

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. November 2005 (10.11.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/106068 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C23C 14/34

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/003757

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. April 2005 (09.04.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 020 404.7 23. April 2004 (23.04.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **H. C. STARCK GMBH** [DE/DE]; Im Schleeke 78-91, 38642 Goslar (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHOLL, Roland** [DE/DE]; Im Weiherfeld 3, 79733 Görwihl (DE). **MEYER, Bernd** [DE/DE]; Talstr. 32, 79725 Laufenburg (DE). **PASSING, Gerd** [DE/DE]; Peter-Grubert-Str. 12, 50354 Hürth (DE). **WÖTTING, Gerhard** [DE/DE]; Schulstr. 16, 96450 Coburg (DE).

(74) Anwalt: **BRAMER-WEGER, Elmar**; c/o Bayer MaterialScience AG, Law and Patents, Patents and Licensing, 51368 Leverkusen (DE).

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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

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

(54) Title: SUPPORT PLATE FOR SPUTTER TARGETS

(54) Bezeichnung: TRÄGERPLATTE FÜR SPUTTERTARGETS

(57) Abstract: Disclosed is a support plate for sputter targets. Said support plate is made of a composite material containing 5 to 99 percent by weight of at least one refractory metal from the group comprising Mo, W, Re, and Ta as well as 95 to 1 percent by weight of at least one additional metallic component from the group comprising Cu, Ag, and Au. Also disclosed are a method for producing said support plate and a unit encompassing the inventive support plate and a sputter target.

(57) Zusammenfassung: Trägerplatte für Sputtertargets aus einem Verbundwerkstoff, der 5 bis 99 Gew.-% mindestens eines Refraktärmetalls aus der Gruppe Mo, W, Re, Ta und 95 bis 1 Gew.-% mindestens einer weiteren metallischen Komponente aus der Gruppe Cu, Ag, Au enthält, Verfahren zu deren Herstellung und Einheit, die die Trägerplatte und ein Sputtertarget enthält.



WO 2005/106068 A1

Trägerplatte für Sputtertargets

Die Erfindung betrifft eine Trägerplatte für Sputtertargets, wobei die Trägerplatte aus einem Verbundwerkstoff besteht, der mindestens ein Refraktärmetall und mindestens eine weitere
5 metallische Komponente aus der Gruppe Cu, Ag, Au enthält, ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Trägerplatte und Einheiten, die die Trägerplatte und ein Sputtertarget enthalten.

Werkstoffe im allgemeinsten Sinne zeichnen sich durch inhärente physikalische
10 Eigenschaften aus, für die oft eine theoretische Beschreibung schwer möglich ist, und die – als natürliche Grenzwerte – auch durch technische Kunstgriffe nicht „verbessert“ werden können. Ein Werkstoff weist häufig neben einer für eine bestimmte technische Anwendung gewünschten auch eine oder mehrere nicht gewünschte Eigenschaften auf.

Für verschiedene Anwendungen sind neben den physikalischen Eigenschaften der
15 Werkstoffe, wie Wärmeleitfähigkeit (WLF), linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient (WAK) und Elastizitätsmodul (E-Modul), auch technisch/technologische Eigenschaften, wie Herstellbarkeit, Bearbeitbarkeit, Kosten von entscheidender Bedeutung.

Hohe Wärmeleitfähigkeiten werden an reinen Metallen (Ag, Au, Cu, W, Mo, ...) erreicht.
20 Geringe (0,1 bis 3 at-%) Verunreinigungen führen dabei häufig zu einem dramatischen Abfall der Wärmeleitfähigkeit. Dies hat seine Ursache beispielsweise in einer Mischkristallbildung, der Bildung intermetallischer Verbindungen oder von Zweitphasen.

Der WAK ist in erster Näherung umgekehrt proportional zur Schmelztemperatur (T_m) des
25 Metalls. Damit kommen die sogenannten Refraktärmetalle (W, Mo, Re, Ta, Ru) mit einer hohen T_m zwischen 3700 K (W) und 2600 K (Ru) für Anwendungen in Frage, bei denen ein sehr geringer WAK gewünscht wird (W: $4,7 \times 10^{-6}$ / K bis Ta: $6,8 \times 10^{-6}$ /K) In Tabelle 1 sind die wesentlichsten Eigenschaften von Refraktärmetallen und Metallen mit hoher
30 Wärmeleitfähigkeit zusammengestellt:

Tabelle 1: „Eigenschaften von Refraktärmetallen und Metallen mit hoher
Wärmeleitfähigkeit“ [Quelle: TAPP: E S Microwave, Inc. 2234 Wade Court,
Hamilton, OH 45013]

- 2 -

	WAK	WLF	E-Modul	Dichte	T_m^1
Element	$10^{-6}/K$	W/mK	GPa	g/cm^3	K
Ag	16,5	425	71	10,5	1230
Au	13,9	317	78	19,3	1340
Cu	16,8	400	131	8,96	1360
W	4,7	174	410	19,3	3700
Mo	5,2	138	318	10,2	2900
Re	6,2	48	460	21	3500
Ta	6,8	57	185	16,7	3300
Ru	5,3	117	-	12,4	2600
Zr	5,2	22,7	84	6,5	2100
Be	11,6	200	303	18,5	1500
Ni	13,9	-	207	8,9	1700
Pb	28,7	35	24	11,4	600

¹: T_m = Schmelztemperatur

-: keine Daten verfügbar

5 Der E-Modul reiner Metalle korreliert in erster Näherung ebenfalls mit der Schmelztemperatur. Hohe E-Moduli, wie sie beispielsweise W, Mo, Re und Ta aufweisen, führen dazu, dass sich die entsprechenden Metalle nur schwer bearbeiten lassen

10 Die Herstellung von metallischen Werkstoffen und Bauteilen mit hoher Wärmeleitfähigkeit kann über die Schmelzmetallurgie erfolgen. Kommerzielle und technische Grenzen ergeben sich jedoch, wenn die Schmelztemperaturen der zu verarbeitenden Metalle über ca. 2000 K liegen. Bauteile aus Metallen mit höheren Schmelztemperaturen, wie beispielsweise W, Mo, Re oder Ta, werden deshalb bevorzugt über pulvermetallurgische Verfahren hergestellt. Dies führt zu hohen Fertigungskosten (Materialpreis, Technologiekosten, Bearbeitbarkeit).

15 Grundsätzlich bietet die Pulvermetallurgie die Möglichkeit, kompliziert geformte Bauteile aus metallischen Werkstoffen weitgehend beliebiger Zusammensetzung zu erzeugen. Somit ist es grundsätzlich möglich, beispielsweise die in Tabelle 1 dargestellten Metalle und/oder Mischungen aus diesen Metallen pulvermetallurgisch zu gewünschten Werkstoffkombinationen zu verarbeiten.

20

- 3 -

Entsprechende Werkstoffe lassen sich auch durch eine Kombination pulvermetallurgischer und schmelzmetallurgischer Verfahrensschritte, beispielsweise durch sogenannte Infiltrationsmethoden herstellen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die gewünschten funktionellen Eigenschaften, des gebildeten Werkstoffes, z.B. die Wärmeleitfähigkeit, durch metallurgische Effekte, etwa Reaktionen in Folge der Bildung intermetallischer Phasen, von Mischkristallen oder von anderen Fremdphasen, die jeweils zu einer deutlichen Erniedrigung der Wärmeleitfähigkeit führen, nicht negativ beeinflusst werden dürfen.

Auf den beschriebenen Wegen gelingt es, sogenannte Verbundwerkstoffe zu erzeugen, die Komponenten mit einem geringen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten und einer moderaten Wärmeleitfähigkeit, etwa W, Mo, Re oder Ta, und Komponenten mit einer sehr hohen Wärmeleitfähigkeit und hohem linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, etwa Cu, Ag oder Au enthalten. Auf diese Weise entsteht ein Werkstoff mit relativ hoher WLF ($> 200 \text{ W/m}^2\text{K}$) bei einem vergleichsweise geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Diese Werkstoffe sind darüber hinaus auch gut spanend zu bearbeiten, im Gegensatz zu reinen Refraktärmetallen.

Von Nachteil ist jedoch die aufwendige Herstellung von Bauteilen nach dem Infiltrationsverfahren, das in der Regel zwei thermische Prozesse bei hoher Temperatur (Sintern eines Skelett-Körpers $T: > 1600 \text{ }^\circ\text{C}$, Infiltrieren des porösen Körpers mit Cu, $T: > 1200 \text{ }^\circ\text{C}$) beinhaltet. Danach ist eine aufwendige mechanische Bearbeitung notwendig, um die exakten Anschlussmaße zu erreichen. Wenn es durch pulvermetallurgische Verfahren gelingt, einen porösen Formkörper aus einem Refraktärmetall zu erzeugen, lässt sich auch eine einstufige Herstellung eines Verbundwerkstoffes erreichen, indem die Infiltration direkt in einem thermischen Schritt gemeinsam mit der Verdichtung erfolgt.

Für Anwendungen, bei denen Werkstoffe mit besonders geringem linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten und nur moderater Wärmeleitfähigkeit benötigt werden, kommen Werkstoffe aus Refraktärmetallen (W, Mo, Re, Ta,..) ohne weitere Zusätze in Betracht. Neben den hohen Werkstoffkosten, der schwierigen Herstellung dichter Bauteile (Warmumformverfahren) ist überdies eine aufwendige mechanische Präzisionsbearbeitung notwendig.

Typische Anwendungen, bei denen Werkstoffe mit hoher Wärmeleitfähigkeit und einstellbarem linearem thermischem Ausdehnungskoeffizienten benötigt werden, sind

Wärmesenken (sogenannte Heat Sinks). Man kann zwei wesentliche Anwendungsbereiche unterscheiden:

- 5 (1) Bauteile, mit maximaler Abmessung in einer Richtung von bis ca. 5 cm und filigranen Funktionsstrukturen, bei denen es auf eine exakte Einhaltung und kostengünstige Reproduzierung der Gestalt für große Stückzahlen ankommt. Bei dieser Anwendungsgruppe kommt es hauptsächlich auf eine maximale WLF an. Der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient muss an die verbundenen Funktionsstrukturen angepasst werden. Aufgrund der geringen Länge sind die absoluten Längenunterschiede
10 bei den zu erwartenden Temperaturänderungen an den Bauteilen eher gering.
- (2) Weniger fein strukturierte Bauteile mit maximalen Abmessungen in einer Richtung von deutlich mehr als 10 cm bis über 100 cm. Dabei werden moderate Wärmeleitfähigkeiten in Kauf genommen. Wichtigere Kriterien sind dabei, der an einen Funktionswerkstoff angepasste lineare thermische Ausdehnungskoeffizient, die einfache Herstellbarkeit
15 auch komplexer Strukturen, die gute mechanische Be- und Verarbeitbarkeit und der marktfähige Preis der Bauteile.

