

(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
7. Oktober 2010 (07.10.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/112309 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F16C 33/12 (2006.01) *F16C 33/14* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/053035
- (22) Internationales Anmeldedatum:
10. März 2010 (10.03.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2009 002 043.8 31. März 2009 (31.03.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FEDERAL-MOGUL WIESBADEN GMBH** [DE/DE]; Stielstraße 11, 65201 Wiesbaden (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHMITT, Holger** [DE/DE]; Mainstraße 32, 64319 Pfungstadt (DE). **ENG-HOF, Thomas** [DE/DE]; Reichsapfelstraße 5, 65201 Wiesbaden (DE). **MEISTER, Daniel** [DE/DE]; Mainzer Straße 44, 55252 Mainz-Kastel (DE).
- (74) Anwalt: **FUCHS Patentanwälte**; Sohnleinstraße 8, 65201 Wiesbaden (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: SLIDE BEARING COMPOSITE MATERIAL

(54) Bezeichnung : GLEITLAGERVERBUNDWERKSTOFF

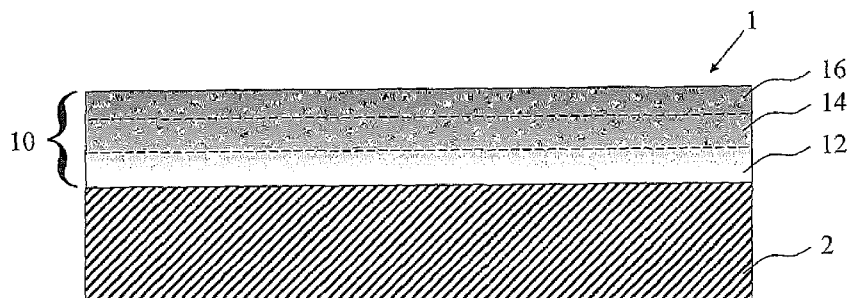


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a slide bearing composite material (1) having at least one carrier layer (2) and a sintered bearing metal layer (10). The sintered bearing metal layer (10) is designed in at least one layer region as a gradient layer.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Gleitlagerverbundwerkstoff (1) beschrieben, der mindestens eine Trägerschicht (2) und eine gesinterte Lagermetallschicht (10) aufweist. Die gesinterte Lagermetallschicht (10) ist mindestens in einem Schichtabschnitt als Gradientenschicht ausgebildet.

WO 2010/112309 A1

Gleitlagerverbundwerkstoff

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Gleitlagerverbundwerkstoff gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10

Die DE 199 63 385 C1 beschreibt einen Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer Trägerschicht, einer Lagermetallschicht, einer ersten Zwischenschicht aus Nickel und einer zweiten Zwischenschicht aus Zinn und Nickel sowie mit einer aus Kupfer und Zinn bestehenden

15 Gleitschicht. Mit zunehmender Betriebsdauer nimmt die Dicke der Gleitschicht durch die Abwanderung des Zinns ab, was mit einer Aufkonzentration der Zinn-Kupfer-Partikel einhergeht. Gleichzeitig wächst auch die Dicke der Nickel-Zinn-Schicht an und die Nickelschicht nimmt ab. Die Diffusionseffekte treten erst unter Betriebsbedingungen
20 auf und schaffen einen Eigenschaftsgradienten in dem auf der Lagermetallschicht befindlichen Schichtaufbau.

Aus der US 6,787,100 B2 ist ein Verfahren zum Herstellen eines Gleitlagers, das auf einem Stahlrücken ein Mehrschichtsystem aufweist,
25 bekannt. Das herkömmliche Lagermaterial wird zum Beispiel durch ein im Wesentlichen bleifreies Zweischichtsystem ersetzt, wobei auf dem Stahlrücken zunächst eine erste Schicht aus einem kupferbasierten Metallpulver aufgebracht wird, die nicht verdichtet wird und auf diese Schicht ein kupferbasiertes Metallpulver mit anderer Zusammensetzung
30 aufgebracht wird. Beide Schichten werden einem ersten Sinterschritt unterworfen, abgekühlt, verdichtet und dann einem zweiten Sinterschritt unterzogen. Die Metallpulver beider Schichten werden an ihre

spezifischen Aufgaben durch Zugabe von weiteren Komponenten angepasst. Die erste Sinterschicht kann demnach aus einem Cu-Sn-Pulver und die zweite Schicht aus einem Cu-Sn-Bi-Pulver bestehen, wobei die erste Schicht dicker als die zweite Schicht ausgebildet ist.

