

WO 2017/102069 A1

(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

22. Juni 2017 (22.06.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2017/102069 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C23C 14/34 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/002059

(22) Internationales Anmeldedatum:

7. Dezember 2016 (07.12.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

GM 371/2015 18. Dezember 2015 (18.12.2015) AT

(71) Anmelder: PLANSEE COMPOSITE MATERIALS GMBH [DE/DE]; Siebenbürgerstraße 23, 86983 Lechbruck am See (DE).

(72) Erfinder: POLCIK, Peter; Reimmichlstraße 5, 6600 Reutte (AT). WÖRLE, Sabine; Knappenweg 31, 6600 Pfach (AT). INNERWINKLER, Ronnie; Loach 8, 6671 Wissenbach (AT).

(74) Anwalt: CIESLA, Bettina; IP Department, Plansee Group Service GmbH, 6600 Reutte (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

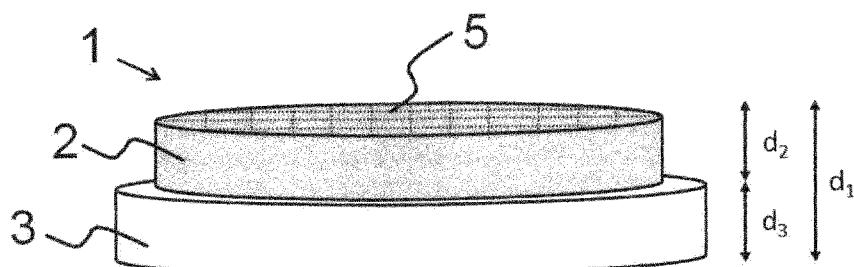
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: COATING SOURCE HAVING STRUCTURE

(54) Bezeichnung : BESCHICHTUNGSQUELLE MIT STRUKTURIERUNG



Figur 1

(57) Abstract: The invention relates to a coating source for physical vapor deposition having a coating material that consists of a brittle material and that has cracks. The coating source also has a support element, which is connected to the coating material at a surface of the coating material. The coating material has a structure on at least parts of a surface of the coating material. The invention further relates to a method for producing a coating source.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Beschichtungsquelle zur physikalischen Gasphasenabscheidung mit einem Beschichtungsmaterial das aus einem spröden Werkstoff besteht und Risse aufweist. Die Beschichtungsquelle weist weiter ein Stützelement auf das an einer Oberfläche des Beschichtungsmaterials mit diesem verbunden ist. Weiters weist das Beschichtungsmaterial eine Strukturierung an zumindest Teilen einer Oberfläche des Beschichtungsmaterials. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Beschichtungsquelle.

BESCHICHTUNGSQUELLE MIT STRUKTURIERUNG

Die Erfindung betrifft eine Beschichtungsquelle zur physikalischen Gasphasenabscheidung sowie ein Verfahren zur Herstellung einer

- 5 Beschichtungsquelle zur physikalischen Gasphasenabscheidung.

Bei der physikalischen Gasphasenabscheidung (engl. Physical Vapor Deposition, PVD) wird über physikalische Verfahren Ausgangsmaterial in die Dampfphase übergeführt und anschließend auf einem zu beschichtenden Substrat abgeschieden.

- 10 Im Kontext der vorliegenden Offenbarung sind unter dem Begriff Beschichtungsquelle nicht nur, aber in besonderer Weise Beschichtungsquellen (oft auch gesamt als Target oder Sputtering Target bezeichnet), wie sie in einem PVD Sputterprozess (Kathodenzerstäubung) zur Abscheidung von Schichten auf ein dafür vorgesehenes Substratmaterial verwendet werden, zu
15 verstehen.

Insbesondere Beschichtungsquellen die spröde Werkstoffe enthalten oder aus spröden Werkstoffen bestehen stellen eine große Herausforderung sowohl bei der Verwendung der Beschichtungsquelle während des Beschichtungsprozesses als auch bei der Herstellung der Beschichtungsquelle

- 20 selbst dar.

So ist eine mechanische Bearbeitung solcher Beschichtungsquellen oder Komponenten davon bei deren Herstellung, die beispielsweise durch komplizierte Geometrien, die für den Einbau in verschiedene Beschichtungsanlagen erforderlich sein können, notwendig sein kann, oft nur
25 schwer zu realisieren. Eine solche Bearbeitung ist oft nur über Schleifen und Drahterodieren möglich, eine zerspanende Bearbeitung hingegen nicht. Dies hat zur Folge, dass nur einfache Geometrien (Ronden, Platten, Ringe) fertigbar sind und hohe Kosten durch die Bearbeitung anfallen.

- 30 Besonders bei der Aufbringung hoher Leistungen bzw. hoher Leistungsdichten ist eine besonders gute Kühlung erforderlich, um thermisch induzierte Spannungen die zum Bruch der Beschichtungsquelle oder Komponenten davon, wie z.B. dem Beschichtungsmaterial, führen können zu vermeiden. Eine effiziente Kühlung solcher Beschichtungsquellen während des

Beschichtungsprozesses wird üblicherweise durch Kühlwasser ermöglicht. Die Beschichtungsquellen werden dabei über Kühlplatten gekühlt die auf der Rückseite der Beschichtungsquellen angeordnet sind. Diese Kühlplatten werden wiederum durch das Kühlwasser, welches die während des

5 Beschichtungsprozesses entstehende Wärme abführt, gekühlt.

Insbesondere bei flexiblen, elastischen Kühlplatten wird eine mechanische Belastung auf die Beschichtungsquelle ausgeübt, was wiederum zu einer plastischen Verformung der Beschichtungsquelle oder zum Bruch führen kann. Dieser Effekt wird zusätzlich dadurch verstärkt, dass sich die Stärke der

10 Beschichtungsquelle, insbesondere des Beschichtungsmaterials während des Beschichtungsprozesses verringert. Dies hat zur Folge, dass es noch wahrscheinlicher zu Verformung und oder Bruch kommen kann.

Es ist daher üblich, vor allem Beschichtungsquellen die spröde Werkstoffe enthalten, konstruktiv mit Stützelementen, beispielsweise Rückplatten oder

15 Stützrohren auszustatten.

Ein solches Stützelement kann auch zusätzlich als Wärmesenke dienen, d.h. durch das Aufbringen eines Stützelements mit einer im Vergleich zum Beschichtungsmaterial erhöhten Wärmeleitfähigkeit kann die im Beschichtungsprozess entstehende Wärme besser abgeführt werden. In einem 20 solchen Fall wird die gesamte Anordnung aus Beschichtungsmaterial und Stützelement, das auch als Wärmesenke dienen kann, als Beschichtungsquelle bezeichnet.

Solche Stützelemente/Wärmesenken mit hoher Festigkeit und Steifigkeit können mittels unterschiedlicher Verfahren auf Beschichtungsmaterialien mit

25 geringer Zähigkeit (sprödes Materialverhalten) aufgebracht werden. Im Fall eines signifikanten Unterschiedes der Wärmeausdehnungskoeffizienten von Stützelemente/Wärmesenke und Beschichtungsmaterial kann es während des Beschichtungsverfahrens zur Entstehung von Rissen im Beschichtungsmaterial bzw. zum Bruch des Beschichtungsmaterials kommen.

30 Die JP62278261 beschreibt ein Verfahren bei dem nach einem Fügeschritt über Indiumbonden gezielt Risse in ein sprödes Beschichtungsmaterial eingebracht werden, um einer Rissbildung während des Beschichtungsprozesses selbst vorzubeugen. Damit wird ein stabilerer Beschichtungsprozess gewährleistet.

- Die PCT/EP2015/001298 beschreibt ein Verfahren bei dem nach einem Fügeschritt über Hartlöten ebenfalls gezielt Risse in ein sprödes Beschichtungsmaterial eingebracht werden um in weiterer Folge einen stabileren Sputterprozess zu ermöglichen. Hierbei entstehen die Risse beim
- 5 Abkühlen von der Temperatur des Hartlötens oder die Rissbildung wird nachfolgend noch durch einen Strahlprozess unterstützt. Damit diese Rissbildung stattfindet muss der Ausdehnungskoeffizient des Stützelements/der Wärmesenke geringer als jener des Beschichtungsmaterials sein.
- 10 In beiden genannten Verfahren ist die Entstehung der Risse zufällig und es kann zu einem Abplatzen kleinerer Stücke des Beschichtungsmaterials kommen.
- Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Beschichtungsquelle sowie ein Verfahren zur Herstellung
- 15 einer solchen Beschichtungsquelle zur physikalischen Gasphasenabscheidung anzugeben.
- Gelöst werden diese Aufgaben durch eine Beschichtungsquelle mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 13. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den
- 20 abhängigen Ansprüchen definiert.
- Gemäß der Erfindung wird eine Beschichtungsquelle zur physikalischen Gasphasenabscheidung bereitgestellt, die ein Beschichtungsmaterial das aus einem spröden Werkstoff besteht und Risse aufweist. Weiters weist die Beschichtungsquelle ein Stützelement auf, das an einer Oberfläche des
- 25 Beschichtungsmaterials mit diesem verbunden ist. Das Beschichtungsmaterial der erfindungsgemäßigen Beschichtungsquelle weist weiter eine Strukturierung an zumindest Teilen einer Oberfläche des Beschichtungsmaterials auf.
- Unter einem spröden Werkstoff sind hier jene Werkstoffe zu verstehen die nahe der Elastizitätsgrenze ohne oder mit nur geringer plastischer Verformung
- 30 brechen. Diese Werkstoffe und damit auch die daraus hergestellten Sputtering Targets haben also nur ein geringes plastisches Verformungsvermögen. Die Bruchdehnung von spröden Werkstoffen liegt typischerweise bei kleiner oder gleich 1%. Weiters haben spröde Werkstoffe eine geringe Zähigkeit, sie zeigen

also nur einen geringen Widerstand gegen Rissbildung und Rissausbreitung. Beispiele für solche spröden Werkstoffe sind keramische Werkstoffe, insbesondere Boride, Nitride, Karbide, Silizide, Oxide aber auch metallische spröde Werkstoffe wie Cr oder Si oder intermetallische Verbindungen wie Ti_3Al oder $TiAl_3$ sowie Mischungen aus diesen Werkstoffen.

