European Patent Office		Signature of Authorized Officer

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. EP 9102525
SA 54600**

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 13/03/92


Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-3544763	01-12-70	CH-A- 452313 DE-A- 1521175 FR-A- 1505169 GB-A- 1105989 NL-A- 6600952	31-07-69 19-06-67

EP-A-0158972	23-10-85	DE-A- 3413891 JP-A- 60255973 US-A- 4917786	17-10-85 17-12-85 17-04-90

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 91/02525

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. 5 C23C14/32; H01J37/305		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	C23C	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art. ⁹	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY A Bd. 6, Nr. 1, 1. Januar 1988, WOODBURY, NY, USA Seiten 134 - 138; H. EHRICH: 'The anodic vacuum arc.I. Basic construction and phenomenology' siehe Seite 134, Spalte 2, Zeile 9 - Seite 135, Spalte 1, Zeile 8; Abbildungen 1,5 ---	1-5
A	US,A,3 544 763 (G. GEIR) 1. Dezember 1970 siehe Spalte 2, Zeile 29 - Zeile 47; Abbildung 4 ---	1-5
A	EP,A,0 158 972 (H.EHRICH) 23. Oktober 1985 in der Anmeldung erwähnt siehe Anspruch 33; Abbildung 4 ---	1-5
<p>⁹ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
13. MAERZ 1992		25. 03. 92
Internationale Recherchenbehörde EUROPAISCHES PATENTAMT		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten EKHULT H.U. 

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 9102525
SA 54600

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13/03/92

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-3544763	01-12-70	CH-A- 452313	
		DE-A- 1521175	31-07-69
		FR-A- 1505169	
		GB-A- 1105989	
		NL-A- 6600952	19-06-67
<hr/>			
EP-A-0158972	23-10-85	DE-A- 3413891	17-10-85
		JP-A- 60255973	17-12-85
		US-A- 4917786	17-04-90
<hr/>			

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82