

(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 2011 (10.11.2011)(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/137967 A1

PCT

(51) Internationale Patentklassifikation:
C23C 14/32 (2006.01) H01J 37/32 (2006.01)

(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, 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, RO, RS, RU, 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.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/001856

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

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. April 2011 (13.04.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
61/330,935 4. Mai 2010 (04.05.2010) US

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OERLIKON TRADING AG, TRÜBBACH [CH/CH]; Hauptstrasse, CH-9477 Trübbach (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LECHTHALER, Markus [IT/AT]; Mutterstrasse 64/19, A-6800 Feldkirch (AT).

(74) Anwalt: KEMPKENS, Anke; Anwaltskanzlei Kempkens, Vordere Mühlgasse 187, 86899 Landsberg a. Lech (DE).

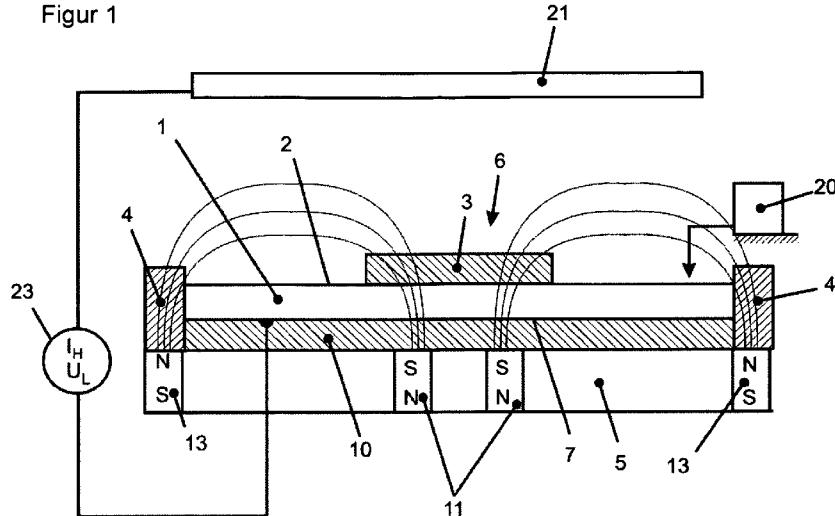
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD FOR SPARK DEPOSITION USING CERAMIC TARGETS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM FUNKENVERDAMPFEN MIT KERAMISCHEN TARGETS

Figur 1



(57) Abstract: The present invention relates to an arc deposition source, comprising an electrically conductive ceramic target plate (1), on the back of which a cooling plate (10) is provided, wherein a shield (3) is provided in the central area on the surface to be coated so that the cathode spot of the arc does not reach the central area (6) of the surface during operation of the deposition source.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Lichtbogen-Verdampfungsquelle mit elektrisch leitender keramischer Targetplatte (1), an deren Rückseite eine Kühlplatte (10) vorgesehen ist wobei an der zu verdampfenden Oberfläche (2) im Zentralbereich eine Abschirmung (3) vorgesehen ist so dass beim Betreiben der Verdampfungsquelle der Kathodenfleck des Lichtbogens nicht in den Zentralbereich (6) der Oberfläche gelangt.

Verfahren zum Funkenverdampfen mit keramischen Targets

Technisches Gebiet auf das sich die Erfindung bezieht

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beschichtung von Werkstücken mittels kathodischem Funkenverdampfen und elektrisch leitenden keramischen Targets. Die Erfindung betrifft insbesondere eine Quelle für eine Beschichtungsanlage zur Durchführung des oben genannten Verfahrens. Die Erfindung betrifft insbesondere eine
10 Beschichtungsanlage zur Durchführung des oben genannten Verfahrens.

Bisheriger Stand der Technik

15 Es ist bekannt Werkstücke dadurch zu beschichten, dass in einer Vakuumkammer ein Plasma in Form einer Hochstrom-Niederspannungs-Lichtbogenentladung auf einer Werkstoffquelle, im folgenden Target genannt, erzeugt wird. Der zu verdampfende Werkstoff wird bei diesem Prozess als Kathode an den negativen Pol einer Spannungsquelle gelegt. Mittels einer Zündeinrichtung wird der Lichtbogen gezündet. Der Lichtbogen schmilzt die Kathode an einem
20 oder mehreren Kathodenflecken, in denen sich der Stromübergang konzentriert. Dabei werden im Wesentlichen Elektronen aus der Kathode herausgezogen. Um den Lichtbogen aufrecht zu erhalten, muss daher ständig für Elektronennachschnitt an der entsprechenden Kathodenoberfläche gesorgt werden. Der Lichtbogen, oder bedeutungsgleich auch Arc genannt, bewegt sich mehr oder weniger stochastisch auf der Kathodenfläche. Es kommt zu
25 einem extrem schnellen Aufheizen kleiner Targetoberflächenbereiche, wodurch lokaler Material verdampft wird. Dies ist bei metallischen Targetmaterialien kein Problem, da diese im Wesentlichen sowohl die Thermoschockbeständigkeit als auch die Wärmeleitfähigkeit aufweisen um einen solchen durch den Lichtbogen induzierten punktuellen thermischen Schock unbeschadet zu überstehen.