Die Strukturierung einer erfindungsgemäßen Beschichtungsquelle kann unterschiedlich ausgebildet sein. So kann die Strukturierung beispielsweise aus Vertiefungen, Rillen, Kerben oder Schlitzen bestehen, die auf verschiedenartige Weise in zumindest Teile einer Oberfläche des Beschichtungsmaterials

10 eingebracht werden können.

Das Beschichtungsmaterial selbst kann ein- oder mehrteilig ausgebildet sein. Ist die Beschichtungsmaterial mehrteilig ausgebildet, kann die Strukturierung in alle oder auch nur in einige der Teile des Beschichtungsmaterials eingebracht sein.

15 Die Form, beziehungsweise der Querschnitt dieser Vertiefungen, Rillen, Kerben oder Schlitze kann ebenfalls unterschiedlich ausgebildet sein. So kann der Querschnitt beispielsweise die Form eines Halbkreises, eines Rechtecks, eines Quadrats, eines Dreiecks, oder eines Trapezes aufweisen.

Die Tiefe der Strukturierung, also ihre räumliche Ausdehnung in Richtung der 20 Dicke der Beschichtungsquelle, beträgt bevorzugt zwischen 0,1 und 5 mm. Die Tiefe der Strukturierung kann in Einzelfällen auch größer sein, es sollte aber gewährleistet sein, dass zumindest 1 mm in Tiefenrichtung an Beschichtungsmaterial übrig bleibt.

25 Die Breite der Strukturierung, also ihre räumliche Ausdehnung quer zur Richtung der Vertiefungen, Rillen, Kerben, Schlitze, etc., beträgt bevorzugt zwischen 0,1 und 2 mm, bevorzugt zwischen 0,1 und 1 mm.

In bevorzugter Weise verlaufen die Risse weitgehend entlang der Strukturierung, das bedeutet, dass die Risse in der Strukturierung oder in der Nähe zur Strukturierung weitgehend parallel dazu verlaufen. Unter weitgehend parallel wird ein Rissverlauf von bis zu maximal 20° , bevorzugt bis zu maximal 10° abweichend von der Richtung der Strukturierung verstanden. Die Risse weisen also in ihrer Ausbreitung einen klar erkennbaren Bezug zur Strukturierung, beziehungsweise zur Anordnung der Strukturierung, auf. Somit

verlaufen die Risse mit einem überwiegenden Anteil der gesamten Risslänge in der Strukturierung oder größtenteils parallel oder mit einem geringen Neigungswinkel dazu. Die Risse treten also in einem Muster auf, das weitgehend der Strukturierung, beziehungsweise der Anordnung der

5 Strukturierung, folgt.

Durch die Strukturierung verlaufen die Risse nicht zufällig sondern folgen bevorzugt in ihrer Ausbreitung der Strukturierung. Die Risse werden zumindest weitgehend kontrolliert ausgebildet und die Größe der einzelnen rissfreien Bereiche des Beschichtungsmaterials (Bruchstücke) ist zumindest weitgehend

10 vordefiniert. Es kann daher nicht oder nur in geringem Maße zu einem Abplatzen kleinerer Stücke des Beschichtungsmaterials kommen. Damit kann bei der Verwendung der Beschichtungsquelle sichergestellt werden, dass weder die Beschichtungsanlage noch die abgeschiedene Schicht durch dieserart abplatzende Stücke verunreinigt oder beschädigt wird.

15 Bevorzugt verlaufen die Risse mit einem Anteil an der gesamten Risslänge von mehr als 50% entlang der Strukturierung. Damit ist eine noch höhere Prozesssicherheit bei der Verwendung einer erfindungsgemäßen Beschichtungsquelle gewährleistet.

Die Risse reichen bevorzugt in ihrer Tiefe (räumliche Ausdehnung in Richtung 20 der Dicke der Beschichtungsquelle) vollständig durch das Beschichtungsmaterial hindurch. Es liegt also zwischen den einzelnen Bruchstücken des Beschichtungsmaterials bevorzugt eine vollständige Materialtrennung vor.

Die Strukturierung liegt bevorzugt an der dem Stützelement abgewandten 25 Oberfläche des Beschichtungsmaterials vor. Bei der Herstellung der Beschichtungsquelle entsteht an der dem Stützelement abgewandten Oberfläche des Beschichtungsmaterials eine betragsmäßig höhere Zugspannung als an der dem Stützelement zugewandten Oberfläche (diese ist näher an der neutralen Faser der auf Biegung beanspruchten 30 Beschichtungsquelle). Durch eine Strukturierung an der dem Stützelement abgewandten Oberfläche des Beschichtungsmaterials findet daher eine Rissbildung im spröden Beschichtungsmaterial zuverlässiger und reproduzierbarer statt.

Jedoch ist es auch möglich, dass die Strukturierung an der dem Stützelement zugewandten Oberfläche des Beschichtungsmaterials vorliegt. Eine solche Ausführungsform kann bei besonders spröden Beschichtungsmaterialien und bei speziellen Verhältnissen zwischen der Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 und der Dicke des Stützelementes d_3 Vorteile bieten, da die entstehenden Risse in solchen Fällen besonders fein (geringer Abstand zwischen den Rissflanken) sind und die im Vergleich dazu grob (Breite der einzelnen Vertiefungen, Rillen, Kerben, etc.) eingebrachte Strukturierung nicht sichtbar ist.

Die Strukturierung kann in einer bevorzugten Ausführungsform aus einer

- 10 Anordnung einer ersten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen und einer zweiten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen die in einem Winkel von 70° bis 110° zur ersten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen angeordnet sind bestehen. Eine solche Anordnung ist prozesstechnisch einfach zu realisieren und die Abstände der jeweiligen linienförmigen Vertiefungen zueinander können einfach an die Abmessungen der Beschichtungsquelle als auch an den Unterschied der thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Beschichtungsmaterials und des Stützelementes und in weiterer Folge die resultierenden Spannungen angepasst werden. Weiters entstehen durch eine Anordnung in einem Winkel von 70° bis 110° der Gruppen der Vertiefungen zueinander keine zu spitzen Winkel und daher keine ungünstigen Spannungskonzentrationen.

In einer weiter bevorzugten Ausführungsform besteht die Strukturierung aus einer Anordnung einer ersten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen und einer zweiten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen die rechtwinklig

- 25 zur ersten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen angeordnet sind. Bei einer solchen Anordnung werden ungünstige Spannungskonzentrationen noch weiter vermieden.

Alternativ dazu kann die Strukturierung auch in anderen geometrischen Ausbildungen vorliegen, beispielsweise in Form von konzentrischen Kreisen,

- 30 die optional mit einer sternförmigen Anordnung von Linien überlagert sein kann. Auch eine spiralförmige Anordnung anstatt der konzentrischen Kreise ist denkbar.

Der thermische Ausdehnungskoeffizient des Beschichtungsmaterials α_2 ist bevorzugt größer als der thermische Ausdehnungskoeffizient des Stützelements α_3 . Durch ein solches Verhältnis der thermischen Ausdehnungskoeffizienten zueinander wird bei der Herstellung der

- 5 Beschichtungsquelle, die üblicherweise zumindest einen Verfahrensschritt bei erhöhten Temperaturen beinhaltet, bevorzugt erreicht, dass sich das Beschichtungsmaterial beim Abkühlen von der erhöhten Temperatur stärker zusammenzieht als das Stützelement und eine Zugspannung in das Beschichtungsmaterial eingebracht wird, die wiederum zu einer besonders
10 verlässlichen und reproduzierbaren Entstehung der Risse führt. Je größer der Unterschied der thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Beschichtungsmaterials α_2 und des Stützelements α_3 , desto höher ist auch der Betrag der eingebrachten Spannungen.

Eine erfindungsgemäße Beschichtungsquelle kann ein Beschichtungsmaterial

- 15 aus unterschiedlichen spröden Werkstoffen aufweisen. So ist es möglich, dass das Beschichtungsmaterial aus Karbiden (z.B.: TiC, SiC, WC), Boriden (z.B.: TiB₂, VB₂, CrB₂), Nitriden (z.B.: TiN, AlN, TiNAlN), Siliziden (z.B.: TiSi₂, CrSi₂, MoSi₂), Oxiden (z.B.: Al₂O₃, (Al,Cr)₂O₃), spröden Metallen (z.B.: Cr, Si), intermetallischen Phasen (z.B.: Ti₃Al, TiAl₃, Al₄Cr) oder auch Mischungen aus
20 den vorgenannten Werkstoffen besteht. Durch die Strukturierung ist es einfach möglich eine Beschichtungsquelle mit einem Beschichtungsmaterial aus einem spröden Werkstoff zu fertigen und die Beschichtungsquelle auch mit hohen Leitungsdichten zu betreiben.