- 5 Durch diese Maßnahmen sollen z. B. bleihaltige Bronzen ersetzt werden.

- 10 Beide Schichten sind deutlich gegeneinander abgegrenzt und bilden allenfalls im Grenzflächenbereich zwischen den beiden Schichten eine dünne Übergangszone aus. Über die Partikelgrößen der Pulver werden keine Aussagen gemacht.

- 15 Aufgabe der Erfindung ist es, einen Gleitlagerverbundwerkstoff zu schaffen, der gute Gleiteigenschaften, eine möglichst hohe thermische Leitfähigkeit und eine gute Formanpassungs- bzw. Einbettfähigkeit besitzt.

- 20 Diese Aufgabe wird mit einem Gleitlagerverbundwerkstoff gemäß des Patentanspruchs 1 gelöst. Der Gleitlagerverbundwerkstoff ist dadurch gekennzeichnet, dass die gesinterte Lagermetallschicht mindestens in einem Schichtabschnitt als Gradientenschicht ausgebildet ist.

- 25 Unter einer Gradientenschicht wird eine Schicht verstanden, deren Materialeigenschaften sich in Richtung senkrecht zur Trägerschicht kontinuierlich verändern.

- 30 Die Ausbildung eines Gradienten in der gesinterten Lagermetallschicht ermöglicht einen gleichmäßigen Übergang zwischen tragender und funktionalisierter Schicht. Die tragende Schicht ist die Trägerschicht, die beispielsweise aus einem Stahlrücken bestehen kann.

Die funktionalisierte Schicht ist eine auf der Lagermetallschicht befindliche Gleitschicht, wobei die Gradientenausbildung der gesinterten Lagermetallschicht auch die Möglichkeit eröffnet, die Lagermetallschicht mit zunehmendem Abstand von der Trägerschicht so auszugestalten, dass diese sehr gute Laufeigenschaften aufweist, so dass auf eine herkömmliche zusätzliche Gleitschicht verzichtet werden kann.

Vorzugsweise beträgt der Anteil der Gradientenschicht an der gesamten Lagermetallschicht mindestens 30 % der Dicke der Lagermetallschicht. Besonders bevorzugt sind 50 % und gemäß einer besonderen Ausführungsform ist die gesamte Lagermetallschicht als Gradientenschicht ausgebildet.

Vorzugsweise besteht die Lagermetallschicht aus einem bleifreien Material. Zum Einsatz kommen Pulvermaterialien wie z. B. Metalle, Legierungen und/oder keramische Materialien. Kunststoffmaterialien werden nicht eingesetzt.

Die Lagermetallschicht besteht vorzugsweise aus zwei nacheinander aufgetragenen Sinterschichten, wobei die erste Sinterschicht mit einem ersten Pulvermaterial auf der Trägerschicht und die zweite Sinterschicht mit einem zweiten Pulvermaterial auf der ersten Sinterschicht aufgetragen ist, und wobei sich die Pulvermaterialien der Schichten unter Ausbildung eines Gradienten durchdringen.

Die Anzahl der aufgetragenen Schichten liegt vorzugsweise bei 2 bis 10 Schichten, wobei 2 bis 4 Schichten besonders bevorzugt sind.

Das Pulvermaterial der einzelnen Schichten wird jeweils aufgestreut, wobei mindestens das Pulvermaterial zweier Schichten nacheinander aufgestreut und gesintert wird. Wenn mehr als zwei Schichten

aufgebracht werden, wird anschließend weiteres Pulvermaterial nacheinander aufgebracht und jeweils gesintert. Am Ende dieses Teils des Herstellungsvorgangs werden alle aufgetragenen Schichten gemeinsam verdichtet.