30 Beim Funkenverdampfen von metallischen Targets spielt allerdings die Droplet-Problematik eine grosse Rolle: Durch das schnelle lokale Aufheizen des metallischen Targetmaterials werden makroskopische Spritzer, die von geschmolzenem Targetmaterial herühren vom Target geschleudert die sich auf den zu beschichtenden Oberflächen als Droplet niederschlagen. Solche Droplets können Schichteigenschaften, wie zum Beispiel
35 Verschleissbeständigkeit oder Oberflächenrauheit extrem negativ beeinflussen. Es wird daher viel Aufwand getrieben, um solche Droplets im Wesentlichen zu vermeiden. Eine Möglichkeit

besteht darin, die Droplets, bevor sie sich am Substrat ablegen können herauszufiltern. Eine solche Massnahme ist allerdings aufwändig und hat meist negativen Einfluss auf die Beschichtungsrate. Da die Dropletbildung umso grösser ist, je langsamer sich der Lichtbogen auf der metallischen Targetoberfläche bewegt, gibt es auch die Möglichkeit die
5 Dropletproblematik dadurch zu verringern, dass der Lichtbogen auf der Targetoberfläche, beispielsweise mittels horizontal radial ausgerichteter Magnetfeldlinien in eine schnelle Bewegung gezwungen wird. Die veröffentlichte Patentanmeldung WO200016373 offenbart dabei eine Konfiguration einer Beschichtungsquelle, bei der hinter dem metallischen Target magnetische Mittel vorgesehen sind die ausserhalb des Zentralbereichs des Targets zu einer
10 solchen gewünschten Magnetfeldverteilung führt. Da im Zentralbereich des Targets vertikale Komponenten des Magnetfeldes vorherrschen, die quasi den Lichtbogen einfangen würden, wird dort mittels Abdeckung verhindert, dass der Lichtbogen dorthin gelangt. Als Abdeckung wird beispielsweise Bornitrid und /oder Titanitrid angegeben. Diese Materialien haben, wie dort beschrieben, eine geringere Sekundärelektronenemissionsrate und eine geringere
15 Oberflächenenergie als das metallische Targetmaterial.

Es sei hier angemerkt, dass im Rahmen der keramischen Targets die Dropletproblematik im Wesentlichen nicht gegeben ist. Bei keramischen Targets ist das Aufschmelzen des Targetmaterials durch den hohen Schmelzpunkt wesentlich komplexer als bei derartigen
20 metallischen Verbindungen. Beim Verdampfen handelt es sich vermutlich viel eher um einen Sublimationsprozess. Die meisten der durch den Lichtbogen markoskopisch aus der keramischen Targetoberfläche herausgeschlagenen Stücke sind so gross, dass sie aufgrund der Gravitation nicht zu den zu beschichtenden Werkstücke gelangen sondern sich am Boden der Beschichtungskammer ablagern. Die auf den Werkstücken entstehende Schicht umfasst
25 zwar noch messbar sogenannte Droplets. Diese allerdings in so geringer Dichte, dass keine weiteren Massnahmen gegen diese notwendig sind.

Demgegenüber list ein grosses Problem darin zu sehen, dass Keramikmaterialien zumeist eine sehr geringe Thermoschockbeständigkeit aufweisen. Ist das Material nicht
30 thermoschockbeständig, so entstehen Risse an denen der Kathodenfleck des Lichtbogens nur schwer vorbei kommt. Es ist noch nicht ganz geklärt, warum es an Rissen zu einem solchen Einfangen kommt. Eine mögliche Erklärung wäre mit Hilfe des sogenannten Feldemissionseffektes denkbar, bei dem es an Spitzen und Kanten zu einem erleichterten Elektronenaustritt kommt. Durch die längere Aufenthaltszeit erhitzt sich das Material dort

zusätzlich, was bei keramischen Materialien zur Folge hat, dass die Schwelle für die Elektronenemission lokal sinkt. Dies bedeutet allerdings wiederum, dass der Lichtbogen, der sich immer diejenigen Bereiche der Oberfläche sucht, aus denen er am leichtesten Elektronen emittieren kann, noch länger am Riss verharrt. Es handelt sich dabei also um einen sich selbst verstärkenden zerstörerischen Effekt. Derzeit kommen daher beim Funkenverdampfen keramische Targets industriell im Wesentlichen nicht zum Einsatz. Eine Ausnahme hierzu bildet Wolframcarbid, dessen Thermoschockbeständigkeit im Vergleich zu anderen Keramikmaterialien insbesondere wie zum Beispiel Titanitrid (TiN), Titandiborid (TiB₂), ZrB₂, NbB₂ Wolframborid (WB) oder Wolframnitrid (W₂N) geringer ist. Derzeit ist daher lediglich das Funkenverdampfen auf der Basis von Wolframcarbid-Targets (WC-Targets) verbreitet.