Eine erfindungsgemäße Beschichtungsquelle weist bevorzugt ein

- 25 Beschichtungsmaterial auf, das aus TiB₂, SiC, B₄C, MoSiB, oder CrSiB besteht. Es hat sich herausgestellt, dass in diesen Beschichtungsmaterialien besonders gut eine Strukturierung eingebracht werden kann und die Risse in besonders gleichmäßiger Art und Weise verlaufen.

Eine erfindungsgemäße Beschichtungsquelle weist weiter bevorzugt ein

- 30 Stützelement aus Molybdän, Wolfram, Tantal, einer Molybdänbasislegierung, einer Wolframbasislegierung oder einer Tantalbasislegierung auf. Mit Molybdänbasislegierung, Wolframbasislegierung oder Tantalbasislegierung sind im vorliegenden Fall Legierungen oder Verbundwerkstoffe gemeint, die

respektive mehr als 50 at% Molybdän, Wolfram oder Tantal enthalten.
Molybdän, Wolfram, Tantal, Molybdänbasislegierungen,
Wolframbasislegierungen oder Tantalbasislegierungen sind für die Verwendung
in einem entsprechenden Stützelement besonders auch deswegen geeignet
5 weil sie eine besonders vorteilhafte Eigenschaftskombination aus einer
ausreichend hohen Wärmeleitfähigkeit, einem hohen E-Modul, also einer hohen
Steifigkeit, und einem relativ geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten
aufweisen.

In besonders bevorzugten Ausführungsformen ist der E-Modul des

10 Stützelements E_3 größer oder gleich 300 GPa. Der E-Modul des Stützelements
ist noch weiter bevorzugt kleiner 500 GPa.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird angestrebt, dass das Verhältnis
Verhältnis $X = d_2/(d_2+d_3)$ so hoch wie technisch möglich ist, sprich die Dicke
des Beschichtungsmaterials d_2 einen hohen Anteil an der Gesamtdicke der
15 Beschichtungsquelle $d_1 = d_2+d_3$ hat.

Es hat sich aber überraschend herausgestellt, dass eine gezielte Einbringung
von Rissen ohne Strukturierung wie im Stand der Technik beschrieben nur gut
bei Beschichtungsquellen funktioniert, wo das Beschichtungsmaterial eine im
Verhältnis zum Stützelement vergleichbare oder geringe Dicke aufweist. Bei

20 Beschichtungsmaterialien, die zu dick im Vergleich zum Stützelement sind
kommt es bei der Herstellung der Beschichtungsquelle zu einer Durchbiegung
des Stützelements anstatt einer Rissbildung im Beschichtungsmaterial. Es wird
vermutet, dass in solchen Fällen die Zugspannungen im Beschichtungsmaterial
niedriger als die Bruchspannung des Beschichtungsmaterials sind. Solcherart

25 verformte (durchgebogene) Beschichtungsquellen können zum einen nicht
sachgemäß in eine Beschichtungsanlage eingebaut werden. Zum anderen
würde eine solcherart verformte Beschichtungsquelle bedingt durch den
während des Beschichtungsprozesses fortschreitenden Abtrag und die damit
abnehmende Dicke des Beschichtungsmaterials plötzlich beim Erreichen der

30 kritischen Spannung reißen und wiederum zu einer Störung des
Beschichtungsprozesses führen.

Eine erfindungsgemäße Beschichtungsquelle weist bevorzugt ein
Verhältnis $X = d_2/(d_2+d_3)$ der Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 zur

Summe d_2+d_3 der Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 und Dicke des Stützelements d_3 von größer 0,5 auf. Sinnvoll ist noch weiter bevorzugt ein maximales Verhältnis X von 0,9.

Eine erfindungsgemäße Beschichtungsquelle weist noch weiter bevorzugt

- 5 ein Verhältnis $X = d_2/(d_2+d_3)$ der Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 zur Summe d_2+d_3 der Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 und Dicke des Stützelements d_3 von größer oder gleich 0,6 auf. Sinnvoll ist noch weiter bevorzugt ein maximales Verhältnis X von 0,85.

Erfindungsgemäße Beschichtungsquellen können sowohl plattenförmig als

- 10 auch rohrförmig sein, eine gezielte Risseinbringung entlang einer Strukturierung ist für beide Arten von Beschichtungsquellen möglich und hat den Vorteil, dass die Risse nicht zufällig verlaufen sondern in ihrer Ausbreitung bevorzugt der Strukturierung folgen. Daher kann es wie oben beschrieben nicht oder nur in geringem Maße zu einem Abplatzen kleinerer Stücke des

- 15 Beschichtungsmaterials, und damit aus der Beschichtungsquelle, kommen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Beschichtungsquelle plattenförmig ausgebildet. Das Stützelement ist in so einem Fall als eine Rückplatte ausgebildet. Durch die sich in einer erfindungsgemäßen Beschichtungsquelle während deren Herstellung ausbildenden komplexen Spannungszustände ist

- 20 die gezielte Einbringung von Rissen entlang einer Strukturierung in einer plattenförmigen Beschichtungsquelle sehr gut zu realisieren.

Alternativ bevorzugt ist eine Ausführungsform in der die Beschichtungsquelle rohrförmig ausgebildet ist. Das Stützelement ist in so einem Fall als Stütz- oder Trägerrohr ausgebildet ist. Auch im Fall einer rohrförmigen Beschichtungsquelle

- 25 liegen ähnliche Kriterien und Voraussetzungen vor, die eine gezielte Ausbreitung von Rissen über das Einbringen einer Strukturierung begünstigen. Auch bei einer rohrförmigen Beschichtungsquelle ist es besonders vorteilhaft wenn der thermische Ausdehnungskoeffizient des Beschichtungsmaterials α_2 größer als der thermische Ausdehnungskoeffizient des Stützelements (Stütz- oder Trägerrohrs) α_3 ist.

Die vorliegende Erfindung stellt auch ein Verfahren zur Herstellung einer Beschichtungsquelle zur physikalischen Gasphasenabscheidung bereit.

Ein solches Verfahren enthält die folgenden Schritte:

- Bereitstellen eines Beschichtungsmaterials das aus einem spröden Werkstoff besteht;
 - Strukturieren des Beschichtungsmaterials zur Erzeugung einer Strukturierung an zumindest Teilen einer Oberfläche des Beschichtungsmaterials;
- 5
- Bereitstellen eines Stützelements;
 - Verbinden des Beschichtungsmaterials mit dem Stützelement;
 - Einbringung von Rissen in das Beschichtungsmaterial

Durch ein erfindungsgemäßes Verfahren wird die Fertigung einer

- 10 Beschichtungsquelle ermöglicht, die ein Beschichtungsmaterial aus einem spröden Werkstoff und ein Stützelement enthält, welche miteinander verbunden sind. Das Beschichtungsmaterial wird strukturiert und durch das erfindungsgemäße Verfahren werden Risse in das Beschichtungsmaterial eingebracht.
- 15 Unter einem spröden Werkstoff sind hier jene Werkstoffe zu verstehen die nahe der Elastizitätsgrenze ohne oder mit nur geringer plastischer Verformung brechen. Diese Werkstoffe und damit auch die daraus hergestellten Sputtering Targets haben also nur ein geringes plastisches Verformungsvermögen. Die Bruchdehnung von spröden Werkstoffen liegt typischerweise bei kleiner oder
- 20 gleich 1%. Weiters haben spröde Werkstoffe eine geringe Zähigkeit, sie zeigen also nur einen geringen Widerstand gegen Rissbildung und Rissausbreitung. Beispiele für solche spröden Werkstoffe sind keramische Werkstoffe, insbesondere Boride, Nitride, Karbide, Silizide, Oxide aber auch metallische spröde Werkstoffe wie Cr oder Si oder intermetallische Verbindungen wie Ti₃Al
- 25 oder TiAl₃ sowie Mischungen aus diesen Werkstoffen.

Das Strukturieren des Beschichtungsmaterials zur Erzeugung einer Strukturierung kann durch verschiedene Verfahren erreicht werden. In einer bevorzugten Ausbildung des Verfahrens wird das Strukturieren des Beschichtungsmaterials durch Erodieren, Drahtschneiden Schleifen oder

- 30 Trennschneiden verwirklicht. Dabei werden in zumindest Teile einer Oberfläche des Beschichtungsmaterials beispielsweise Vertiefungen, Rillen, Kerben oder Schlitze eingebracht, die unterschiedliche geometrische Anordnungen darstellen können.