Bauteile des Anwendungsbereichs (1) werden vor allem im Bereich der Mikroelektronik eingesetzt, Bauteile des Anwendungsbereichs (2) im Bereich der Leistungselektronik oder
20 Leistungselektrik, wo großflächig hohe Leistungen von einem Funktionselement abgeführt werden müssen. Bauteile des Anwendungsbereichs (2) werden beispielsweise als elektronische Leistungsschalter oder als Trägerplatte für Sputtertargets eingesetzt.

Trägerplatten für Sputtertargets müssen im wesentlichen zwei Funktionen erfüllen. Zum
25 einen muss das eigentliche Sputtertarget sicher auf der Trägerplatte befestigt werden können, zum anderen muss die Wärme, die beim Sputtervorgang entsteht, vom Sputtertarget abgeführt werden. Als Sputtertargets werden eine Vielzahl von unterschiedlichen Werkstoffen eingesetzt, die ganz unterschiedliche Werkstoffeigenschaften besitzen. Die Eigenschaften der Trägerplatte, insbesondere deren Wärmeausdehnungskoeffizient, muss an
30 die Eigenschaften des Sputtertargets angepasst werden. Man verwendet daher derzeit bei sehr geringem WAK des Sputtertargets (5 bis ca. $10 \times 10^{-6}/K$) Mo oder W als Trägerplatten. Für Sputtertargets mit deutlich höherem WAK (15 bis $20 \times 10^{-6}/K$) eignen sich Platten aus Reinstkupfer, Aluminium oder ausgewählten Sonderwerkstoffen (Al-Si, Al-SiC). Besondere Schwierigkeiten ergeben sich, wenn großflächige Sputtertargets mit geringem WAK mit der
35 Trägerplatte verbunden werden müssen. Dann können bereits bei der Befestigung des

Sputtertargets auf der Trägerplatte, z.B. durch Löten, aufgrund unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten von Sputtertarget und Trägerplatte mechanische Spannungen entstehen, die unmittelbar oder beim Sputtern zur Schädigung am Sputtertarget führen.

5

Einheiten aus Trägerplatte und eigentlichem Sputtertarget müssen so beschaffen sein, dass die Verbindung zwischen der Trägerplatte und dem Sputtertarget auch unter den extremen thermischen Belastungen beim Sputter-Vorgang beständig bleibt, und es insbesondere nicht zu einem Ablösen oder Brechen des Sputtertargets kommt.

10

Aus EP I 331 283 A1 ist eine Einheit aus einer Trägerplatte aus einer Cu-Cr- bzw. einer Cu-Zn-Legierung und einem Tantal- oder Wolfram-Target bekannt, bei der die beiden Einheiten über eine spezielle Zwischenschicht aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung miteinander verbunden sind. Die Zwischenschicht muss eine Mindestdicke von 0,5 mm aufweisen und erlaubt die Verbindung von Materialien, deren thermische Ausdehnungskoeffizienten stark unterschiedlich sind. Das Zusammenfügen von Trägerplatte und Targetmaterial erfolgt mittels heissisostatischem Pressen (HIP) in einer sogenannten Diffusions-Bindung. Das Einarbeiten der Zwischenschicht ist aufwändig und nicht ohne weiteres auf andere Materialkombinationen übertragbar.

15

20

Spannungen, die durch die thermische Belastung beim Sputter-Vorgang entstehen, lassen sich minimieren, indem Trägerplatte und Targetmaterial so ausgewählt werden, dass sie sehr ähnliche thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen. WO 92/17622 A1 beschreibt entsprechende Einheiten aus Trägerplatte und Targetmaterial, in denen der Wärmeausdehnungskoeffizient der Trägerplatte durch einen schichtförmigen Aufbau derselben eingestellt wird. Die Trägerplatte weist neben einem Grundkörper aus Kupfer eine auf dem Grundkörper angebrachte Schicht aus Molybdän oder einer Molybdänlegierung auf. Auf dieser Schicht wird wiederum das Target angebracht. Eine solche Trägerplatte eignet sich für Targetmaterialien, die einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von etwa $10 \times 10^{-6} /K$ aufweisen, etwa Silicium-Targets. Für andere Targetmaterialien ist eine solche Trägerplatte nicht geeignet. Zudem ist die Herstellung der Trägerplatten sehr aufwändig, da die obere Schicht fest mit dem Grundkörper verbunden werden muss. Zur Anwendung kommen beispielsweise Verfahren, bei denen der Druck einer Explosionswelle ausgenutzt wird. Nachteilig ist weiterhin, dass die beschriebene Einheit nun eine zusätzliche Schwachstelle,

25

30

- 6 -

nämlich die Verbindung von Grundkörper und oberer Schicht, aufweist, wo es bei thermischer Belastung zum Ablösen der Einheiten voneinander kommen kann.

5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, Trägerplatten für Sputtertargets zur Verfügung zu stellen, die einfach herzustellen sind, wobei der Wärmeausdehnungskoeffizient über einen weiten Bereich gezielt eingestellt werden kann. Die Trägerplatten sollen darüber hinaus hohe Wärmeleitfähigkeit besitzen, um ein effizientes Abführen der beim Sputter-Vorgang auftretenden Wärme zu erlauben.

10 Es wurde nun gefunden, dass sich der Wärmeausdehnungskoeffizient sehr einfach über einen weiten Bereich gezielt einstellen lässt, wenn die Trägerplatten aus einem Verbundwerkstoff bestehen, der Komponenten mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten enthält.

15 Gegenstand der Erfindung ist daher eine Trägerplatte für Sputtertargets, wobei die Trägerplatte aus einem Verbundwerkstoff besteht, der 5 bis 99 Gew.-% mindestens eines Refraktärmetalls und 95 bis 1 Gew.-% mindestens einer weiteren metallischen Komponente aus der Gruppe Cu, Ag, Au enthält.

20 Die weitere metallische Komponente aus der Gruppe Cu, Ag, Au zeichnet sich insbesondere durch eine hohe Wärmeleitfähigkeit (320 bis 425 W/m*K) und einen hohen WAK (ca. 14 bis $17 \times 10^{-6}/K$) aus.

25 Die erfindungsgemäßen Trägerplatten zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass der Wärmeausdehnungskoeffizient sehr einfach über einen weiten Bereich durch Wahl der Komponenten des Verbundwerkstoffs und der jeweiligen Anteile gezielt eingestellt werden kann. In untergeordnetem Maße beeinflusst auch die Herstellung der Trägerplatte dessen WAK. Die Trägerplatten weisen zudem eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf, so dass die beim Sputter-Vorgang entstehende Wärme zuverlässig abgeführt werden kann

30

Die Trägerplatte besteht aus einem Verbundwerkstoff, der die Vorzüge von ausgewählten Refraktärmetallen (geringer WAK, nicht legierbar oder nicht mischbar mit ausgewählten Metallen hoher Wärmeleitfähigkeit) und Metallen mit hoher Wärmeleitfähigkeit in sich vereint. Je nach den Erfordernissen an den WAK, das heißt die Besonderheiten des
35 Sputtertargets, erfolgt die Auswahl einer geeigneten oder anzustrebenden

- 7 -

Werkstoffkombination unter Berücksichtigung von Werkstoff-, Herstellungs- und Kostenkriterien. In Tabelle 2 „Werkstoffauswahl zur bestmöglichen Anpassung der Trägerplatte an den Targetwerkstoff“ sind für den Temperaturbereich von Raumtemperatur (20°C) bis 300°C Wärmeausdehnungskoeffizienten von ausgewählten Werkstoffen für Sputtertargets angegeben. Des weiteren enthält Tabelle 2 in den Spalten W-Cu, Mo-Cu, Re-Cu und Ta-Cu Angaben zum Kupfergehalt, den der entsprechende Verbundwerkstoff enthalten muss, um den gewünschten Wärmeausdehnungskoeffizienten des Targetwerkstoffes aufzuweisen. Danach ist es z.B. möglich, eine Trägerplatte für ein MoSi₂ – Sputtertarget (WAK: $8,2 \times 10^{-6}$ /K) aus einem W-Cu-Verbundwerkstoff mit 40 Gew.-% Cu, aus einem Mo-Cu-Verbundwerkstoff mit 50 Gew.-% Cu, aus einem Re-Cu-Verbundwerkstoff mit 21 Gew.-% Cu oder einem Ta-Cu-Verbundwerkstoff mit 18 Gew.-% Cu zu fertigen.

Tabelle 2: Werkstoffauswahl zur bestmöglichen Anpassung der Trägerplatte an den Targetwerkstoff

		Zusammensetzung des Verbundwerkstoffes, der annähernd den gleichen WAK aufweist wie der zu befestigende Targetwerkstoff			
Targetwerkstoff	WAK (RT-300 °C) $10^{-6}/K$	W-Cu Cu in Gew.-%	Mo-Cu Cu in Gew.-%	Re-Cu Cu in Gew.-%	Ta-Cu Cu in Gew.-%
InSnO (ITO)	8,3	40	51	21	19
Y ₂ O ₃	9,3	50	61	32	30
Al ₂ O ₃	6,8	27	31	6	n.e.
MgO	9	47	58	29	27
WSi ₂ ^(S)	6,2	17	21	n.e.	n.e.
Ta ₅ Si ₃ ^(S)	6-8 ^(A)	28	35	9	2
MoSi ₂ ^(S)	8,2	40	50	21	18
TiSi ₂ ^(S)	10,5	60	70	44	44
Ta ₂ N ^(S)	5,2	7	n.e.	n.e.	n.e.
AlN ^(S)	4	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.