Es besteht allerdings ein Bedürfnis im Markt, auch solche Schichtmaterialien von keramischen Targets mittels Lichtbogen wirtschaftlich verdampfen zu können, für die dies bisher jedenfalls nicht in industriellem Massstab möglich war. Insbesondere sollen TiN, TiB₂, WB und/oder auch W₂N Targets für das Verdampfen mittels Lichtbogen herangezogen werden können, ohne dass es frühzeitig zum Targetbruch kommt.

Für TiB₂ Targets wird dementsprechend im Artikel „ceramic cathodes for arc-physical vapor deposition: development and application“, von O. Knotek, F. Löffler, surface and coating technology 49 (1991), Seiten 263 bis 267 von Problemen berichtet die die Konzentration des Kathodenflecks an einer lokalen Stelle konzentriert sieht was zur Überhitzung und sogar zum Bruch der Platte führt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, auch solche Schichtmaterialien von keramischen Targets mittels Lichtbogen wirtschaftlich verdampfen zu können, für die dies bisher jedenfalls nicht in industriellem Massstab möglich war. Insbesondere sollen TiN, TiB₂, WB und/oder auch W₂N Targets für das Verdampfen mittels Lichtbogen herangezogen werden können, ohne dass es frühzeitig zum Targetbruch kommt.

Die Erfinder stellten sich daher die Frage, wie der durch den Arc auf das Target übertragene Thermoschock effizient abgefangen werden kann. Aus der Sputtertechnologie, welches ein zum Funkenverdampfen alternatives PVD-Beschichtungsverfahren ist, ist bekannt, das Sputter-Targetmaterial mit sogenannten Kühlplatten zu kleben (bonden) um eine effiziente Wärmeabfuhr zu ermöglichen. Solche Kühlplatten haben eine grosse thermische Leitfähigkeit

und werden möglichst breitflächig und mit guten Wärmebrücken an dem Sputter-Targetmaterial befestigt. Vorzugsweise haben diese Kühlplatten einen ähnlichen Ausdehnungskoeffizienten wie das für das Sputtern eingesetzte Targetmaterial. Aufgrund der hohen Targetleistungen beim Sputtern, bedingt durch die vergleichsweise hohe
5 Entladungsspannung kommt es zu einem hohen thermischen Eintrag auf das Sputtertarget, allerdings gleichmäßig verteilt über das ganze Target.

Die beim Funkenverdampfen auftretenden thermischen Belastungen die zu Thermoschocks führen können sind jedoch lokalisiert und zeichnen durch hohe Temperaturgradienten aus was
10 zu einer mechanischen Überbeanspruchung des keramischen Targets führt. Im Gegensatz hierzu ist beim Sputtern die Thermoschockbeständigkeit durch die gleichmässige Temperaturverteilung im Target nicht relevant.

Der einfache Einsatz einer Kühlplatte beim für das Verdampfen mittels Lichtbogen eingesetzten keramischen Target führt daher nicht zu einem befriedigenden Ergebnis. Die Gefahr des Targetbruchs ist weiterhin prominent. Es kommt hinzu, dass die lokalisierte Temperaturbeaufschlagung häufig dazu führt, dass gerade dort lokal die Bondingverbindung Schaden nimmt und dann kein guter Wärmekontakt mehr besteht wo er eigentlich am notwendigsten wäre.
20

Allerdings haben die Erfinder herausgefunden, dass überraschenderweise einige Massnahmen, welche im Zusammenhang mit dem Funkenverdampfen von metallischen Targets zu einer Reduktion der Dropletproblematik führt, im Zusammenhang mit den keramischen Targets dazu führt, dass zuverlässig und ohne Beschädigung des keramischen
25 und mit einer Kühlplatte versehenen Targets das Funkenverdampfen angewandt werden kann. Erfindungsgemäß wird daher das Funkenverdampfen derart vollzogen, dass von einem keramischen Target, an dessen Rückseite eine Kühlplatte gebondet ist, mittels Lichtbogen verdampft wird, dadurch gekennzeichnet dass der Lichtbogen auf eine schnelle Bewegung auf der Targetoberfläche gezwungen wird.

30 Eine erfindungsgemäße Lichtbogenquelle für Beschichtungsanlagen zum Lichtbogenverdampfen umfasst daher mindestens ein keramisches Target, an dessen Rückseite mit gutem thermischen Kontakt, vorzugsweise gebondet, eine Kühlplatte vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet dass in der Anlage Mittel vorgesehen sind, mittels

derer der Kathodenfleck des Lichtbogens zu einer Bewegung gezwungen wird, welche die lokale Erwärmung und dadurch die Bildung von Mikrorissen reduzieren und selbst im Falle der Bildung kleiner Mikrorissen die an dieser Stelle erhöhte Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Kathodenflecks verhindern.