- Alternativ bevorzugt ist ein Strukturieren des Beschichtungsmaterials durch Einpressen eines profilierten Presswerkzeugs. Ein solches Einpressen einer Strukturierung durch ein profiliertes Presswerkzeug kann beispielsweise während einer pulvermetallurgischen Herstellung des Beschichtungsmaterials
- 5 selbst stattfinden. Dabei kann das profilierte Presswerkzeug sowohl als Ober- als auch als Unterstempel in einer entsprechenden Pressvorrichtung ausgebildet sein. Es ist aber auch möglich, dass ein bereits vor- oder fertigverdichteter Rohling eines Beschichtungsmaterials separat über ein Einpressen eines profilierten Presswerkzeugs strukturiert wird. Weiters ist es
- 10 auch möglich, dass nicht der Ober- oder Unterstempel selbst profiliert ist, sondern eine profilierte Zwischenplatte auf oder unter die Pulverschüttung oder den vor- oder fertigverdichteten Rohling gelegt wird.
- Unabhängig davon auf welche Art und Weise das Strukturieren realisiert wird, können dadurch unterschiedliche geometrische Anordnungen einer
- 15 Strukturierung verwirklicht werden. So kann das Strukturieren eine Anordnung einer ersten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen und einer zweiten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen die in einem Winkel von 70° bis 110° zur ersten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen angeordnet sind erzeugen. Eine solche Anordnung ist prozesstechnisch einfach zu realisieren
- 20 und die Abstände der jeweiligen linienförmigen Vertiefungen zueinander können einfach an die Abmessungen der Beschichtungsquelle als auch an den Unterschied der thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Beschichtungsmaterials und des Stützelementes und in weiterer Folge die resultierenden Spannungen angepasst werden. Eine solche Anordnung ist
- 25 besonders vorteilhaft über Erodieren, Drahtschneiden, Schleifen oder Trennschneiden, aber auch über ein Einpressen eines profilierten Presswerkzeugs zu erzeugen.
- Weiter bevorzugt kann das Strukturieren eine Anordnung einer ersten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen und einer zweiten Gruppe paralleler
- 30 linienförmiger Vertiefungen die rechtwinklig zur ersten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen angeordnet sind erzeugen. Bei einer solchen Anordnung werden ungünstige Spannungskonzentrationen noch weiter vermieden.

Alternativ dazu kann das Strukturieren auch andere geometrische Anordnungen erzeugen, beispielsweise eine Form von konzentrischen Kreisen, die optional mit einer sternförmigen Anordnung von Linien überlagert sein kann. Auch eine spiralförmige Anordnung anstatt der konzentrischen Kreise ist denkbar. Eine solche Anordnung ist besonders vorteilhaft über ein Einpressen eines profilierten Presswerkzeugs zu erzeugen.

Einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Strukturieren des Beschichtungsmaterials zur Erzeugung einer Strukturierung an zumindest Teilen der Oberfläche des

10 Beschichtungsmaterials eingebracht, die sich nach dem Verbinden mit dem Stützelement auf der dem Stützelement abgewandten Oberfläche des Beschichtungsmaterials befindet.

In Anwendung des Verfahrens zur Herstellung einer Beschichtungsquelle entsteht an der dem Stützelement abgewandten Oberfläche des

15 Beschichtungsmaterials eine betragsmäßig höhere Zugspannung als an der dem Stützelement zugewandten Oberfläche (diese ist näher an der neutralen Faser). Durch ein Strukturieren an der dem Stützelement abgewandten Oberfläche des Beschichtungsmaterials findet daher eine Rissbildung im spröden Beschichtungsmaterial zuverlässiger und reproduzierbarer statt.

20 Jedoch ist es auch möglich, dass das Strukturieren an der dem Stützelement zugewandten Oberfläche des Beschichtungsmaterials vorzunehmen. Ein solcher Verfahrensschritt kann bei besonders spröden Beschichtungsmaterialien und bei speziellen Verhältnissen zwischen der Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 und der Dicke des Stützelementes d_3 Vorteile

25 bieten, da die entstehenden Risse in solchen Fällen besonders fein (geringer Abstand zwischen den Rissflanken) sind und die im Vergleich dazu grob (Breite der einzelnen Vertiefungen, Rillen, Kerben, etc.) eingebrachte Strukturierung nicht sichtbar ist.

Ein Verbinden des Beschichtungsmaterials mit dem Stützelement kann

30 ebenfalls auf unterschiedliche Art und Weise realisiert werden. Bevorzugt findet ein Verbinden des Beschichtungsmaterials mit dem Stützelement bei Temperaturen von mehr als 100°C und weniger als 1000°C statt.

In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird das Verbinden des Beschichtungsmaterials mit dem Stützelement durch Hartlöten bei Temperaturen zwischen 400°C bis 950°C realisiert. Durch ein Hartlöten in

diesem Temperaturbereich kann eine ausgezeichnete thermische Stabilität der

5 Beschichtungsquelle erreicht werden, die es erlaubt die Beschichtungsquelle im Beschichtungsprozess mit besonders hohen Leistungsdichten und somit hohen Abscheideraten zu betreiben. Während eines Beschichtungsprozesses wird

normalerweise die Beschichtungskammer auf Temperaturen in der Größenordnung von 400°C geheizt. Die Beschichtungsquelle ist aber nicht

10 gänzlich diesen Temperaturen ausgesetzt, da es zusätzlich von der Rückseite gekühlt wird. Durch ein Verbinden bei Temperaturen zwischen 400°C bis 950°C kann dafür gesorgt werden, dass die Beschichtungsquelle ähnliche thermische Belastungen, wie sie während des Beschichtungsprozesses auftreten, bereits

durchlaufen hat und somit keine daraus resultierende Schädigung mehr

15 erfahren kann. Eine Verbindung bei Temperaturen zwischen 400°C bis 950°C hat weiter zur Folge, dass der Unterschied der thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Beschichtungsmaterials und des Stützelements in entsprechend hohen Spannungen, bevorzugt Zugspannungen, resultiert, welche wiederum die die Ausbildung der Risse begünstigen.

20 Besonders bevorzugt ist es, wenn die Einbringung der Risse durch ein Abkühlen von einer erhöhten Temperatur stattfindet. Unter erhöhte Temperatur werden im vorliegenden Fall Temperaturen von mehr als 100°C und weniger als 1000°C verstanden, die bevorzugt während des Verbindens des Beschichtungsmaterials mit dem Stützelement realisiert werden. Es ist aber

25 auch möglich, dass nach dem Verbinden ein weiteres Aufheizen auf eine erhöhte Temperatur erfolgt, und die Einbringung der Risse dann beim Abkühlen von dieser erhöhten Temperatur erfolgt.

Noch weiter bevorzugt ist es, wenn die Einbringung der Risse durch ein Abkühlen von der Temperatur des Hartlötens stattfindet. Beim Abkühlen von

30 der Temperatur des Hartlötens entsteht ein besonders vorteilhafter Temperaturgradient der eine lokale Erhöhung der Spannungen, im bevorzugten Fall Zugspannungen, im Beschichtungsmaterial hervorruft. Dadurch kommt es auch zusätzlich durch die Kerbwirkung der Strukturierung zu Rissbildung und Rissausbreitung entlang der Strukturierung und somit zu einem gezielt

eingebrachten zu einem großen Anteil vordefinierten Rissnetzwerk im Beschichtungsmaterial, das bevorzugt weitgehend entlang der Strukturierung verläuft.

Alternativ zu einer Verbindung des Beschichtungsmaterials mit dem

- 5 Stützelement mittels Hartlöten ist es auch möglich ein solches Verbinden über Kleben und eine Aushärtung des Klebers bei hohen Temperaturen zu verwirklichen. Eine Aushärtung dafür geeigneter Kleber erfolgt normalerweise bei etwa 120 bis 250°C. Die bei einem solchen Verfahrensschritt eingebrachten Temperaturgradienten sind im Vergleich zu einem Hartlötsschritt also vergleichsweise klein. Eine Verbindung über Kleben ist besonders für Beschichtungsquellen mit sehr spröden Beschichtungsmaterialien und im Vergleich zum Werkstoff des Stützelementes sehr hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten geeignet.
- 10
- 15

Zusätzlich zu den bereits erwähnten Schritten kann ein erfindungsgemäßes

- Verfahren zusätzlich bevorzugt noch folgenden Schritt enthalten

- Strahlen der Beschichtungsquelle

Ein Strahlen der Beschichtungsquelle wird bevorzugt nach dem Verbinden an der dem Stützelement abgewandten Oberfläche des Beschichtungsmaterials vorgenommen. Als Strahlgut können abrasive oder nicht abrasive Medien

- 20 eingesetzt werden. Durch ein Strahlen der Beschichtungsquelle kann die Ausbildung der Risse unterstützt werden, wobei dies durch den Aufprall des Strahlgutes (z.B. Sandstrahlen mit Korund), der wiederum die Spannungen im Beschichtungsmaterial weiter erhöht verursacht wird. Gleichzeitig kann es durch die Unterstützung der Rissbildung und Rissausbreitung im
- 25 Beschichtungsmaterial zu einem Abbau der im Stützelement bei der Herstellung der Beschichtungsquelle entstandenen elastischen Dehnungen kommen.