5

Die minimale Aufstreichdicke pro Schicht liegt bei 0,05 mm und die Dicke der fertigen Lagerschicht beträgt vorzugsweise 0,2 bis 3 mm. Bei einer Dicke der Trägerschicht z. B. des Stahlrückens von 0,4 bis 4 mm liegt die Gesamtdicke des Gleitlagerverbundwerkstoffs bei 0,6 bis 7 mm.

10

Die Durchdringung der Pulvermaterialien der einzelnen aufgetragenen Schichten wird vorzugsweise durch die Partikelgröße gesteuert. So können beispielsweise kleine Partikel in die Zwischenräume zwischen großen Partikeln einer darunterliegenden Schicht eindringen. Je nach

15

Ausbildung der Partikelgrößen kann die Dicke des Durchdringungsbereichs eingestellt werden.

Im einfachsten Fall von zwei Schichten wird auf eine Schicht aus beispielsweise grobkörnigem Material, d. h. einem Pulvermaterial mit großen Partikeln, eine zweite Schicht aus feinkörnigem Material, d. h. ein Pulvermaterial mit kleinen Partikeln aufgestreut, das vollständig in dem Material der ersten Schicht aufgenommen sein kann.

Außer dem mechanischen Eindringen in Zwischenräume tragen auch Diffusionseffekte beim Sintervorgang zu einer Durchdringung der Materialien bei.

Es wird auf diese Weise eine weitgehend homogene Lagermetallschicht gebildet, bei der die aufgetragenen Schichten aus unterschiedlichen Pulvermaterialien am Ende des Herstellungsvorgangs nicht mehr unterschieden werden können. Unter Pulvermaterial wird daher das aufgestreute Material verstanden.

30

- Die Durchdringung oder Vermischung der einzelnen Schichten kann vollständig erfolgen oder nur teilweise unter Ausbildung von Schichtabschnitten, wobei die Schichtabschnitte größere Dicken
- 5 aufweisen, als dies bei Grenzflächeneffekten von aufeinanderliegenden Schichten der Fall ist. Die Gewichtsanteile der Pulvermaterialien können sich kontinuierlich zwischen 0 und 100 Gew.-% für das eine Pulvermaterial bzw. von 100 bis 0 Gew.-% für das andere in dem ersten Pulvermaterial befindliche Pulvermaterial über die Gesamtdicke der
- 10 Lagermetallschicht verändern.

Dies gilt für Pulvermaterialien insgesamt als auch für einzelne Pulverfraktionen der Pulvermaterialien.

- 15 Durch die Ausbildung von Gradientenschichten kann ein möglichst gleichmäßiger Übergang zwischen tragenden und funktionalisierten Schichten oder Schichtabschnitten gewährleistet werden.

- Zwischen der Lagermetallschicht und der Trägerschicht kann
- 20 beispielsweise zur besseren Anbindung der Lagermetallschicht an die Trägerschicht eine Pufferschicht vorgesehen sein, die vorzugsweise aus dem Pulvermaterial besteht, das den größten Gewichtsanteil an der Lagermetallschicht bildet.

- 25 Vorzugsweise weist das Pulvermaterial jeder Sinterschicht mindestens eine erste Pulverfraktion aus einem Matrixmaterial auf. Unter Matrixmaterial wird vorzugsweise dasjenige Material verstanden, das mindestens 50 Gew.-% des Pulvermaterials der jeweils aufgetragenen Schicht aufweist.

30

Obwohl der Begriff Matrixmaterial in Relation zu mindestens einem weiteren Material verwendet wird, kann das Pulvermaterial einer

Schicht auch ausschließlich aus diesem Matrixmaterial bestehen, d. h. 100 Gew.-% an dem Pulvermaterial betragen.

Vorzugsweise besteht das Pulvermaterial jeder Sinterschicht nur aus
5 Matrixmaterial, wobei die Matrixmaterialien aus demselben Material bestehen und sich die Matrixmaterialien in der Korngröße unterscheiden. Die Ausbildung des Gradienten wird ausschließlich über die Korngrößenunterschiede der beiden Pulvermaterialien von erster und zweiter Schicht eingestellt.

10

Vorzugsweise wird die erste Pulverfraktion aus Partikeln mit großer Korngröße oder aus Partikeln mit kleiner Korngröße gebildet.