5

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Quelle mit erfindungsgemäßer Targetplatte in schematischer
10 Seitenansicht.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bestandteils der
Lichtbogenquelle.

15 Fig. 3 zeigt eine weitere eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bestandteils der
Lichtbogenquelle.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Lichtbogen-Verdampferquelle dargestellt, wie sie in einer Arc-Verdampfungs-Kammer zur Beschichtung von Substraten verwendet wird. Sie umfasst
20 üblicherweise eine Zündeinrichtung 20 – wie rein schematisch dargestellt – zum Zünden des
Lichtbogens. Im weiteren ist zwischen Targetplatte 1 und einer Anode 21, wieder rein
schematisch dargestellt, eine elektrische Hochstrom – I_H – , Niederspannungs – U_L – DC-
Spannungsquelle 23 geschaltet.

25 Die erfindungsgemäße Lichtbogen-Quelle umfasst die elektrisch leitende keramische
Targetplatte 1 mit zu verdampfender Oberfläche 2. An der rückseitigen Oberfläche 7 der
Targetplatte 1, d.h. an der von der zu verdampfenden Oberfläche 2 abgewandten Oberfläche
ist mit der Targetplatte 1 thermisch grossflächig wirkverbunden eine Kühlplatte 10 vorgesehen.
Die Kühlplatte 10 besteht aus einem Material mit hoher thermischen Leitfähigkeit. Durch den
30 grossflächigen thermischen Kontakt ist die Kühlplatte in der Lage den durch den
Kathodenfleck auf die Targetoberfläche 2 erfolgenden lokalen Energieeintrag rasch und
effizient über die gesamten Targetquerschnitt zu verteilen. Die Gefahr einer Zerstörung der
Targetplatte 1 aufgrund Thermoschock ist somit bereits durch diese Vorkehrung etwas
abgemildert. Ist die Kühlplatte zusätzlich elektrisch leitfähig so kann der elektrische Kontakt

der Targetplatte 1 zur Spannungsquelle 23 über die Kühlplatte 10 realisiert sein. Beispielsweise kommt als Kühlplattenmaterial Molybdän in Frage, aber auch andere Materialien, wie aus der Sputtertechnologie bekannt, können verwendet werden.

- 5 Vorzugsweise ist die thermische Wirkverbundenheit dadurch hergestellt, dass die Kühlplatte an die Targetplatte gebondet ist. Allerdings hat sich gezeigt, dass es trotz Kühlplatte lokal zu einer Erwärmung kommt, welche dazu führt, dass lokal Elektronen leichter austreten können. Ohne weitere Massnahmen verharrt der Fleck daher an dieser Stelle, was dazu führt, dass der Thermoschock Größenordnungen annimmt, die selbst die Kühlplatte nicht mehr abfangen
10 kann.

Die erfindungsgemäße Lichtbogenquelle umfasst daher ausserdem Mittel welche den Kathodenfleck bzw. gegebenenfalls die Kathodenflecken des Lichtbogens zu einer Bewegung über das Target und gegebenenfalls weg von Mikrorissen zwingen. In der in Fig. 1 gezeigten
15 Ausführungsform umfassen diese Mittel hinter der Kühlplatte angeordnete innere Permanentmagneten 11 und einen äusseren Ringmagneten 13 welcher zu den inneren Permanentmagneten 11 gegenpolig orientiert ist. Aufgrund der inneren Permanentmagneten 11 und dem äusseren Ringmagneten 13 gibt es über der zu verdampfenden Oberfläche 2 von Nord nach Süd bzw. von Süd nach Nord verlaufende Magnetfeldlinien.. Horizontale
20 Komponenten des über der Oberfläche 2 aufgebauten Magnetfeldes führen zu einer Zwangsbewegung des Kathodenflecks des Lichtbogens über die Oberfläche 2. Demgegenüber führen im vorliegenden Fall vertikale Komponenten des über der Oberfläche 2 aufgebauten Magnetfeldes dazu, dass der Kathodenfleck oder die Kathodenflecken des Lichtbogens im Wesentlichen auf der entsprechenden Stelle der Oberfläche verharrt oder
25 dass dessen Bewegung zumindest abgebremst wird.