- 8 -

⁽⁵⁾ G.V. Samsonov Handbook of High Temperature Materials No. 2, Properties Index, Plenum Press New York, 1964

(A) Anisotropie des Ausdehnungskoeffizienten erfordert besondere Maßnahmen hinsichtlich Targetgestaltung

5 n.e. : WAK mit diesem Werkstoff nicht erreichbar

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, sind in der Regel Gehalte an Kupfer von 7 bis 70 Gew.-% nötig, um den Wärmeausdehnungskoeffizienten des Verbundwerkstoffes an den WAK gängiger Targetwerkstoffe anzupassen.

10

Vorzugsweise besteht die erfindungsgemäße Trägerplatte demnach aus einem Verbundwerkstoff, der 10 bis 95 Gew.-% mindestens eines Refraktärmetalls und 90 bis 5 Gew.-% mindestens einer weiteren metallischen Komponente aus der Gruppe Cu, Ag, Au enthält, insbesondere bevorzugt aus einem Verbundwerkstoff, der 15 bis 95 Gew.-%

15 mindestens eines Refraktärmetalls und 85 bis 5 Gew.-% mindestens einer weiteren metallischen Komponente aus der Gruppe Cu, Ag, Au enthält.

Vorzugsweise handelt es sich bei dem Refraktärmetall um W und/oder Mo, insbesondere bevorzugt um W oder Mo.

20

Als weitere metallische Komponente kommt vorzugsweise Cu oder eine Mischung aus Cu und Ag und/oder Gold zum Einsatz. Besonders bevorzugt wird Cu oder eine Mischung aus Cu und nicht mehr als 5 Gew.-% Ag und/oder Gold, insbesondere bevorzugt Cu eingesetzt.

25

Insbesondere bevorzugt besteht die Trägerplatte aus einem Verbundwerkstoff, der 15 bis 95 Gew.-% Mo oder W und 85 bis 5 Gew.-% Cu enthält.

30

Ganz besonders bevorzugt ergänzen sich die Anteile an Refraktärmetall und weiterer metallischer Komponente, abgesehen von unvermeidbaren Verunreinigungen, zu 100 Gew.-%.

35

Aus Fig. 1 können für die Verbundwerkstoffe W-Cu, Mo-Cu, Re-Cu und Ta-Cu die theoretischen Cu-Gehalte in Gew.-% abgelesen werden, die der jeweilige Verbundwerkstoff enthalten muss, um einen gewünschten WAK im Bereich von ca. 5 bis 17×10^{-6} /K aufzuweisen.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass dieser Darstellung eine „volumenbasierte“ Mischungsregel zugrunde liegt, die die reale Struktur des Verbundwerkstoff nicht berücksichtigt. In der Praxis sind folgende herstellungsbedingten Parameter mit zu beachten, die die gewünschten funktionellen Eigenschaft (WLF, WAK) des Verbundwerkstoff beeinflussen werden:

- Größe und Morphologie der Gefügebestandteile (Refraktärmetall, weitere metallische Komponente, Poren);
- 10 - Anordnung der Bestandteile (durchgehendes Refraktärmetall-Netzwerk, durchgehendes Netzwerk der weiteren metallischen Komponente, Poren im Refraktärmetall, Poren in der weiteren metallischen Komponente);
- Größe der Grenzflächen zwischen Refraktärmetall und weiterer metallischer Komponente, zu den Poren in der weiteren metallischen Komponente und zu den
15 Poren im Refraktärmetall und
- Porenanteil.

Im Falle hoher Anteile des Refraktärmetalls (99 bis 50 Vol.-%) ist die Ausbildung eines geschlossenen Netzwerkes des Refraktärmetalls, insbesondere durch Infiltrationsverfahren
20 möglich. In diesem Falle führt der hohe E-Modul des Netzwerkes dazu, dass der WAK bezogen auf den Cu-Gehalt „unterproportional“ zunimmt. Dies ist schematisch für einen Mo-Cu-Verbundwerkstoff in Fig. 2, Bereich (I) dargestellt. Im Bereich mittlerer Volumengehalte des Refraktärmetalls (Bereich II) kann sich sowohl ein Refraktärmetall-Netzwerk, als auch ein Netzwerk der weiteren metallischen Komponente ausbilden.
25 Welches Netzwerk sich bildet, lässt sich gezielt über die Art der Herstellung des Verbundwerkstoffs steuern (Infiltration, Verarbeitung von Pulvermischungen). Bei höheren Gehalten an weiterer metallischer Komponente (in Fig. 2 Cu) kann man einen „überproportionalen“ Einfluss des Cu auf den WAK (Fig. 2, Bereich III) erwarten. Der Bereich III lässt bei hohen Volumengehalten des Cu ein geschlossenes Cu-Netzwerk
30 erwarten, was hinsichtlich des resultierenden WAK ebenfalls (wie im Bereich II) überproportional den WAK beeinflusst. Der Bereich IV steht für hohe Cu-Gehalte, bei denen die Eigenschaften (WLF, WAK) proportional zum Cu-Gehalt erwartet werden.

Anhand von Fig. 2 lässt sich demnach der Bereich des erforderlichen Cu-Gehalts (Gew.-%)
35 in einem Mo-Cu-Verbundwerkstoff bestimmen, in dem der angestrebte WAK erhalten wird.

- 10 -

Der letztlich erzielte WAK wird schließlich durch die Herstellungsbedingungen, einschließlich der Auswahl der Rohstoffe beeinflusst. Durch geeignete Vorversuche zur Wahl der Werkstoffzusammensetzung und zur Einstellung der Verfahrensparameter lassen sich die notwendigen Parameter ermitteln, die die Herstellung eines Verbundwerkstoffs mit
5 einem gewünschten WAK erlauben.

Als Maß für eine besondere Eignung als Werkstoff für eine Trägerplatte für Sputtertargets oder Anwendungen mit ähnlichen Anforderungen (andere Heat Sinks) an den Werkstoff kann das Verhältnis von Wärmeleitfähigkeit zu linearem thermischem
10 Ausdehnungskoeffizienten (WLF/WAK-Verhältnis) herangezogen werden. Hohe WLF/WAK-Werte ($> \text{ca. } 23 \text{ (W/m}^2\text{K)} / (10^{-6}/\text{K})$) beschreiben die Fähigkeit des Materials, große Wärmemengen bei gleichzeitig geringer wärmebedingter Längenänderung (im Falle von auftretenden Temperaturdifferenzen) des Bauteils zu transportieren.

15 Fig. 3 zeigt das WLF/WAK-Verhältnis als Funktion der WLF für verschiedene Metalle und die Verbundwerkstoffe Mo-Cu, W-Cu, Ta-Cu und Re-Cu. Wie Fig. 3 zu entnehmen ist, lassen sich mit den Verbundwerkstoffen Mo-Cu und W-Cu besonders hohe WLF/WAK-Verhältnisse erzielen.

20 Vorzugsweise weisen die erfindungsgemäßen Trägerplatten im Temperaturbereich von 20 bis 300°C ein Verhältnis von Wärmeleitfähigkeit zu Wärmeausdehnungskoeffizienten von $> 23,8 \text{ (W/m}^2\text{K)} / (10^{-6}/\text{K})$, d.h. von $> 23,8 \times 10^{+6} \text{ W/m}$ auf.

Der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient (WAK) ist eine Kenngröße eines
25 Festkörpers der gemäß ASTM E228 ermittelt wird.

Als Maßeinheit für den WAK von Festkörpern wird zumeist $10^{-6}/\text{K}$ verwendet.

30 Fig. 4 zeigt die Wärmeleitfähigkeit (WLF) verschiedener Metalle im Vergleich zur Wärmeleitfähigkeit der Verbundwerkstoffe W-Cu und Mo-Cu mit verschiedener Zusammensetzung. Fig. 4 lässt sich beispielsweise entnehmen, dass der Mo-Cu Verbundwerkstoff MoCu 10/90, d.h. ein Verbundwerkstoff, der 10 Gew.-% Mo und 90 Gew.-% Cu enthält, eine WLF von nahezu 350 W/m²K aufweist.

Zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit (WLF) bis 250 W/m*K ist die Methode ASTM E1225 geeignet. Zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit (WLF) > 250 W/m*K wird eine für den Werkstoff repräsentative zylindrische Messprobe (Durchmesser: 200 mm, Länge: 40 mm) mit planparallelen und exakt geschliffener Grund- und Deckfläche erzeugt. In diese Probe werden radial zwei Bohrungen (Durchmesser: 1 mm, Länge: 100 mm), in einem Längsabstand von 20 mm symmetrisch zur Länge der Probe eingebracht. Zwei gleichartige Referenzproben werden aus massivem Reinstkupfer (99,99 %) mit zertifizierter WLF, z.B. 400 W/m*K hergestellt. Die eigentliche Bestimmung der WLF der zu bewertenden Werkstoffprobe erfolgt als Relativmessung zwischen den beiden bekannten Cu-Proben und der unbekannt Probe. Dazu wird die Werkstoffprobe zwischen beiden Referenzproben aus Kupfer eingespannt. An der Unterseite der Anordnung werden eine Heizquelle und an der Oberseite eine Kühlfläche in gutem thermischen Kontakt zu den Kupferreferenzproben angebracht. Die so erzeugte Anordnung bestehend aus Heizquelle, 1. Referenzprobe (R1), Messprobe (M), 2. Referenzprobe (R2) und gekühlter Oberseite wird in eine Kammer mit Argon (99,999%) gegeben. Zuvor wurden in die beiden Bohrungen jeder Scheibe dünne, zuvor kalibrierte Ni-CrNi-Thermoelemente (Schenkeldurchmesser: 0,2 mm) bis in die Mitte der Scheibe eingeführt und an ein Temperaturmessgerät angeschlossen. Nun erfolgt das Aufheizen der Anordnung bis sich ein konstanter Wärmestrom von der beheizten zur gekühlten Seite eingestellt hat. Für diesen Zustand werden folgende 6 Temperaturen ermittelt: Temperatur der ersten Referenzprobe am unteren Messpunkt (T_{R1u}), Temperatur der ersten Referenzprobe am oberen Messpunkt (T_{R1o}), Temperatur der Messprobe am unteren Messpunkt (T_{Mu}), Temperatur der Messprobe am oberen Messpunkt (T_{Mo}), Temperatur der zweiten Referenzprobe am unteren Messpunkt (T_{R2u}) und Temperatur der zweiten Referenzprobe am oberen Messpunkt (T_{R2o}). Aus diesen werden die Temperaturdifferenzen: $dT_{R1} = T_{R1o} - T_{R1u}$, $dT_M = T_{Mo} - T_{Mu}$ und $dT_{R2} = T_{R2o} - T_{R2u}$ bestimmt. Die Abstände zwischen den Messpunkten in jeder Scheibe betragen genau $dx = 20$ mm. Wärmeleitfähigkeit (λ), Wärmestrom (I_w), Probenfläche (A) und Temperaturgradient in der Probe (dT/dx) sind nach folgender Formel miteinander verknüpft:

$$I_w = \lambda \cdot A \cdot (dT/dx) \quad (\text{Formel 1}).$$

Damit ergibt sich für die Referenzproben und die Messprobe folgender Zusammenhang:

$$I_w^{R1} = \lambda_{R1} \cdot A_{R1} \cdot (dT_{R1}/dx) \quad (\text{Formel 1a})$$

$$I_w^M = \lambda_M \cdot A_M \cdot (dT_M/dx) \quad (\text{Formel 1b})$$

- 12 -

$$I_w^{R2} = \lambda_{R2} * A_{R2} * (dT_{R2}/dx) \quad (\text{Formel 1c})$$

Unter der Voraussetzung, dass die Flächen (A) der 3 Proben und die Abstände (dx) der Thermoelemente in jeder Scheibe identisch sind und der Wärmestrom (I_w^M) über die unbekannte Probe (M) sich zu $I_w^M = (I_w^{R1} + I_w^{R2})/2$ bestimmt, erhält man folgende Zusammenhänge, aus denen man die gewünschte Wärmeleitfähigkeit (λ_M) des Werkstoffes bestimmt:

$$\lambda_M^{R1} = \lambda_{R1} * (dT_{R1}/dT_M) \quad \text{bzw.} \quad \lambda_M^{R2} = \lambda_{R2} * (dT_{R2}/dT_M) \quad (\text{Formel 2})$$

10

und schließlich:

$$\lambda_M = (\lambda_M^{R1} + \lambda_M^{R2})/2 \quad (\text{Formel 3})$$

15 Die auf diese Weise bestimmte WLF (λ_M) entspricht der WLF bei der mittleren Werkstofftemperatur $T_M = (T_{M0} + T_{Mu})/2$. Zur Bestimmung der WLF bei anderen (zum Beispiel höheren Temperaturen) wird die Heizleistung herauf und/oder die Kühlleistung herabgesetzt. Dadurch erhält man eine höhere Temperatur im Inneren der Anordnung, und unter analoger Verwendung der oben genannten Formeln die WLF bei der neuen (höheren) 20 Werkstofftemperatur.

Als Maßeinheit für die Wärmeleitfähigkeit verwendet man in der Regel W/m^*K .

25 Das in Fig. 3 verwendete Verhältnis WLF/ WAK wird durch einfache Division der ermittelten Werkstoffkenngrößen WLF und WAK ermittelt.

Die Geometrie der erfindungsgemäßen Trägerplatten kann in weiten Grenzen variieren und wird im wesentlichen durch die Vorrichtung vorgegeben, in die die Trägerplatte für den Sputtervorgang eingesetzt werden soll. Die Trägerplatte kann beispielsweise rund, oval, 30 rechteckig, quadratisch, aber auch unregelmäßig geformt ausgebildet sein. Die Dicke ist so zu wählen, dass die Trägerplatte hinreichende Stabilität beim Aufbringen des Sputtertargets und während des Sputtervorgangs besitzt.

35 Vorzugsweise weist die Trägerplatte auf der Rückseite, d.h. auf der Seite, auf der das Sputtertarget nicht aufgebracht wird, Kanäle auf, durch die während des Sputtervorgangs ein

- 13 -

Kühlmittel strömen kann. Auf diese Weise lässt sich Wärme sehr effizient vom Sputtertarget und der Trägerplatte abführen.

5 Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Trägerplatte, wobei ein Verbundpulver enthaltend 5 bis 99 Gew.-% mindestens eines Refraktärmetalls aus der Gruppe Mo, W, Re, Ta und 95 bis 1 Gew.-% mindestens einer weiteren metallischen Komponente aus der Gruppe Cu, Ag, Au bei einem Druck von 50 - 1000 MPa (500 - 10000 bar) axial oder isostatisch verpresst und anschließend gesintert wird.

10

Geeignete Sinterverfahren sind Vakuumsintern (0 - 0,1 MPa (0 - 1 bar)), druckloses Sintern (0,1 - 0,2 MPa (1 - 2 bar)), Gasdrucksintern (0,2 - 10 MPa (2 - 100 bar)), HIP (Gasdrucksintern bei 10 - 400 MPa (100 - 4000 bar)) und Heißpressen. Die Sinterverfahren können miteinander zu mehrstufigen Sinterprozessen kombiniert werden, z. B. Phase 1: 15 Vakuumsintern, Phase 2: HIP.

Vorzugsweise wird ein Molybdän-Kupfer- oder Wolfram-Kupfer-Verbundpulver eingesetzt. Insbesondere bevorzugt ein Molybdän-Kupfer- oder Wolfram-Kupfer-Verbundpulver, das eine Metall-Primärgröße überwiegend $< 2 \mu\text{m}$ und einen Sauerstoffgehalt $< 0,8 \text{ Gew.-%}$ 20 aufweist. Solche Verbundpulver und deren Herstellung sind aus WO 02/16063 A2 bekannt.

Die bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Trägerplatten einzuhaltenden Verfahrensparameter sind abhängig von den angestrebten Eigenschaften des Verbundwerkstoffes und insbesondere vom gewünschten Anteil der Refraktärmetalle und 25 der weiteren metallischen Komponenten, z.B. Cu, im Verbundwerkstoff.

Durch Pressen und Sintern von Verbundpulvern lassen sich insbesondere Trägerplatten mit geringen bis zu mittleren Gehalten von 1 bis etwa 40 Gew.-% an weiterer metallischer Komponente herstellen.

30

Die Sinterung wird im Falle der Herstellung einer Trägerplatte aus einem Mo-Cu Verbundwerkstoff vorzugsweise unter reduzierenden Bedingungen (z.B. Wasserstoff) bei einer Temperatur von 1100 bis 1300 °C, und besonders bevorzugt von 1150 bis 1250°C durchgeführt. Die Sinterzeit beträgt vorzugsweise 1 bis 10 h, besonders bevorzugt 2 bis 5 h.

35

Beispielsweise lässt sich eine Trägerplatte aus einem Mo-Cu-Verbundwerkstoff mit einem Kupfergehalt von 30 Gew.-% durch kaltisostatisches Pressen (CIP) eines Mo-Cu-Verbundpulvers in einer Gummi-form bei 200 MPa (2000 bar), Grünbearbeitung (Schleifen, Drehen) auf die Endmaße plus bekannte Sinterschwindung, Aufheizen mit 5 K/min (wasserstoffhaltige Atmosphäre) bis auf 1050 °C, Haltezeit bei 1050 °C von 30 Min, Weiterheizen mit 2 K/min bis auf 1110 bis 1150°C, Haltezeit von 4 h bei der gewählten Temperatur und Abheizen auf RT mit 5 K/min erhalten. Es wird ein Mo-Cu-Verbundwerkstoff mit folgenden Eigenschaften erhalten: Dichte > 96 % der theoretischen Dichte (TD) (> 9,4 g/cm³), WAK: ca. 8 (+/- 1) x 10⁻⁶ / K, WLF: 170 - 200 W/m*K, WLF/WAK= 22-30 (W/m*K)/(10⁻⁶/K). Die genauen physikalischen Kennwerte hängen von den Eigenschaften der verwendeten Pulver, der Verarbeitung sowie der thermische Behandlung beim Sintern bzw. der Wärmebehandlung ab. Durch Variationen im Rahmen der oben genannten Parameterfenster lassen sich die gewünschten WAK einstellen, die WLF ergibt sich in dem beschriebenen Bereich.

In analoger Weise erzeugt man W-Cu-Trägerplatten, insbesondere solche mit 1 bis etwa 30 Gew.-% Cu unter Verwendung entsprechender Verbundpulver. Im Unterschied zum Mo-Cu-Werkstoff erfordert das System W-Cu eine höhere Sintertemperatur. Je nach Cu-Gehalt sind Sintertemperaturen bis ca. 1450 °C und Sinterdauern von ca. 4 h erforderlich.

Die Sinterung wird im Falle der Herstellung einer Trägerplatte aus einem W-Cu Verbundwerkstoff daher vorzugsweise unter reduzierenden Bedingungen (z.B. Wasserstoff) bei einer Temperatur von 1100 bis 1500 °C, und besonders bevorzugt von 1200 bis 1450°C durchgeführt. Die Sinterzeit beträgt vorzugsweise 0,5 bis 10 h, besonders bevorzugt 1 bis 5 h.

Trägerplatten aus Werkstoffen mit hohen Anteilen an Refraktärmetallen (> 60 Gew.-%) und geringst möglichem WAK (5 bis 6 x 10⁻⁶/K) werden vorzugsweise über Infiltration eines Skeletts aus einem Refraktärmetall mit der gewünschten weiteren metallischen Komponente, vorzugsweise Kupfer, erzeugt.

Gegenstand der Erfindung ist daher weiterhin ein Verfahren zur Herstellung erfindungsgemäßer Trägerplatten mit einem Anteil an Refraktärmetall von > 60 Gew.-%, wobei zunächst ein Sinterkörper eines Refraktärmetalls aus der Gruppe Mo, W, Re, Ta

hergestellt wird und dieser anschließend mit 1 bis 40 Gew.-% einer weiteren metallischen Komponente aus der Gruppe Cu, Ag, Au infiltriert wird.