Alternativ oder zusätzlich zu einer Strahlbehandlung kann eine thermische Behandlung der Beschichtungsquelle erfolgen, beispielsweise über eine schnelle Abkühlung mittels flüssigen Stickstoffs. Dadurch können lokal noch

- 30 höhere Temperaturgradienten im Beschichtungsmaterial erzeugt werden, was wiederum die entstehenden Spannungen erhöht und die Ausbildung der Risse weiter unterstützt.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer Beschichtungsquelle eignet sich in besonderem Maße zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Beschichtungsquelle wie oben beschrieben.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren hat sich besonders vorteilhaft für die

- 5 Herstellung von Beschichtungsquellen herausgestellt, bei denen die Dicke des Beschichtungsmaterials eine im Vergleich zum Stützelement hohe Dicke aufweist. Im Stand der Technik kommt es bei Beschichtungsmaterialien, die zu dick im Vergleich zum Stützelement sind, bei der Herstellung der Beschichtungsquelle zu einer Durchbiegung des Stützelements anstatt einer
- 10 Rissbildung im Beschichtungsmaterial. Es wird vermutet, dass in solchen Fällen die Zugspannungen im Beschichtungsmaterial niedriger als die Bruchspannung des Beschichtungsmaterials sind. Solcherart verformte (durchgebogene) Beschichtungsquellen können zum einen nicht sachgemäß in eine Beschichtungsanlage eingebaut werden. Zum anderen würde eine solcherart
- 15 verformte Beschichtungsquelle bedingt durch den während des Beschichtungsprozesses fortschreitenden Abtrags und der damit abnehmende dicke des Beschichtungsmaterials plötzlich beim Erreichen der kritischen Spannung reißen und wiederum zu einer Störung des Beschichtungsprozesses führen.
- 20 Aus wirtschaftlichen Gründen wird angestrebt, dass das Verhältnis Verhältnis $X = d_2/(d_2+d_3)$ so hoch wie technisch möglich ist, sprich die Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 einen hohen Anteil an der Gesamtdicke der Beschichtungsquelle $d_1 = d_2+d_3$ hat.
- 25 Besonders vorteilhaft hat sich ein erfindungsgemäßes Verfahren für die Herstellung einer Beschichtungsquelle herausgestellt die ein Verhältnis $X = d_2/(d_2+d_3)$ der Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 zur Summe d_2+d_3 der Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 und Dicke des Stützelements d_3 von größer 0,5 auf. Sinnvoll ist noch weiter bevorzugt ein maximales Verhältnis X von 0,9.
- 30 Noch vorteilhafter hat sich ein erfindungsgemäßes Verfahren für die Herstellung einer Beschichtungsquelle herausgestellt die ein Verhältnis $X = d_2/(d_2+d_3)$ der Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 zur Summe d_2+d_3 der Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 und Dicke des Stützelements d_3 von größer oder

gleich 0,6 auf. Sinnvoll ist noch weiter bevorzugt ein maximales Verhältnis X von 0,85.

Anhand der folgenden Beispiele und Figuren werden Vorteile und Einzelheiten sowie besonders vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung genauer erläutert.

5 Beispiel 1 (nicht erfindungsgemäß):

Eine Beschichtungsquelle mit einem TiB₂ Beschichtungsmaterial das über Hartlöten mit einer Rückplatte aus dem Werkstoff MoCu70/30wt% verbunden wurde, wurde hergestellt. Der Durchmesser der Beschichtungsquelle war 150 mm und die Gesamtdicke d₁ war 12 mm. Das Beschichtungsmaterial wies eine Dicke d₂ von 6mm, die Rückplatte ebenfalls eine Dicke d₃ von 6mm auf.

10 Das Verhältnis X = d₂/(d₂+d₃) war also 0,5. In diesem Fall ist der thermische Ausdehnungskoeffizient der MoCu70/30wt% Rückplatte mit 9,5 ppm/K (im Vergleich dazu 5,2 ppm/K für reines Mo) größer als derjenige des Beschichtungsmaterials von 7,3 ppm/K. Hier entstehen beim Abkühlen von der

15 Temperatur des Hartlötens Druckspannungen im Beschichtungsmaterials, so dass es zur keiner Rissbildung senkrecht zur Oberfläche des Beschichtungsmaterials kommt und das Beschichtungsmaterial sich in Richtung der Rückplatte wölbt. Die Druckspannungen im Beschichtungsmaterial sind dabei so hoch, dass es über eine Ausbildung von Scherspannungen zu einem 20 Abplatzen von Bruchstücken parallel zur Oberfläche der Beschichtungsquelle, beziehungsweise des Beschichtungsmaterial kommt.

Beispiel 2 (nicht erfindungsgemäß)

Eine Beschichtungsquelle mit einem TiB₂ Beschichtungsmaterial das über Hartlöten mit einer dünnernen Rückplatte aus Mo verbunden wurde, wurde

25 hergestellt. Der Durchmesser der Beschichtungsquelle war 150 mm und die Gesamtdicke d₁ war 16 mm. Das Beschichtungsmaterial wies eine Dicke d₂ von 10mm, die Rückplatte eine Dicke d₃ von 6mm auf. Das Verhältnis X = d₂/(d₂+d₃) war also 0,625. In diesem Beispiel waren die durch das Abkühlen von der Temperatur des Hartlötens entstandenen Zugspannungen anscheinend zu 30 gering, so dass es nicht zur Ausbildung von Rissen im Beschichtungsmaterial kam. Stattdessen entstand eine Wölbung des Beschichtungsmaterials in Richtung der Rückplatte.

Beispiel 3 (nicht erfindungsgemäß)

- Eine Beschichtungsquelle mit einem CrSiB Beschichtungsmaterial das über Hartlöten mit einer Rückplatte aus Mo verbunden wurde, wurde hergestellt. Der Durchmesser der Beschichtungsquelle war 150 mm und die Gesamtdicke d_1 war 12 mm. Das Beschichtungsmaterial wies eine Dicke d_2 von 5 mm, die Rückplatte eine Dicke d_3 von 6 mm auf.
- Das Verhältnis $X = d_2/(d_2+d_3)$ war also 0,5. Bei dem CrSiB Beschichtungsmaterial handelt es sich um die spröde Zusammensetzung CrSiB 92/3/5 at%. Durch das Abkühlen von der Temperatur des Hartlötens sind Risse senkrecht zur Oberfläche des Beschichtungsmaterials entstanden.
- 10 Beispiel 4 (nicht erfindungsgemäß)
- Eine Beschichtungsquelle mit einem CrSiB Beschichtungsmaterial das über Hartlöten mit einer dünnernen Rückplatte aus Mo verbunden wurde, wurde hergestellt. Der Durchmesser der Beschichtungsquelle war 100 mm und die Gesamtdicke d_1 war 16 mm. Das Beschichtungsmaterial wies eine Dicke d_2 von 15 mm, die Rückplatte eine Dicke d_3 von 4 mm auf.
- Das Verhältnis $X = d_2/(d_2+d_3)$ war also 0,75. Bei dem CrSiB Beschichtungsmaterial handelt es sich um die spröde Zusammensetzung CrSiB 92/3/5 at%. Durch das Abkühlen von der Temperatur des Hartlötens sind keine Risse entstanden.
- 20 Beispiel 5 (erfindungsgemäß)
- Eine Beschichtungsquelle mit einem MoSiB Beschichtungsmaterial das über Hartlöten mit einer Rückplatte aus Mo verbunden wurde, wurde hergestellt. Der Durchmesser der Beschichtungsquelle war 150 mm und die Gesamtdicke d_1 war 12 mm. Das Beschichtungsmaterial wies eine Dicke d_2 von 6 mm, die 25 Rückplatte eine Dicke d_3 von 6 mm auf. Das Verhältnis $X = d_2/(d_2+d_3)$ war also 0,5. Bei dem MoSiB Beschichtungsmaterial handelt es sich um die spröde Zusammensetzung MoSiB 50/30/20 at%. Das Beschichtungsmaterial wurde vor dem Hartlöten mittels Drahtschneiden mit einer Strukturierung versehen. Durch das Abkühlen von der Temperatur des Hartlötens sind Risse senkrecht zur 30 Oberfläche des Beschichtungsmaterials entstanden. Zusätzlich zu Rissen entlang der Strukturierung sind auch Risse vorhanden, die ein unregelmäßiges Netzwerk bilden. Es erfolgte kein Abplatzen kleinerer Stücke des Beschichtungsmaterials.

Beispiel 6 (erfindungsgemäß)

Eine Beschichtungsquelle mit einem TiB₂ Beschichtungsmaterial das über Hartlöten mit einer Rückplatte aus Mo verbunden wurde, wurde hergestellt.

Der Durchmesser der Beschichtungsquelle war 150 mm und die Gesamtdicke

- 5 d₁ war 12 mm. Das Beschichtungsmaterial wies eine Dicke d₂ von 6 mm, die Rückplatte eine Dicke d₃ von 6 mm auf. Das Verhältnis X = d₂/(d₂+d₃) war also 0,5. Das Beschichtungsmaterial wurde vor dem Hartlöten mittels Drahtschneiden mit einer Strukturierung versehen. Durch das Abkühlen von der Temperatur des Hartlötens sind Risse senkrecht zur Oberfläche des
- 10 Beschichtungsmaterials entstanden. Diese Risse verlaufen weitestgehend entlang der Strukturierung. Es erfolgte kein Abplatzen kleinerer Stücke des Beschichtungsmaterials.

Beispiel 7 (erfindungsgemäß)

Eine Beschichtungsquelle mit einem TiB₂ Beschichtungsmaterial das über

- 15 Hartlöten mit einer Rückplatte aus Mo verbunden wurde, wurde hergestellt. Der Durchmesser der Beschichtungsquelle war 150 mm und die Gesamtdicke d₁ war 12 mm. Das Beschichtungsmaterial wies eine Dicke d₂ von 8 mm, die Rückplatte eine Dicke d₃ von 4 mm auf. Das Verhältnis X = d₂/(d₂+d₃) war also 0,67. Das Beschichtungsmaterial wurde vor dem Hartlöten mittels
- 20 Drahtschneiden mit einer Strukturierung versehen. Diese war über Drahtschneiden mit zueinander rechtwinkelig angeordneten und 1 mm tiefen Schnitten vorgenommen worden. Durch das Abkühlen von der Temperatur des Hartlötens sind Risse senkrecht zur Oberfläche des Beschichtungsmaterials entstanden. Diese Risse verlaufen weitgehend entlang der Strukturierung. Es
- 25 erfolgte kein Abplatzen kleinerer Stücke des Beschichtungsmaterials.