In der hier diskutierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden daher Massnahmen ergriffen, um den Kathodenfleck von Bereichen der Oberfläche 2 fernzuhalten, an welchen vertikale Komponenten des Magnetfeldes vorherrschen. Daher ist an der
30 Oberfläche 2 der elektrisch leitenden keramischen Targetplatte 1 eine Abdeckung 3 in einem zentralen Bereich angeordnet, wobei die Abdeckung 3 so beschaffen ist, dass in diesem Bereich kein Elektronennachschub mehr gewährleistet ist, welcher am Kathodenfleck den Lichtbogen speisen könnte. Im vorliegenden Beispiel besteht zumindest die Oberfläche der Abdeckung 3 aus nicht leitendem Material, wie zum Beispiel Al₂O₃ oder Bornitrid. Denkbar ist

allerdings auch, die Abdeckung 3 zwar aus leitendem Material anzufertigen, diese allerdings von der Spannungsquelle 23 zu isolieren oder zumindest in schlechterem elektrischen Kontakt mit der Spannungsquelle 23 zu bringen. Damit mit einer solchen Anordnung wird der Elektronennachschub verhindert oder zumindest stark gehemmt.

5

Der Kathodenfleck des Lichtbogens wird vorzugsweise dort hinwandern wo für genügend Elektronennachschub gesorgt ist und damit den zentralen Bereich 6, in dem vertikale Komponenten des Magnetfeldes vorherrschen, meiden.

Es sind unterschiedliche erfindungsgemäße Anordnungen denkbar und der Fachmann wird, 10 angepasst an seine Problematik die für ihn am besten sich eignende Realisierung wählen.

Figur 2 zeigt schematisch eine Targetplatte 1 mit gebondeter Kühlplatte 10. Die Targetplatte weißt eine zentrale Bohrung und die Kühlplatte 10 weißt ein Innengewinde auf, so dass eine erfindungsgemäße Abschirmung 3 mittels einer ebenfalls gezeigten Schraube 15 an die 15 Kombination aus Targetplatte 1 und Kühlplatte 10 geschraubt werden kann.

Figur 3 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform einer Targetplatte 1 mit gebondeter Kühlplatte 10 und Abschirmung 3. In dieser Ausführungsform ist die Abschirmung 3 in ein grossflächiges Loch der Targetplatte 1 eingelassen. Vorzugsweise gibt es, wie gezeigt 20 einen kleinen Übergang der Abschirmung 3 über die Targetplatte 1 um zu vermeinden, dass der Kathodenfleck in die Nähe einer Kante der Targetplatte 1 gerät und dort quasi gefangen wird.

25

Ansprüche

1. Lichtbogen-Verdampfungsquelle umfassend:

- eine Kathode mit einer elektrisch leitenden keramischen Targetplatte (1)

5 - eine Anode (21)

- eine Spannungsquelle (23), welche mit der Targetplatte (1) und der Anode (21) so verschaltet ist, dass Targetplatte (1) gegenüber der Anode (21) auf negatives Potential gelegt werden kann

- eine Zündvorrichtung (20) zur Zündung des Lichtbogens

10 dadurch gekennzeichnet, dass

die Targetplatte (1) mit einer Kühlplatte (10) grossflächig thermisch und vorzugsweise über eine Bondingverbindung wirkverbunden ist,

und Mittel zur gezwungenen Bewegung des Kathodenflecks vorgesehen sind.

15 2. Lichtbogen-Verdampfungsquelle gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur gezwungenen Bewegung so ausgelegt sind, dass selbst bei in der Targetplatte vorhandenen Mikrorissen der Kathodenfleck in Bewegung gehalten werden kann.

20 3. Lichtbogen-Verdampfungsquelle nach einem der vorangehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur gezwungenen Bewegung des Kathodenflecks auf der Verdampfungsoberfläche, also überall dort wo der Kathodenfleck auf der Oberfläche der Targetplatte hingelangen kann, im Wesentlichen gleichwirkend sind.