5 Zur Herstellung des Sinterkörpers des Refraktärmetalls wird ein Refraktärmetallpulver zunächst zu einer Platte verpresst und der Presskörper anschließend bei einer Temperatur von mindestens 1700°C unter Wasserstoff gesintert. Diesen Sinterkörper infiltriert man dann in einem zweiten Schritt mit einer Schmelze der weiteren metallischen Komponente, vorzugsweise einer Kupferschmelze, deutlich oberhalb des Schmelzpunktes der weiteren metallischen Komponente, z.B. bei 1200 °C. Auf diese Art werden die offenen Poren des
10 Refraktärmetallskeletts vollständig mit der weiteren metallischen Komponente gefüllt, der entstehende Körper verändert seine äußeren Abmessungen nur gering, so dass – vollständig offene Porosität des Skeletts vorausgesetzt – man den Verbundwerkstoff in seinen Eigenschaften hinsichtlich Gehalt an weiterer metallischer Komponente und damit WLF und WAK in groben Zügen vorausbestimmen kann. Die genauen Verfahrensparameter für die
15 Einstellung eines bestimmten WAK für eine spezielle Zusammensetzung des Ausgangspulvers lassen sich durch einfache Vorversuche ermitteln. Die physikalischen Eigenschaften, beispielsweise WAK, WLF, Dichte, E-Modul des Verbundwerkstoffes ergeben sich entsprechend der Realstruktur des Verbundwerkstoffes, sowie der primären physikalischen Eigenschaften der Gefügebestandteile (Refraktärmetall, weitere metallische
20 Komponente, Poren).

Trägerplatten aus Verbundwerkstoffen, bei denen aufgrund eines gewünschten hohen WAK von $>ca. 11 \times 10^6 /K$ der Gehalt an weiterer metallischer Komponente, z.B. der Gehalt an
25 Cu, sehr hoch sein muss (beispielsweise 70 bis 90 Gew.-%), lassen sich sehr einfach über Pressen und Umformen geeigneter Ausgangspulver herstellen. Indem man Verbundpulver mit entsprechend hohen Gehalten an weiterer metallischer Komponente oder einfache Mischungen aus Pulver der weiteren metallischen Komponente und Refraktärmetallpulver mischt, verpresst und durch einen Umformschritt, wie beispielsweise Schmieden, Walzen u.ä., bis auf $> 95 \%$ der theoretischen Dichte (TD) verdichtet, erhält man eine Trägerplatte
30 mit den gewünschten Eigenschaften. Es ist jedoch auch hier zu berücksichtigen, dass die Einstellung der Eigenschaften, etwa WAK, WLF und E-Modul, von der „Realstruktur“ des Werkstoffes, und damit von seiner konkreten Herstellung abhängt. Bei der Anwendung von Umformverfahren ist im Bedarfsfall eine Glühung unterhalb des Schmelzpunktes der weiteren metallischen Komponente sinnvoll, um negative Einflüsse der Kaltverfestigung auf
35 die funktionellen Eigenschaften zu vermeiden.

Gegenstand der Erfindung sind weiterhin Einheiten, die ein Sputter-Target und eine erfindungsgemäße Trägerplatte enthalten.

5 Bevorzugte Targetmaterialien sind solche, die einen WAK besitzen, der im Bereich von 5 bis $16 \times 10^{-6}/K$ liegt und die darüber hinaus aufgrund ihrer mechanischen Festigkeitseigenschaften (Bruchverhalten, Sprödigkeit) eine Trägerplatte erfordern, die die Entstehung mechanischer Spannungen während des Befestigens (Bonden) und/oder während des Einsatzes in einer Sputteranlage weitgehend verhindert. Einige Beispiele sind in Tabelle
10 2 genannt. Die Auswahl ließe sich jedoch fast beliebig erweitern, da die Materialvielfalt für Sputtertargets sehr groß ist.

Fig. 6 zeigt eine erfindungsgemäße Einheit mit einer erfindungsgemäßen Trägerplatte (1), auf der das Sputter-Target (2) aufgebracht ist. Die Einheit ist wiederum auf einer Befestigungsplatte (3), die z.B. aus Kupfer bestehen kann, angeordnet. Die an der Unterseite
15 der Trägerplatte erkennbaren Kanäle dienen der Zu- und Abfuhr eines Kühlmediums während des Sputtervorgangs. Die Trägerplatte kann eine oder mehrere Nuten zur Aufnahme von Dichtungsringen oder -bändern aufweisen, z. B. um die Trägerplatte (2) zur Befestigungsplatte (3) abzudichten (nicht gezeigt). Zur Befestigung eines Sputter-Targets
20 auf der Trägerplatte verwendet man häufig ein niedrig schmelzendes Lot auf Zinn-, Indium-, Blei- oder Silberbasis. Sofern die Benetzung des Sputter-Targets und/oder der Trägerplatte ungenügend ist, empfiehlt sich das Aufbringen einer dünnen Cu-Zwischenschicht, auf die dann das Lot eine hinreichende Benetzung und damit bessere Haftvermittlung zwischen Sputter-Target und Trägerplatte erlaubt.

25

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Beispielen näher erläutert, wobei die Beispiele das Verständnis des erfindungsgemäßen Prinzips erleichtern sollen, und nicht als Einschränkung desselben zu verstehen sind.

Beispiele

Bei den Prozentangaben handelt es sich, sofern nicht anders angegeben, um Gewichtsprozent.

5

Beispiel 1

Die Herstellung einer erfindungsgemäßen Trägerplatte erfolgte in einer Vorrichtung, wie sie schematisch in Fig. 5 wiedergegeben ist. Eine Verbundpulvermischung (1), die zu 80 Gew.-% aus W und zu 20 Gew.-% aus Cu bestand, wurde in eine Gummiform (2) rüttelnd eingefüllt. Auf dem Boden der Gummiform (2) befand sich ein profiliertes oberflächlich poliertes Metallkörper (3). Die Gummiform wurde durch einen Stützkäfig (4) gehalten. Die Gummiform (2) wurde um den oberen Rand des Stützkäfigs (4) gelegt. Danach wurde die Oberfläche der Pulverschüttung mit einer zweiten Gummiform, die als Deckel (5) dient, verschlossen. Dieser wurde um den Stützkäfig (4) und die Gummiform (2) gestülpt, um ein dicht abgeschlossenen Raum für das zu verpressende Pulver zu bilden. Zur Fixierung der Anordnung wurde ein Sicherungsband (6) so befestigt, dass eine Abdichtung der gefüllten Gummiform, bestehend aus Gummiform (1) und Deckel (5) erreicht wurde. Danach erfolgte das Evakuieren der Gummiform durch Einstecken einer Kanüle (7), die an eine Vakuumpumpe (8) angeschlossen war. Nach einer Dauer von 10 min wurde die Kanüle (7) aus der Gummiform (5) herausgezogen. Dabei verschließt sich das Einstichloch der Kanüle selbsttätig. Die so vorbereitete Gummiform wurde in eine nicht dargestellte hydrostatische Presse (CIP) eingeführt. Durch Aufbringen eines Druckes von 4000 bar erfolgte die Verdichtung der Pulvermischung bis zu einer Pressdichte von $9,3 \text{ g/cm}^3$. Der nicht verformbare profilierte oberflächlich polierte Metallkörper (3) wirkt als Prägewerkzeug. Bedingt durch die Wahl des Profils, die Oberflächenbeschaffenheit und die Rückfedereigenschaften des verpressten Pulvers lösten sich Pulverpressling und der profilierte oberflächlich polierte Metallkörper (3) während des langsamen Zurückfahrens des hydrostatischen Pressdruckes voneinander. Nach Öffnen der Gummiform konnte der Presskörper entnommen werden. Der so entstandene Presskörper besaß eine gut abgeformte Unterseite, aber auch weniger exakt geformte Randbereiche, die während des Pressvorgangs in direktem Kontakt zur Gummiform standen. Der Presskörper wurde deshalb einer spanenden mechanischen Bearbeitung unterzogen. Auf diese Weise entstand ein gepresster Pulverformkörper mit einer glatten Oberseite und einem zylindrischen Randbereich.

35

Dieser gepresste Pulverformkörper wurde in einem Sinterofen unter reduzierend wirkender Wasserstoffatmosphäre bis zu einer Temperatur von 1450°C aufgeheizt. Nach einer Haltezeit von 2 h wurde die Temperatur bis auf Raumtemperatur erniedrigt und der Sinterkörper aus dem Ofen entnommen. Bedingt durch eine lineare Sinterschwindung von etwa 15 % entstand ein im Vergleich zum gepressten Pulverformkörper in allen Raumrichtungen gleichmäßig verkleinerter Sinterkörper. Dieser Sinterkörper besaß eine Dichte von 15,1 g/cm³, einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von 6×10^{-6} /K, sowie eine Wärmeleitfähigkeit von 185 W/m*K. Zur weiteren Verarbeitung des Sinterkörpers zu einer Trägerplatte wurden die beiden ebenen Funktionsflächen und der zylindrische Teil auf das Endmaß spanend bearbeitet, die aufgeprägte Kühlstruktur erfordert keine Bearbeitung. Weiterhin wurden Gewinde angebracht, die eine spätere Befestigung mit einer Grundplatte erlauben, die es ermöglicht, die Kühlstruktur an der Sputteranlage zu befestigen.

Auf die so hergestellte W-Cu-Trägerplatte wurde ein keramisches WSi₂-Target aufgebracht. Dies erfolgte durch Auflöten des Targets auf der ebenen, nicht profilierten Seite der Trägerplatte. Da das gewählte keramische WSi₂-Target im Temperaturbereich von RT bis 300°C einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von 6 bis $6,5 \times 10^{-6}$ /K aufweist, konnte nach Vorbehandlung der zu lötenden Oberflächen in einem Lötöfen unter geeigneter Atmosphäre eine stoffschlüssige Verbindung zur Trägerplatte mit hoher Haftkraft und damit hohem Wärmeableitvermögen erzeugt werden.