Beispiel 8 (erfindungsgemäß)

Eine Beschichtungsquelle mit einem TiB₂ Beschichtungsmaterial das in Form von zylindrischen Ringen über Hartlöten mit einem rohrförmigen Stützelement (Stütz- bzw. Trägerrohr) aus Mo verbunden wurde, wurde hergestellt.

- 30 Der Durchmesser der insgesamt 5 TiB₂ Ringe betrug 116 mm außen und 91,5 mm innen, die Höhe (Ausdehnung in Richtung der Rotationsachse) der einzelnen Ringe betrug 30 mm. Der Durchmesser des Mo Stützrohres betrug 91,45 mm außen und 76,1 mm innen. Die Länge des Mo Stützrohres betrug

- insgesamt 200 mm. Das Beschichtungsmaterial hatte somit eine Dicke von 12,25 mm und das Stützrohr eine Dicke von 7,67 mm. Das Verhältnis $X = d_2/(d_2+d_3)$ war also 0,62. Das Beschichtungsmaterial wurde vor dem Hartlöten mittels Drahtschneiden mit einer Strukturierung versehen. Diese war über Drahtschneiden mit zueinander parallel angeordneten und 1 mm tiefen Schnitten vorgenommen worden. Durch das Abkühlen von der Temperatur des Hartlötens sind Risse senkrecht zur Oberfläche des Beschichtungsmaterials entstanden. Diese Risse verlaufen weitgehend entlang der Strukturierung. Es erfolgte kein Abplatzen kleinerer Stücke des Beschichtungsmaterials.
- 10 Zusätzlich zu den Beispielen wurden einfache Berechnungen durchgeführt. Diese hatten das Ziel abzuschätzen, ab welchem Verhältnis $X = d_2/(d_2+d_3)$ der Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 zur Summe d_2+d_3 der Dicke des Beschichtungsmaterials d_2 und Dicke des Stützelements d_3 eine Strukturierung des Beschichtungsmaterials besonders vorteilhaft ist, um gemäß der Erfindung 15 Risse zu generieren.
- Es wird vermutet, dass eine Voraussetzung für die Ausbildung von Rissen im Beschichtungsmaterial ist, dass das Produkt der Zugfestigkeit des spröden Beschichtungsmaterials und seiner Dicke d_2 geringer ist als das Produkt der Streckgrenze und der Dicke d_3 der Rückplatte. Für diesen Grenzfall gilt ein
- 20 Gleichsetzen der beiden Produkte. Betrachtet man das Beispiel von TiB_2 auf Mo mit der Zugfestigkeit von etwa 500 MPa für TiB_2 und der Streckgrenze von etwa 750 MPa für Mo, so ergibt sich in erster grober Näherung, dass bei einem Anteil der Dicke des Beschichtungsmaterials von 60% an der Gesamtdicke d_1 der Beschichtungsquelle die Grenzbedingung herrscht. Bei dünneren
- 25 Beschichtungsmaterialien kann auch ohne Strukturierung ein Rissnetzwerk entstehen und bei dickeren Beschichtungsmaterialien wird die Rückplatte elastisch und/oder plastisch verformt bzw. biegt oder wölbt sich diese. Deshalb wurde in der CrSiB/Mo Beschichtungsquelle mit 6 mm CrSiB auf 6 mm Mo aus Beispiel 3 ein Rissnetzwerk ausgebildet, während die TiB_2 /Mo
- 30 Beschichtungsquelle mit 10 mm TiB_2 auf 6 mm Mo aus Beispiel 2 keine Risse im TiB_2 zeigte und die Mo Platte verbogen wurde. Mit einer Strukturierung wie beispielsweise in Beispiel 7 können Risse entlang der Strukturierung eingebracht werden, was vermutlich auf eine Verringerung des tragenden Querschnitts (der Dicke) des Beschichtungsmaterials oder auf eine

Kerbwirkung und lokale Spannungserhöhung, bzw. eine Kombination daraus zurückzuführen ist.

Von den Figuren zeigen:

- 5 Fig. 1: Beschichtungsquelle (1), aufweisend ein Beschichtungsmaterial (2), ein Stützelement (3) und eine Strukturierung (5) vor der Einbringung der Risse.

Fig. 2: Draufsicht auf die Beschichtungsquelle von Fig. 1.

Fig. 3: Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Beschichtungsquelle (1) nach der Einbringung der Risse (4).

- 10 Fig. 4: Beschichtungsquelle mit MoSiB Beschichtungsmaterial (Beispiel 5) nach dem Hartlöten und Reinigen mit ausgebildeten Rissen.

Fig. 5: Beschichtungsquelle mit TiB₂ Beschichtungsmaterial (Beispiel 6) hartgelötet auf Mo Rückplatte. Risse sichtbar gemacht durch Farbeindringprüfung mit fluoreszierender Farbe.

- 15 Fig. 6 Rohrförmige Beschichtungsquelle (1), mit Beschichtungsmaterial (2), Stütz- bzw. Trägerrohr (Stützelement) (3) und Strukturierung (5) nach der Einbringung der Risse (4) in a) Seitenansicht, in b) Draufsicht.

Figur 1 zeigt einen Beschichtungsquelle (1) zur physikalischen

- 20 Gasphasenabscheidung vor der Einbringung der Risse. Die Beschichtungsquelle (1) weist ein Beschichtungsmaterial (2) und ein Stützelement (3) auf. Das Beschichtungsmaterial (2) ist mit dem Stützelement (3) an einer Oberfläche des Beschichtungsmaterials (2) verbunden. Das Beschichtungsmaterial (2) weist eine Strukturierung (5) auf.

- 25 Die Strukturierung (5) besteht aus einer Anordnung einer ersten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen (strichliert dargestellt) und einer zweiten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen (strichliert dargestellt) die rechtwinklig zur ersten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen angeordnet sind.

- 30 Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf die Beschichtungsquelle von Figur 1.

Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Beschichtungsquelle nach der Einbringung der Risse (4). Die Risse (4) verlaufen weitestgehend entlang der Strukturierung (5).

Figur 4 zeigt eine Beschichtungsquelle die nach Beispiel 5 hergestellt wurde.

- 5 Sie weist ein MoSiB Beschichtungsmaterial auf das mittels Hartlöten auf eine Rückplatte aus Mo aufgebracht und anschließend gereinigt wurde. Zusätzlich zu Rissen entlang der Strukturierung sind auch Risse vorhanden, die ein unregelmäßiges Netzwerk bilden. Es erfolgte kein Abplatzen kleinerer Stücke des Beschichtungsmaterials.
- 10 Figur 5 zeigt eine Beschichtungsquelle die nach Beispiel 6 hergestellt wurde. Sie weist ein TiB₂ Beschichtungsmaterial auf das mittels Hartlöten auf Mo Rückplatte aufgebracht wurde. Die eingebrachten Risse wurden mittels fluoreszierender Farbe über eine Farbeindringprüfung sichtbar gemacht.
- 15 Figur 6 zeigt eine rohrförmige Beschichtungsquelle (1). In a) ist eine Seitenansicht auf die rohrförmige Beschichtungsquelle (1), in b) ist eine Draufsicht in Richtung der Rotationsachse der Beschichtungsquelle (1) gezeigt. Das Beschichtungsmaterial (2) ist in diesem Fall aus einzelnen zylindrischen Ringen aufgebaut, das Stützelement (3) ist als Stütz- bzw. Trägerrohr ausgebildet. Die Strukturierung (5) ist auf der Mantelfläche des
- 20 Beschichtungsmaterials (2) angebracht, die Risse (4) verlaufen weitgehend entlang der Strukturierung (5).

Liste der verwendeten Bezugszeichen:

- | | | |
|----|----------------|-------------------------------------|
| 25 | 1 | Beschichtungsquelle |
| | 2 | Beschichtungsmaterial |
| | 3 | Stützelement |
| | 4 | Risse |
| | 5 | Strukturierung |
| 30 | d ₁ | Gesamtdicke der Beschichtungsquelle |
| | d ₂ | Dicke des Beschichtungsmaterials |
| | d ₃ | Dicke des Stützelements |

Patentansprüche

1. Beschichtungsquelle (1) zur physikalischen Gasphasenabscheidung, mit:

- Einem Beschichtungsmaterial (2) das aus einem spröden Werkstoff besteht und Risse (4) aufweist,
- Einem Stützelement (3) das an einer Oberfläche des Beschichtungsmaterials (2) mit diesem verbunden ist,

5 dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsmaterial (2) eine Strukturierung (5) an zumindest Teilen einer Oberfläche des Beschichtungsmaterials (2) aufweist.

10

2. Beschichtungsquelle (1), nach Anspruch 1, wobei die Risse (4) weitgehend entlang der Strukturierung (5) verlaufen.

15

3. Beschichtungsquelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Risse (4) mit einem Anteil an der gesamten Risslänge von mehr als 50% entlang der Strukturierung (5) verlaufen.

4. Beschichtungsquelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

20

wobei die Strukturierung (5) an der dem Stützelement (3) abgewandten Oberfläche des Beschichtungsmaterials (2) vorliegt.

5. Beschichtungsquelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die Strukturierung (5) aus einer Anordnung einer ersten Gruppe

25

paralleler linienförmiger Vertiefungen und einer zweiten Gruppe

paralleler linienförmiger Vertiefungen die in einem Winkel von 70° bis

110° zur ersten Gruppe paralleler linienförmiger Vertiefungen angeordnet sind besteht.

30

6. Beschichtungsquelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei der thermische Ausdehnungskoeffizient des

Beschichtungsmaterials (2) α_2 größer als der thermische

Ausdehnungskoeffizient des Stützelements (3) α_3 ist.

7. Beschichtungsquelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Beschichtungsmaterial (2) aus TiB₂, SiC, B₄C, MoSiB, oder CrSiB besteht.
- 5 8. Beschichtungsquelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei, das Stützelement (3) aus Molybdän, Wolfram, Tantal, einer Molybdänbasislegierung, einer Wolframbasislegierung oder einer Tantalbasislegierung besteht.
- 10 9. Beschichtungsquelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der E-Modul des Stützelements (3) E₃ größer oder gleich 300 GPa ist.
- 15 10. Beschichtungsquelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Verhältnis X = d₂/(d₂+d₃) der Dicke des Beschichtungsmaterials (2) d₂ zur Summe d₂+d₃ der Dicke des Beschichtungsmaterials (2) d₂ und Dicke des Stützelements (3) d₃ größer 0,5, bevorzugt größer oder gleich 0,6 ist.
- 20 11. Beschichtungsquelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei diese plattenförmig ist.
12. Beschichtungsquelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei diese rohrförmig ist.

13. Verfahren zur Herstellung einer Beschichtungsquelle (1) zur physikalischen Gasphasenabscheidung enthaltend die folgenden Schritte:

- Bereitstellen eines Beschichtungsmaterials (2) das aus einem spröden Werkstoff besteht;
- Strukturieren des Beschichtungsmaterials (2) zur Erzeugung einer Strukturierung (5) an zumindest Teilen einer Oberfläche des Beschichtungsmaterials (2);
- Bereitstellen eines Stützelements (3);
- Verbinden des Beschichtungsmaterials (2) mit dem Stützelement (3);
- Einbringung von Rissen (4) in das Beschichtungsmaterial (2)

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Strukturieren des Beschichtungsmaterials (2) durch Erodieren, Drahtschneiden, Schleifen oder Trennschneiden verwirklicht wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Strukturieren des Beschichtungsmaterials (2) durch Einpressen eines profilierten Presswerkzeugs verwirklicht wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, wobei die Strukturierung auf der Oberfläche des Beschichtungsmaterials (2) eingebracht wird, die sich nach dem Verbinden mit dem Stützelement (3) auf der dem Stützelement (3) abgewandten Oberfläche des Beschichtungsmaterials (2) befindet.

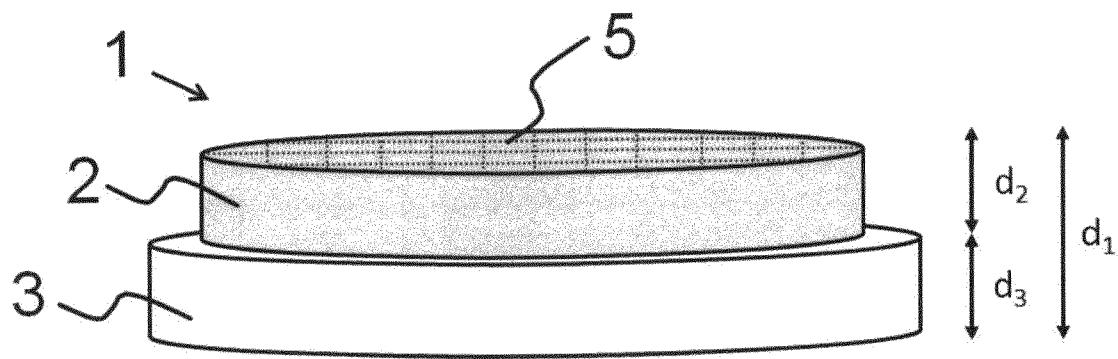
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei das Verbinden des Beschichtungsmaterials (2) mit dem Stützelement (3) durch Hartlöten bei Temperaturen zwischen 400°C bis 950 °C realisiert wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, wobei die Einbringung der Risse (4) durch ein Abkühlen von einer erhöhten Temperatur stattfindet.

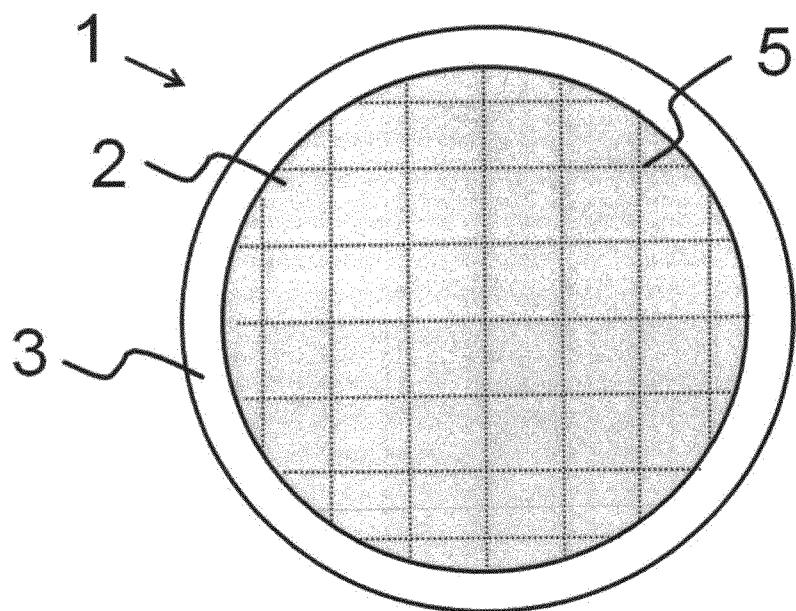
19. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die Einbringung der Risse (4) durch ein Abkühlen von der Temperatur des Hartlötens stattfindet.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, wobei dieses zusätzlich folgenden Schritt enthält:

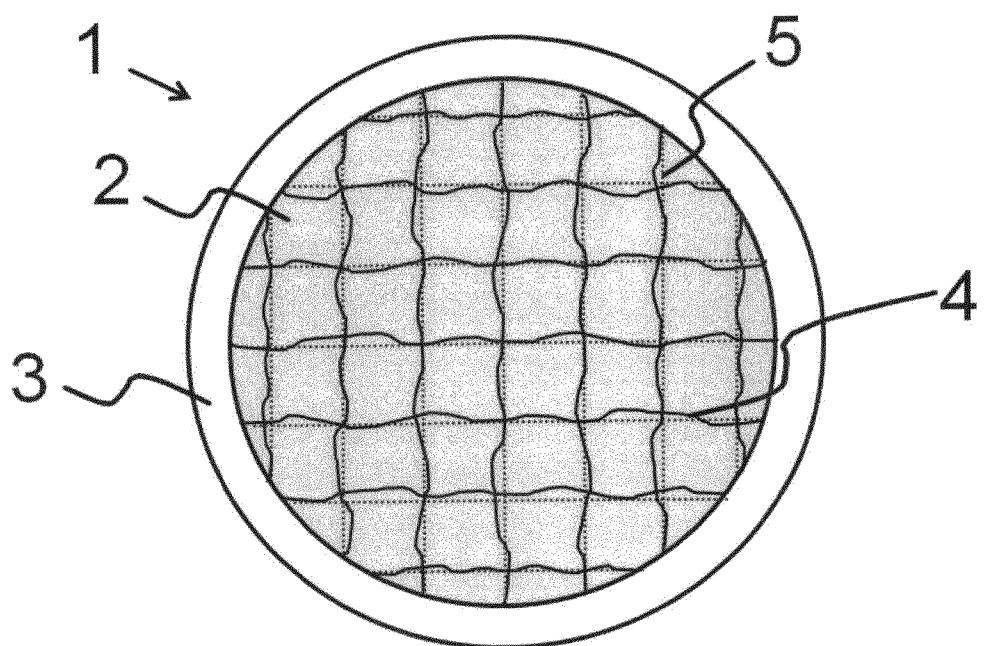
- Strahlen der Beschichtungsquelle



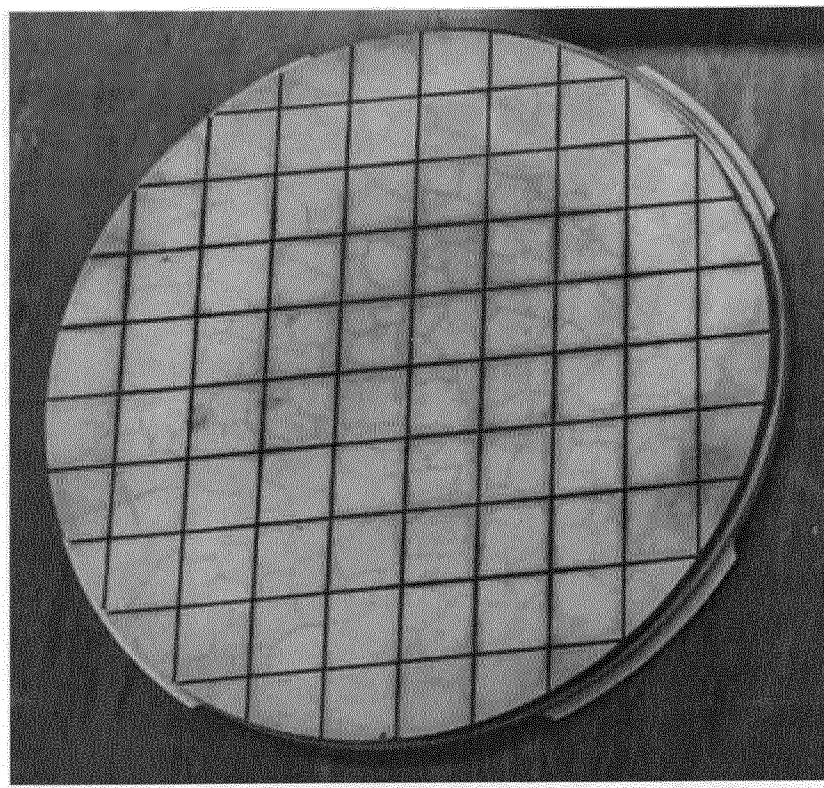
Figur 1



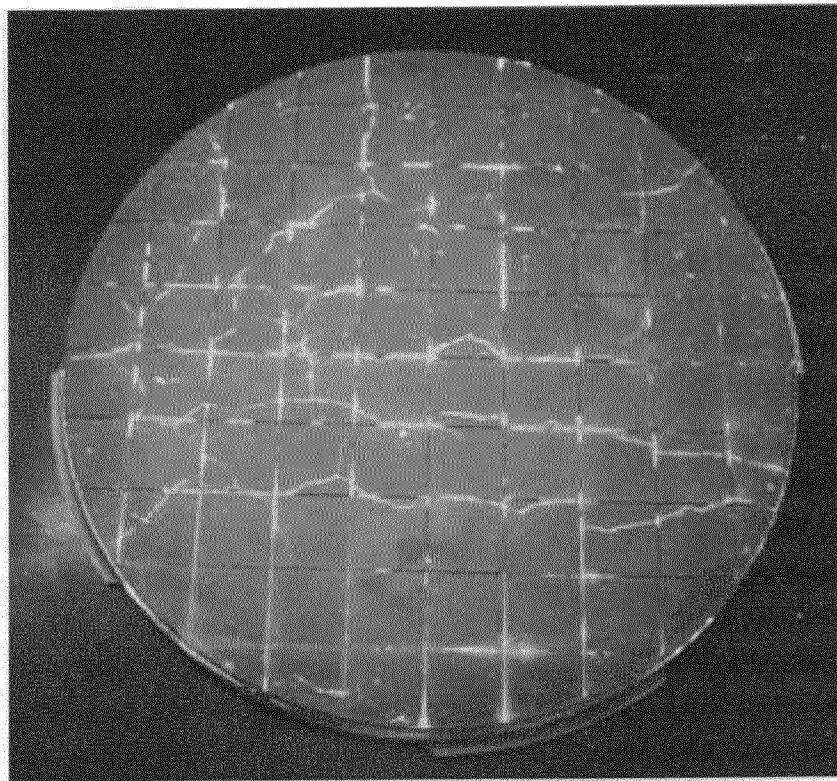
Figur 2



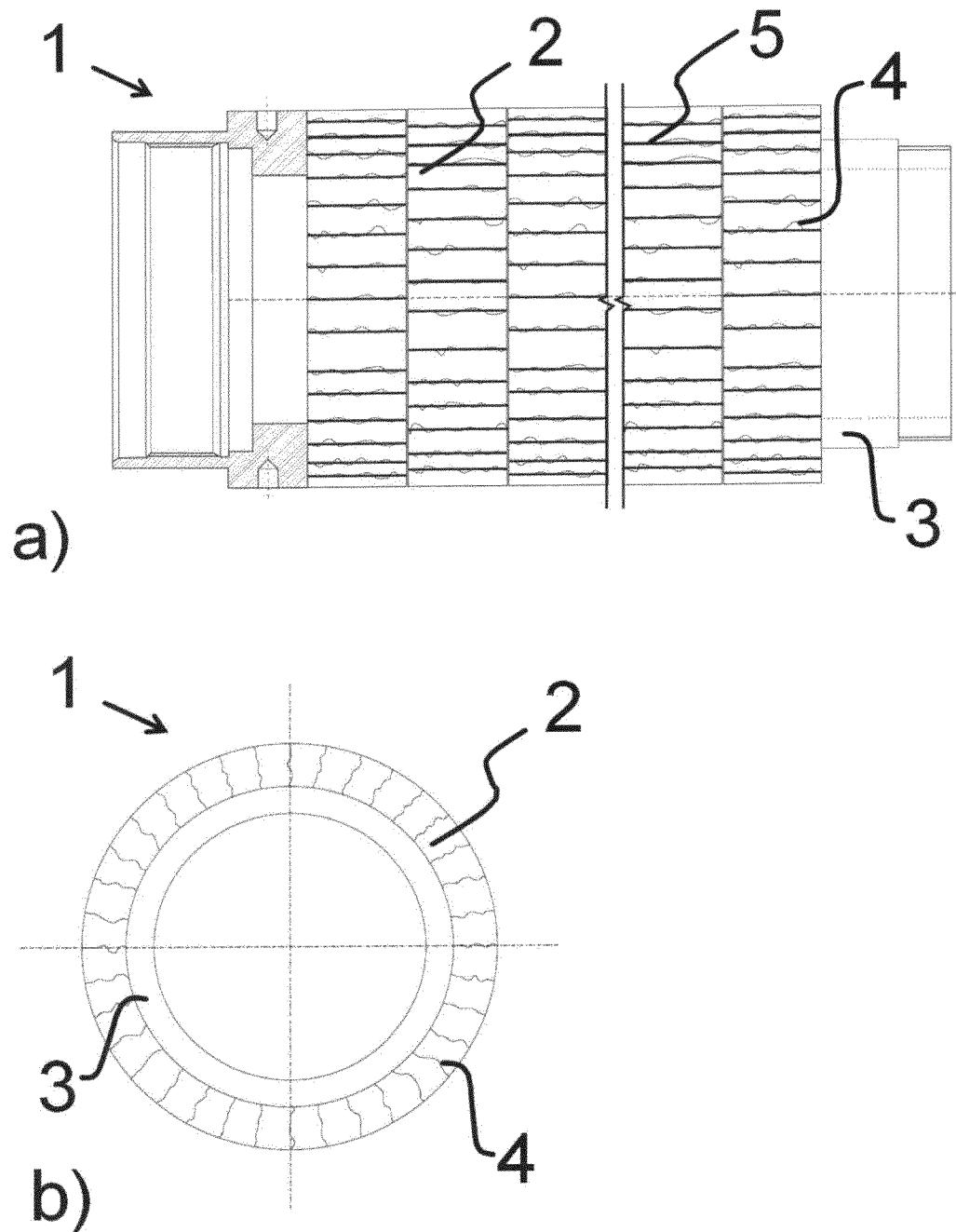
Figur 3



Figur 4



Figur 5



Figur 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/002059

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C23C14/34
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

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

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

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP S62 278261 A (SEIKO EPSON CORP) 3 December 1987 (1987-12-03) cited in the application abstract	1,4,11, 13,18
Y	----- JP H05 230642 A (NISSIN HIGH VOLTAGE CO LTD) 7 September 1993 (1993-09-07) the whole document -----	2,3, 5-10,12, 14-17, 19,20
Y	----- -/-	2,3, 5-10,12, 14-17, 19,20

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
8 February 2017	16/02/2017
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 Ekhult, Hans

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2016/002059

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	WO 2015/197196 A1 (PLANSEE COMPOSITE MATERIALS GMBH [DE]; OERLIKON SURFACE SOLUTIONS AG T) 30 December 2015 (2015-12-30) cited in the application page 5, line 20 - page 11, line 22 -----	1,2,4, 6-9,11, 13,14, 16,17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/002059

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
JP S62278261	A 03-12-1987	NONE		
JP H05230642	A 07-09-1993	NONE		
WO 2015197196	A1 30-12-2015	TW 201615875 A WO 2015197196 A1		01-05-2016 30-12-2015

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/002059

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C23C14/34
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C23C

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

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

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP S62 278261 A (SEIKO EPSON CORP) 3. Dezember 1987 (1987-12-03) in der Anmeldung erwähnt	1,4,11, 13,18
Y	Zusammenfassung	2,3, 5-10,12, 14-17, 19,20
Y	----- JP H05 230642 A (NISSIN HIGH VOLTAGE CO LTD) 7. September 1993 (1993-09-07) ----- das ganze Dokument -----	2,3, 5-10,12, 14-17, 19,20
		-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

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

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

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

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

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf 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 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

8. Februar 2017

16/02/2017

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

Ekhult, Hans

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/002059

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P 1	WO 2015/197196 A1 (PLANSEE COMPOSITE MATERIALS GMBH [DE]; OERLIKON SURFACE SOLUTIONS AG T) 30. Dezember 2015 (2015-12-30) in der Anmeldung erwähnt Seite 5, Zeile 20 - Seite 11, Zeile 22 -----	1,2,4, 6-9,11, 13,14, 16,17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/002059

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP S62278261 A	03-12-1987	KEINE	
JP H05230642 A	07-09-1993	KEINE	
WO 2015197196 A1	30-12-2015	TW 201615875 A WO 2015197196 A1	01-05-2016 30-12-2015