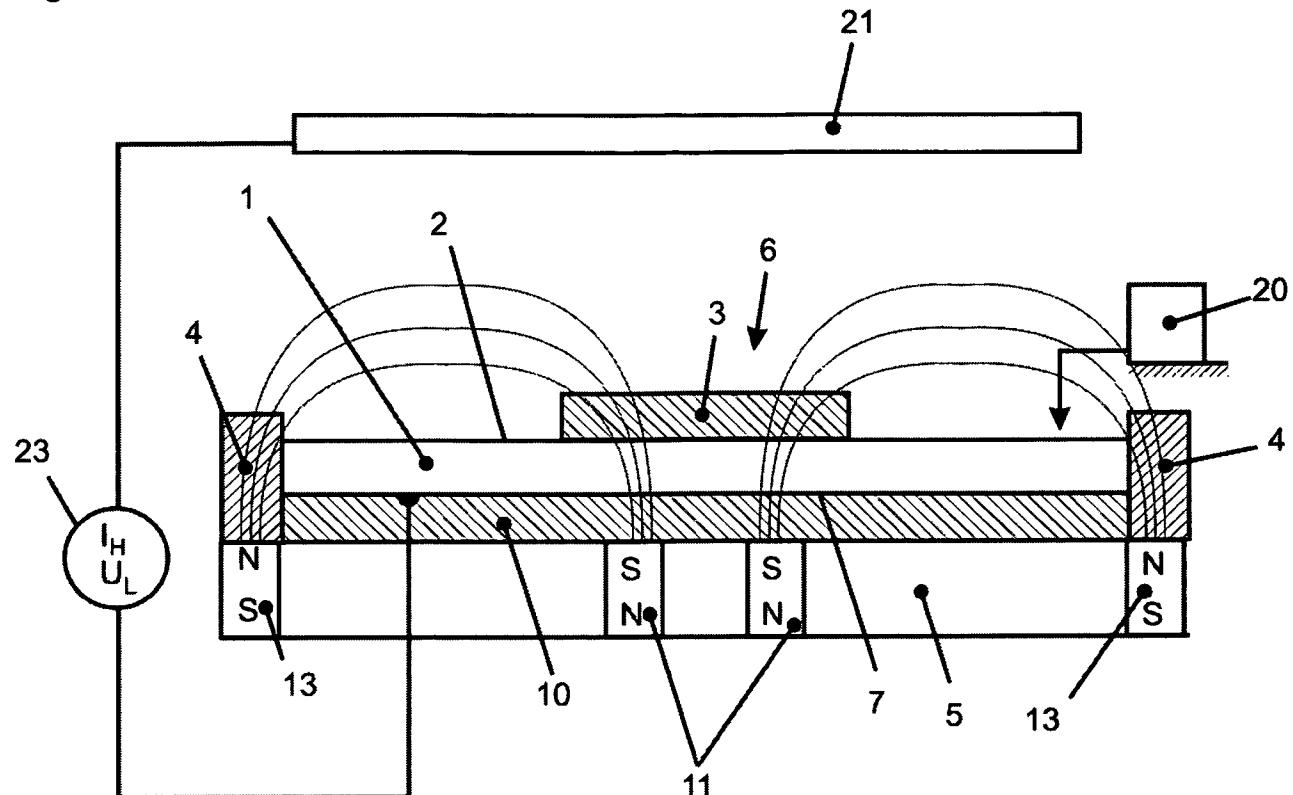
25 4. Lichtbogen-Verdampfungsquelle nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur gezwungenen Bewegung des Kathodenflecks magnetische Mittel umfasst, die zu einer im Wesentlichen gleichmässigen Bewegung des Kathodenflecks führen.

30 5. Lichtbogen-Verdampfungsquelle nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die magnetischen Mittel derart ausgestaltet sind, dass sie zu einem im Wesentlichen homogenen Magnetfeld auf der Verdampfungsoberfläche führen, dessen Feldlinien im Wesentlichen vertikal zu Verdampfungsoberfläche ausgerichtet sind oder alternativ auf der ganzen Verdampfungsoberfläche mit einem Winkel von grösser 45° zu Normalen auf der Verdampfungsoberfläche ausgerichtet sind.

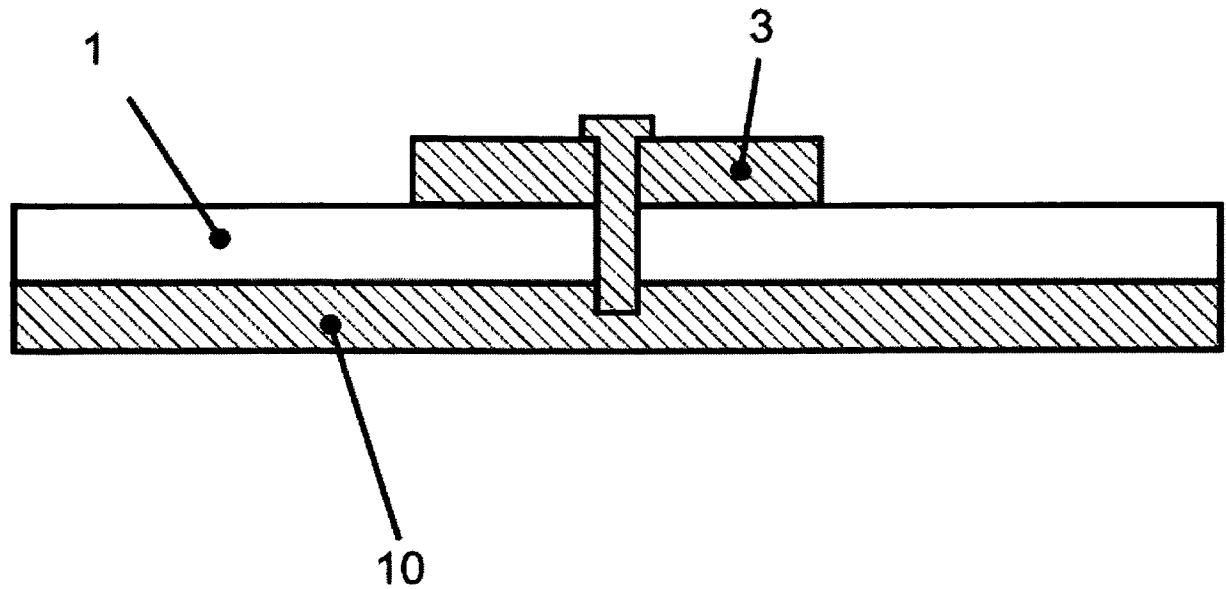
6. Lichtbogen-Verdampfungsquelle nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur gezwungenen Bewegung kühlplattenseitig innere Permanentmagneten und einen äusseren Permanentmagnetring, der gegenpolig zum inneren Permanentmagneten orientiert ist, so dass über der zu verdampfenden Oberfläche (2) der
- 5 Targetplatte (1) eine Magnetfeldverteilung aufgebaut ist und die Mittel zur gezwungenen Bewegung eine Abschirmung (3) am zentralen Bereich (6) der zu verdampfenden Oberfläche (2) umfassen, wobei die Oberfläche der Abschirmung (3) von der Spannungsquelle (23) zumindest im Wesentlichen elektrisch isoliert ist und somit beim Betreiben der Verdampfungsquelle in diesem Bereich kein Elektronennachschnitt zur Verfügung steht.
- 10
7. Lichtbogen-Verdampfungsquelle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschirmung (3) aus elektrisch isolierendem Material, vorzugsweise aus Aluminiumoxid oder Bornitrid besteht oder eine Aluminiumoxid oder Bornitridooberfläche aufweist.
- 15 8. Beschichtungsanlage zum Beschichten von Substraten mit zumindest einer Lichtbogen-Verdampfungsquelle gemäss einem der vorangehenden Ansprüche.
9. Verfahren zur Beschichtung von Substraten, dadurch gekennzeichnet dass zur Beschichtung eine Beschichtungsanlage gemäss Anspruch 8 eingesetzt wird.