Für den Fall, dass bei Einsatz anderer Sputter-Targets oder von Trägerplatten anderer Werkstoffzusammensetzungen eine Vorbehandlung der zu fügenden Oberflächen keine ausreichende Benetzung des Lötwerkstoffes zulässt, werden eine oder beide Oberflächen mit einer dünnen, über ein Beschichtungsverfahren aufgetragenen Cu-Schicht versehen (0,001 – 100 µm), für die es bei Verwendung der einschlägigen Lötwerkstoffe keine Benetzungsprobleme geben wird. Auf diese Weise entsteht eine Verbindung des Sputtertargets mit der Trägerplatte, die weder bei der Herstellung dieser Verbindung noch zu einem späteren Zeitpunkt in der Sputteranlage einer kritischen mechanischen Spannungsbeanspruchung ausgesetzt wird. Damit wird verhindert, dass der spröde Targetwerkstoff beschädigt wird (Rissbildung) oder sich aufgrund von Spannungen von der Trägerplatte ablöst, wodurch lokal die Kühlung drastisch verringert würde, was zu verstärkten Spannungen bis hin zum Abfallen des Sputter-Targets von der Trägerplatte

führen kann. Dadurch können die Sputteranlage und die zu erstellenden Bauteile zerstört werden.

Beispiel 2

5

Reines Molybdänpulver (Körnung < 10 μm) wurde wie in Beispiel 1 beschrieben verpresst. Die Oberseite und der Umfang des Presslings wurden eben bzw. zylindrisch geschliffen. Der so erzeugte Presskörper wurde 4 h bei einer Temperatur von 1700 °C unter reduzierender Gasatmosphäre gesintert. Danach wurde der Sinterkörper entnommen und durch Ausmessen des Volumen (V_{PK}) und Messung der Masse (m_{PK}) die Dichte $\rho_{\text{PK}} = m_{\text{PK}} / V_{\text{PK}}$ bestimmt. Diese betrug 4,5 g/cm³. Aus der Dichte ρ_{PK} des Sinterkörpers und der Dichte reinen Molybdäns ($\rho_{\text{Mo}} = 10,2 \text{ g/cm}^3$) lässt sich das Porenvolumen (V_{Por}) gemäß $V_{\text{Por}} = 100 \times \rho_{\text{PK}} / \rho_{\text{Mo}}$ bestimmen. Das Porenvolumen betrug 44,1 %. Anhand des bestimmten Porenvolumens und der Abmessungen des Sinterkörpers lässt sich die Menge an Kupfer bestimmen, die benötigt wird, um das Porenvolumen vollständig auszufüllen, d.h. den Sinterkörper vollständig zu infiltrieren. Bei einer Masse des Mo-Skelett-Sinterkörpers von 1 kg (Volumen: 222 cm³) liegt ein Porenvolumen von 98 cm³ vor, für das 877 g Kupfer erforderlich sind ($\rho_{\text{Cu}} = 8,96 \text{ g/cm}^3$), um den Sinterkörper vollständig zu infiltrieren. In diesem Falle würde ein Infiltrationswerkstoff Mo-Cu (53 % Mo/47 % Cu) vorliegen, der einen WAK von ca. $8 \times 10^{-6} / \text{K}$ aufweist. Eine genaue Einstellung des WAK erfolgt typischer Weise durch Experimente und Messung des tatsächlichen Ausdehnungskoeffizienten. Aufgrund der nicht exakt zu beschreibenden Wirkung des Mo-Skeletts auf den WAK sind Experimente für eine zuverlässige Einstellung eines gewünschten WAK notwendig. Die Endbearbeitung der Funktionsflächen erfolgt durch Drehen oder Schleifen.

25

Beispiel 3

Zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Trägerplatte kann auch eine geeignete Pulvermischung einem Umformprozess unterworfen werden. Dazu wird beispielsweise eine Mischung aus 10 kg Mo-Pulver (< 10 μm) und 8,77 kg Cu-Pulver (< 50 μm) in einer rechteckigen evakuierten und luftdicht verschlossenen Gummi-form (30 cm x 50 cm x 6 cm = 9 dm³) unter einem Druck von 200 MPa (2000 bar) hydrostatisch gepresst. Die Dichte betrage danach 5,1 g/cm³. Durch eine Umformung in einer Schmiedepresse erfolgt eine Verdichtung auf 8,4 g/cm³. Ein derartiger Mo-Cu-Verbundwerkstoff mit einem Cu-Gehalt

35

- 20 -

von 47 Gew.-% besitzt ein durchgängiges Cu-Netzwerk. Es ist ein WAK von etwa $10 \times 10^{-6}/K$ zu erwarten. Eine genaue Einstellung des WAK erfolgt typischer Weise durch Experimente und Messung des tatsächlichen Ausdehnungskoeffizienten. Aufgrund der nicht exakt zu beschreibenden Wirkung des Cu-Netzwerkes auf den WAK sind Experimente für

5 eine zuverlässige Einstellung des WAK notwendig. Die Endbearbeitung der Funktionsflächen erfolgt durch Drehen oder Schleifen.

Patentansprüche:

1. Trägerplatte für Sputtertargets, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerplatte aus einem Verbundwerkstoff besteht, der 5 bis 99 Gew.-% mindestens eines Refraktärmetalls aus der Gruppe Mo, W, Re, Ta und 95 bis 1 Gew.-% mindestens einer weiteren metallischen Komponente aus der Gruppe Cu, Ag, Au enthält.
5
2. Trägerplatte gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Refraktärmetall um W und/oder Mo handelt.
10
3. Trägerplatte gemäß wenigstens eines der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der weiteren metallischen Komponente um Cu handelt.
- 15 4. Trägerplatte gemäß wenigstens eines der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbundwerkstoff 15 bis 95 Gew.-% Mo oder W und 85 bis 5 Gew.-% Cu enthält.
- 20 5. Trägerplatte gemäß wenigstens eines der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerplatte im Temperaturbereich von 20 bis 300°C ein Verhältnis von Wärmeleitfähigkeit zu Wärmeausdehnungskoeffizienten von $> 23,8 \times 10^{-6}$ W/m aufweist.
- 25 6. Verfahren zur Herstellung einer Trägerplatte gemäß wenigstens eines der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verbundpulver enthaltend 99 bis 5 Gew.-% mindestens eines Refraktärmetalls aus der Gruppe Mo, W, Re, Ta und 1 bis 95 Gew.-% mindestens einer weiteren metallischen Komponente aus der Gruppe Cu, Ag, Au bei einem Druck von mindestens 50 MPa verpresst und anschließend gesintert wird.
- 30 7. Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Molybdän-Kupfer- oder Wolfram-Kupfer-Verbundpulver eingesetzt wird, das eine Metall-Primärgröße überwiegend $< 2 \mu\text{m}$ und einen Sauerstoffgehalt $< 0,8$ Gew.-% aufweist.

- 22 -

8. Verfahren zur Herstellung einer Trägerplatte gemäß wenigstens eines der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Anteil an Refraktärmetall > 60 Gew.-% beträgt, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst ein Sinterkörper mindestens eines Refraktärmetalls aus der Gruppe Mo, W, Re, Ta hergestellt wird und dieser anschließend mit 1 bis 40 Gew.-% mindestens einer weiteren metallischen Komponente aus der Gruppe Cu, Ag, Au infiltriert wird.
9. Einheit enthaltend ein Sputter-Target und eine Trägerplatte gemäß wenigstens eines der Ansprüche 1 bis 5.
10. Einheit gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Sputter-Target und die Trägerplatte mittels einer Bindschicht miteinander verbunden sind.