20

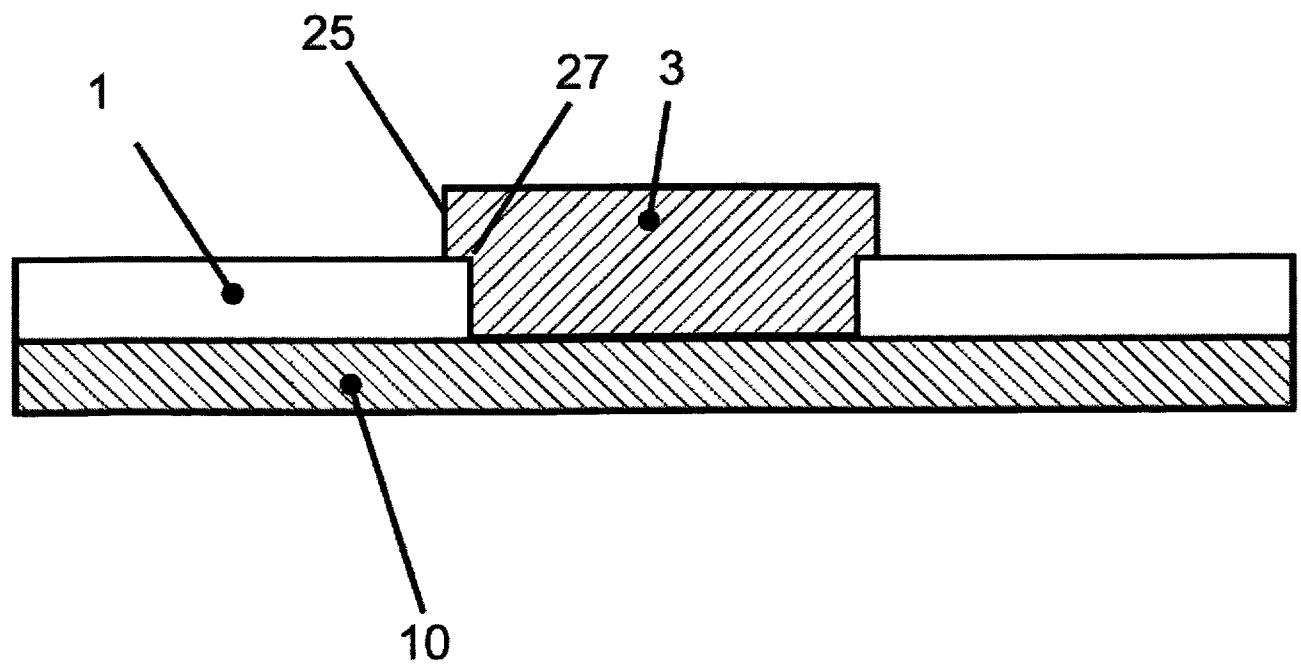
Figur 1



Figur 2



Figur 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/001856

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. C23C14/32 H01J37/32
 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 H01J