Fig. 1

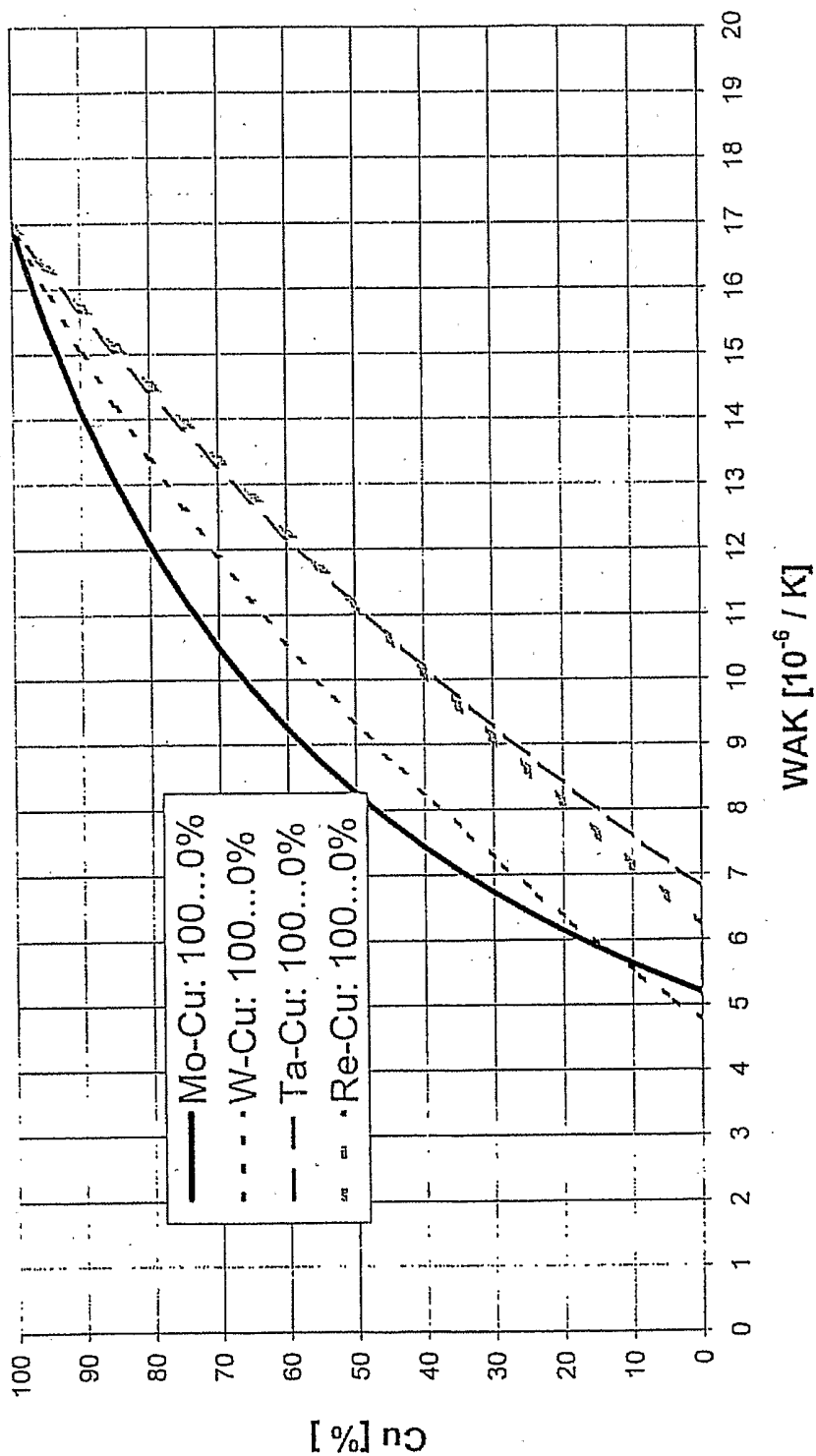
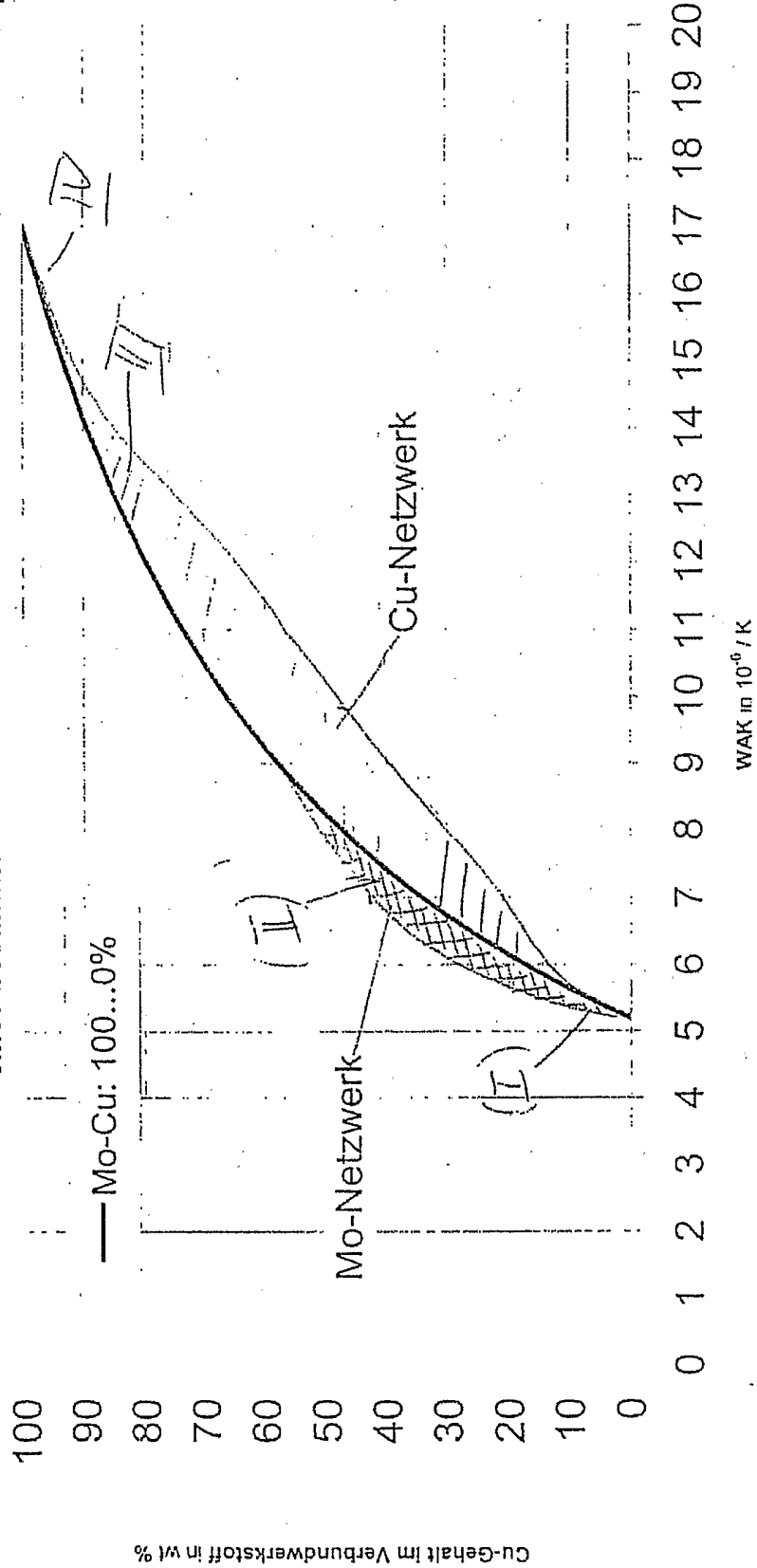


Fig. 2

Einfluß der Realstruktur (Netzwerk) auf den erforderlichen Cu-Gehalt zum Erreichen eines bestimmten WAK für einen Mo-Cu-Verbundwerkstoff (schematisch)



Cu-Gehalt im Verbundwerkstoff in wt %

Fig. 3

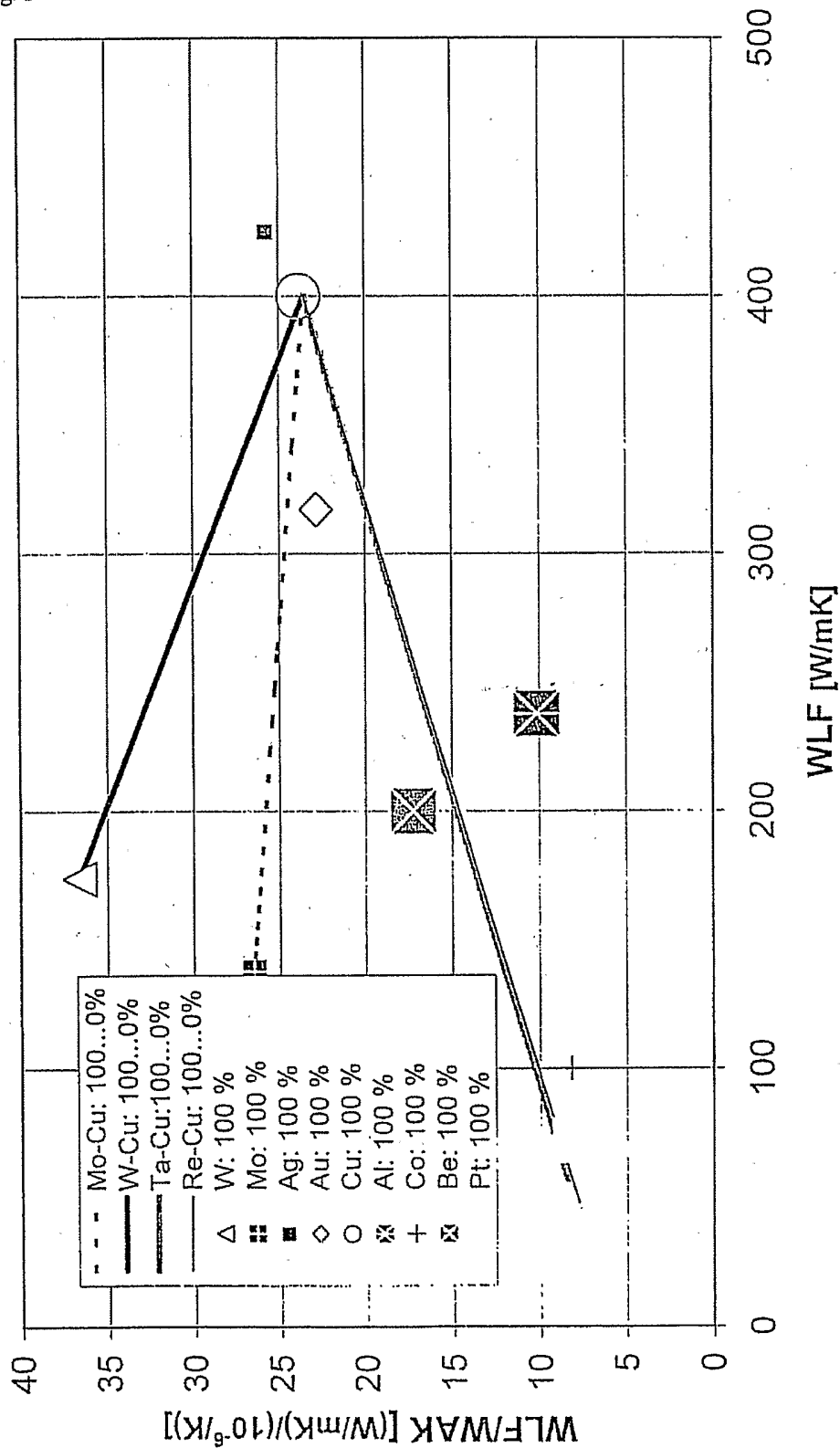


Fig. 5

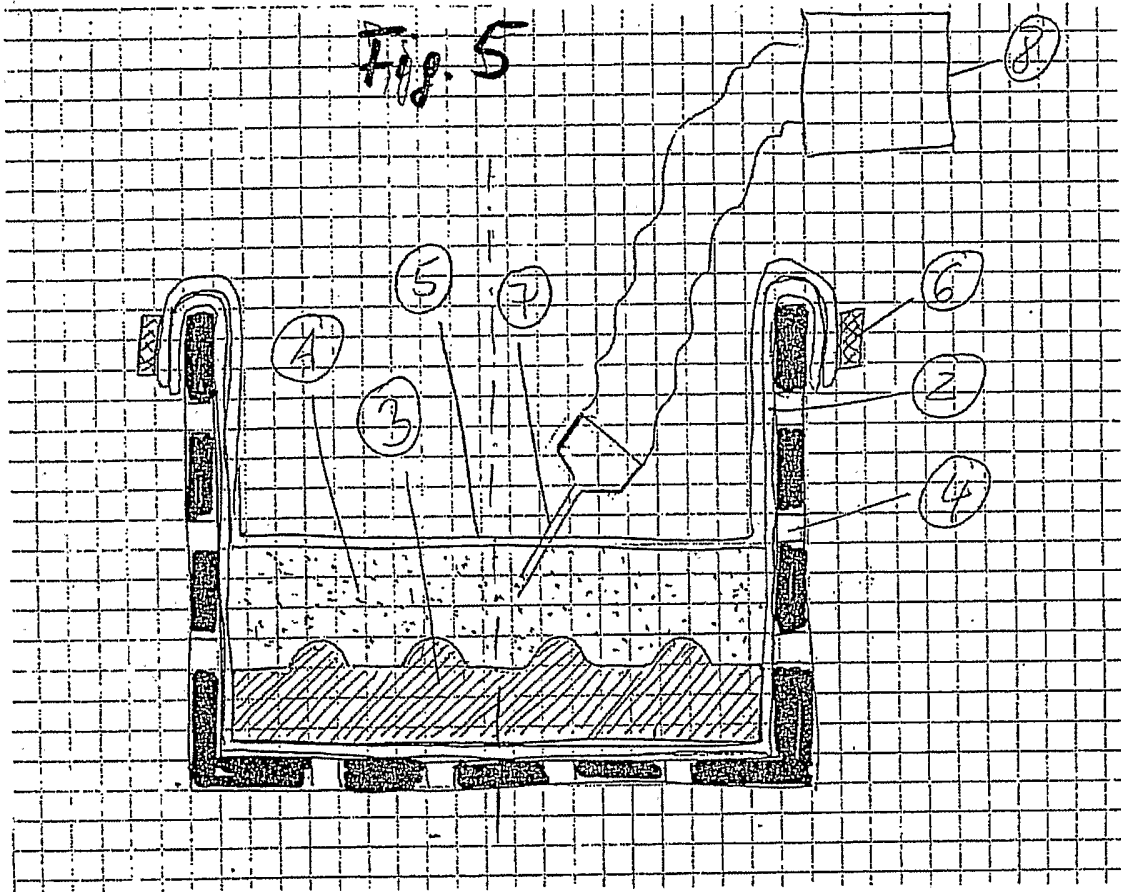
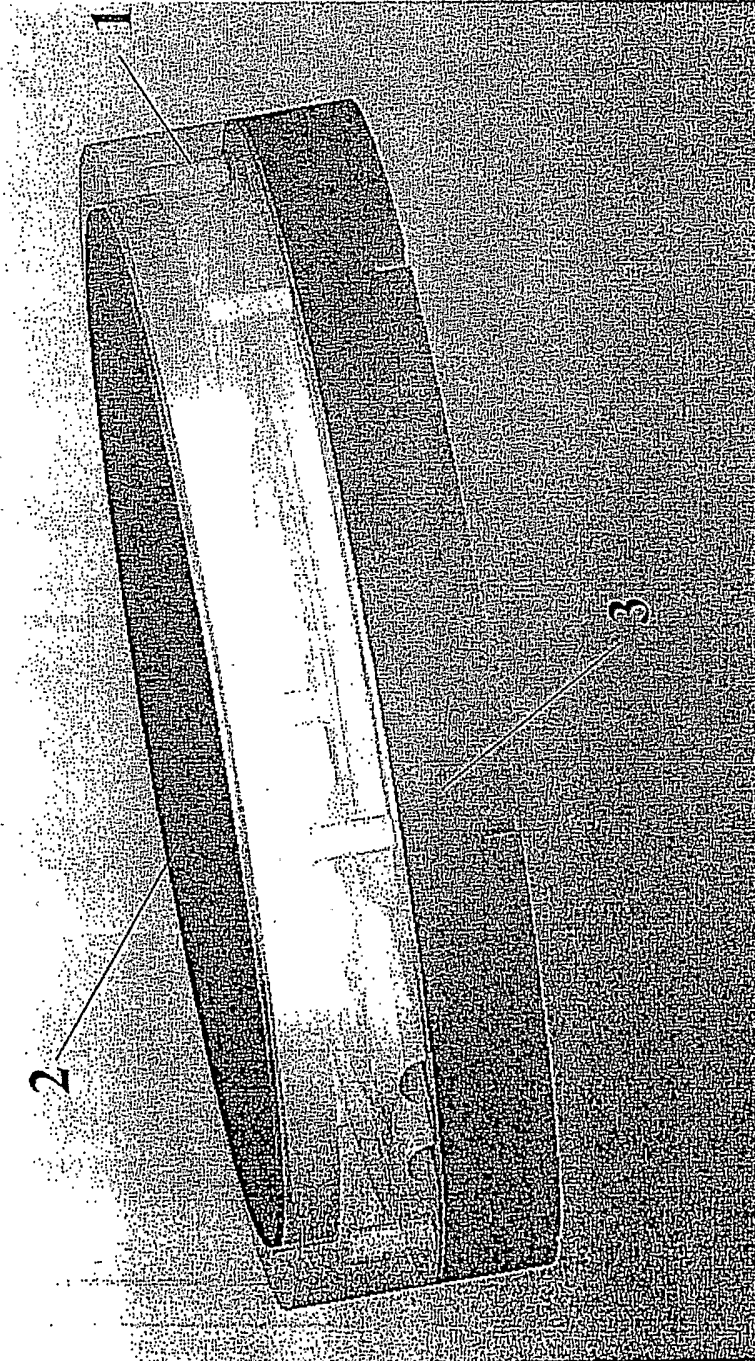


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/003757

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 C23C14/34		
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) IPC 7 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 practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 267 (C-443), 28 August 1987 (1987-08-28) -& JP 62 067168 A (TOSHIBA CORP), 26 March 1987 (1987-03-26)	1-4, 9, 10
Y	abstract	5-8
Y	WO 02/16063 A (H.C. STARCK GMBH; MEINHARDT, HELMUT; MEYER, BERND; KNUEWER, MATTHIAS;) 28 February 2002 (2002-02-28) cited in the application page 5, line 17 - page 6, line 24	6-8
Y	US 5 525 428 A (OSADA ET AL) 11 June 1996 (1996-06-11) table 2	5
	----- -/-- -----	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 31 August 2005		Date of mailing of the international search report 09/09/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Ekhuft, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/003757

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/041819 A1 (KUMAR PRABHAT ET AL) 11 April 2002 (2002-04-11) paragraphs '0087!, '0134!, '0140!, '0141! -----	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/003757

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 62067168	A	26-03-1987	NONE	
WO 0216063	A	28-02-2002	DE 10041194 A1	07-03-2002
			AU 9375401 A	04-03-2002
			CA 2420262 A1	28-02-2002
			CN 1447729 A	08-10-2003
			WO 0216063 A2	28-02-2002
			EP 1313581 A2	28-05-2003
			JP 2004506815 T	04-03-2004
			MX PA03001603 A	10-09-2003
			TW 539587 B	01-07-2003
			US 2003075018 A1	24-04-2003
			US 2002068005 A1	06-06-2002
US 5525428	A	11-06-1996	JP 2031863 B	17-07-1990
			JP 59021032 A	02-02-1984
			US 5409864 A	25-04-1995
			US 5708959 A	13-01-1998
			DE 3379297 D1	06-04-1989
			EP 0100232 A2	08-02-1984
			US 5099310 A	24-03-1992
			US 5563101 A	08-10-1996
			US 5086333 A	04-02-1992
US 2002041819	A1	11-04-2002	US 6261337 B1	17-07-2001
			US 2003056619 A1	27-03-2003
			AT 300377 T	15-08-2005
			AU 766574 B2	16-10-2003
			AU 7063600 A	13-03-2001
			BR 0007018 A	03-07-2001
			CA 2346957 A1	22-02-2001
			CN 1322157 A	14-11-2001
			CZ 20011740 A3	13-02-2002
			EA 2736 B1	29-08-2002
			EP 1200218 A1	02-05-2002
			EP 1541261 A1	15-06-2005
			WO 0112364 A1	22-02-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/003757

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 C23C14/34		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 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, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 011, Nr. 267 (C-443), 28. August 1987 (1987-08-28) -& JP 62 067168 A (TOSHIBA CORP), 26. März 1987 (1987-03-26)	1-4,9,10
Y	Zusammenfassung -----	5-8
Y	WO 02/16063 A (H.C. STARCK GMBH; MEINHARDT, HELMUT; MEYER, BERND; KNUEWER, MATTHIAS;) 28. Februar 2002 (2002-02-28) in der Anmeldung erwähnt Seite 5, Zeile 17 - Seite 6, Zeile 24 -----	6-8
Y	US 5 525 428 A (OSADA ET AL) 11. Juni 1996 (1996-06-11) Tabelle 2 -----	5
	-/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> 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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden		
Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren 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
31. August 2005		09/09/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3015		Bevollmächtigter Bediensteter EkhuIt, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/003757

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2002/041819 A1 (KUMAR PRABHAT ET AL) 11. April 2002 (2002-04-11) Absätze '0087!, '0134!, '0140!, '0141! -----	1-5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/003757

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 62067168	A	26-03-1987	KEINE	
WO 0216063	A	28-02-2002	DE 10041194 A1	07-03-2002
			AU 9375401 A	04-03-2002
			CA 2420262 A1	28-02-2002
			CN 1447729 A	08-10-2003
			WO 0216063 A2	28-02-2002
			EP 1313581 A2	28-05-2003
			JP 2004506815 T	04-03-2004
			MX PA03001603 A	10-09-2003
			TW 539587 B	01-07-2003
			US 2003075018 A1	24-04-2003
			US 2002068005 A1	06-06-2002
US 5525428	A	11-06-1996	JP 2031863 B	17-07-1990
			JP 59021032 A	02-02-1984
			US 5409864 A	25-04-1995
			US 5708959 A	13-01-1998
			DE 3379297 D1	06-04-1989
			EP 0100232 A2	08-02-1984
			US 5099310 A	24-03-1992
			US 5563101 A	08-10-1996
			US 5086333 A	04-02-1992
US 2002041819	A1	11-04-2002	US 6261337 B1	17-07-2001
			US 2003056619 A1	27-03-2003
			AT 300377 T	15-08-2005
			AU 766574 B2	16-10-2003
			AU 7063600 A	13-03-2001
			BR 0007018 A	03-07-2001
			CA 2346957 A1	22-02-2001
			CN 1322157 A	14-11-2001
			CZ 20011740 A3	13-02-2002
			EA 2736 B1	29-08-2002
			EP 1200218 A1	02-05-2002
			EP 1541261 A1	15-06-2005
			WO 0112364 A1	22-02-2001