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 862 565 A1 (FERROTEC CORP [JP]) 5 December 2007 (2007-12-05) paragraphs [0037], [0038], [0045]; figure 1 -----	1-9
Y	US 2008/110749 A1 (KRASSNITZER SIEGFRIED [AT] ET AL) 15 May 2008 (2008-05-15) paragraphs [0028], [0099], [0100]; figures 23,24 -----	1,8,9
Y	US 2001/035348 A1 (BRAENDLE HANS [DE]) 1 November 2001 (2001-11-01) paragraph [0017]; figure 1 -----	6,7
Y	DE 43 29 155 A1 (BLOESCH W AG [CH]) 2 March 1995 (1995-03-02) column 1, line 63 - column 2, line 13 ----- -/-	2-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 June 2011	28/06/2011

Name and mailing address of the ISA/
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kudelka, Stephan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2011/001856

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/038532 A1 (SECO TOOLS AB [SE]; SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY [SE]; PALMQVIST JENS) 26 March 2009 (2009-03-26) page 5, line 28 - line 33 ----- JP 1 042575 A (KOBE STEEL LTD) 14 February 1989 (1989-02-14) the whole document -----	1,8,9
A		1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2011/001856
--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
EP 1862565	A1 05-12-2007	CN 101146926 A			19-03-2008
		JP 2006274280 A			12-10-2006
		WO 2006104055 A1			05-10-2006
		US 2009026067 A1			29-01-2009

US 2008110749	A1 15-05-2008	EP 2018653 A2			28-01-2009
		WO 2007131944 A2			22-11-2007
		RU 2008149525 A			27-06-2010

US 2001035348	A1 01-11-2001	WO 0016373 A1			23-03-2000
		JP 2002525431 T			13-08-2002

DE 4329155	A1 02-03-1995	AT 208958 T			15-11-2001
		CN 1115191 A			17-01-1996
		CZ 9501077 A3			15-11-1995
		DK 667034 T3			11-03-2002
		WO 9506954 A1			09-03-1995
		EP 0667034 A1			16-08-1995
		ES 2167376 T3			16-05-2002
		JP 8503104 T			02-04-1996
		US 5861088 A			19-01-1999

WO 2009038532	A1 26-03-2009	EP 2201154 A1			30-06-2010
		SE 0702054 A			18-03-2009
		US 2010322840 A1			23-12-2010

JP 1042575	A 14-02-1989	NONE			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/001856

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C23C14/32 H01J37/32
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C23C H01J

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

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

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 862 565 A1 (FERROTEC CORP [JP]) 5. Dezember 2007 (2007-12-05) Absätze [0037], [0038], [0045]; Abbildung 1 -----	1-9
Y	US 2008/110749 A1 (KRASSNITZER SIEGFRIED [AT] ET AL) 15. Mai 2008 (2008-05-15) Absätze [0028], [0099], [0100]; Abbildungen 23,24 -----	1,8,9
Y	US 2001/035348 A1 (BRAENDLE HANS [DE]) 1. November 2001 (2001-11-01) Absatz [0017]; Abbildung 1 -----	6,7
Y	DE 43 29 155 A1 (BLOESCH W AG [CH]) 2. März 1995 (1995-03-02) Spalte 1, Zeile 63 - Spalte 2, Zeile 13 ----- -/-	2-5



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher 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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17. Juni 2011

28/06/2011

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Kudelka, Stephan

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHTInternationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/001856**C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2009/038532 A1 (SECO TOOLS AB [SE]; SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY [SE]; PALMQVIST JENS) 26. März 2009 (2009-03-26) Seite 5, Zeile 28 - Zeile 33 -----	1,8,9
A	JP 1 042575 A (KOBE STEEL LTD) 14. Februar 1989 (1989-02-14) das ganze Dokument -----	1
1		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/001856

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1862565	A1	05-12-2007	CN JP WO US	101146926 A 2006274280 A 2006104055 A1 2009026067 A1		19-03-2008 12-10-2006 05-10-2006 29-01-2009
US 2008110749	A1	15-05-2008	EP WO RU	2018653 A2 2007131944 A2 2008149525 A		28-01-2009 22-11-2007 27-06-2010
US 2001035348	A1	01-11-2001	WO JP	0016373 A1 2002525431 T		23-03-2000 13-08-2002
DE 4329155	A1	02-03-1995	AT CN CZ DK WO EP ES JP US	208958 T 1115191 A 9501077 A3 667034 T3 9506954 A1 0667034 A1 2167376 T3 8503104 T 5861088 A		15-11-2001 17-01-1996 15-11-1995 11-03-2002 09-03-1995 16-08-1995 16-05-2002 02-04-1996 19-01-1999
WO 2009038532	A1	26-03-2009	EP SE US	2201154 A1 0702054 A 2010322840 A1		30-06-2010 18-03-2009 23-12-2010
JP 1042575	A	14-02-1989		KEINE		