Vorzugsweise nimmt der Anteil der kleinen Korngrößen in der
15 Lagermetallschicht mit zunehmendem Abstand von dem Trägermaterial zu.

Die große Korngröße im Hinblick auf das Matrixmaterial umfasst einen Bereich mit mittleren Korngrößen im Bereich von $\geq 50 \mu\text{m}$ bis $\leq 200 \mu\text{m}$.
20 Wenn von kleinen Korngrößen gesprochen wird, so handelt es sich bei dem Pulvermaterial des Matrixmaterials um einen Bereich mit mittleren Korngrößen, die unter $50 \mu\text{m}$ liegen.

Vorzugsweise weist das Pulvermaterial mindestens einer Sinterschicht
25 eine zweite Pulverfraktion aus mindestens einem Zusatzmaterial auf. Das Anforderungsprofil wird durch die Zugabe von mindestens einer zweiten Pulverfraktion umgesetzt, wobei auch bestimmte Oberflächen- bzw. Grenzflächeneigenschaften ausgebildet werden können, um z. B. gute Laufeigenschaften des Gleitlagerverbundwerkstoffs mit einer guten
30 Bearbeitbarkeit zu kombinieren.

Es kann bei der Herstellung von Gleitelementen aus dem Gleitlagerverbundwerkstoff auf weitere Schichten, die durch andere Verfahren aufgebracht werden müssen, wie z. B. galvanische Schichten, verzichtet werden.

5

Vorzugsweise besteht die erste Pulverfraktion aller Schichten, die aus dem Matrixmaterial gebildet wird, aus demselben Matrixmaterial, wodurch Rissbildungen während des Sintervorgangs, z. B. bei unterschiedlichen Sinterbedingungen, verhindert werden.

10

Vorzugsweise besteht die erste Pulverfraktion der ersten Sinterschicht und/oder die erste Pulverfraktion der zweiten Sinterschicht aus großen Partikeln.

15 Gemäß einer weiteren Ausführungsform bestehen die erste Pulverfraktion der ersten Sinterschicht und/oder die erste Pulverfraktion der zweiten Sinterschicht aus kleinen Partikeln.

20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform bestehen die zweite Pulverfraktion der ersten Sinterschicht und/oder die zweite Pulverfraktion der zweiten Sinterschicht aus großen Partikeln. Die großen Partikel der zweiten Pulverfraktion weist vorzugsweise mittlere Korngrößen von 70 bis 90 µm auf.

25 Es ist weiterhin bevorzugt, dass die zweite Pulverfraktion der ersten Sinterschicht und/oder die zweite Pulverfraktion der zweiten Sinterschicht aus kleinen Partikeln bestehen.

30 Eine weitere Unterscheidung der Partikel der zweiten Pulverfraktion betrifft deren Härtegrad.

Vorzugsweise bestehen die zweite Pulverfraktion der ersten Sinterschicht und/oder die zweite Pulverfraktion der zweiten Sinterschicht aus weichen Partikeln.

- 5 Es ist auch möglich, dass die zweite Pulverfraktion der ersten Sinterschicht und/oder die zweite Pulverfraktion der zweiten Sinterschicht aus harten Partikeln bestehen.

- 10 Zu den weichen Partikeln zählen solche z. B. aus h-BN oder C. Als harte Partikel kommen insbesondere solche aus c-BN, Al_2O_3 , Fe_3P , MoSi_2 , SiO_2 , Metallnitride, Metalloxide oder Metallsilizide in Frage.

Die weichen, großen Partikel der zweiten Pulverfraktion weisen vorzugsweise mittlere Korngrößen von 6 bis 8 μm auf.

15

Die harten, kleinen Partikel der zweiten Pulverfraktion weisen vorzugsweise mittlere Korngrößen im Bereich von 4 bis 6 μm auf.

- 20 Die erste Pulverfraktion, die das Matrixmaterial bildet, besteht vorzugsweise aus CuNiXSIX , CuSiXNiX , Cu, CuSnX und/oder CuFeXPX . Der Platzhalter x kann die Werte 1 bis 3 annehmen.

- 25 Vorzugsweise ist auf der Lagermetallschicht eine dünne Elementschicht aufgebracht. Diese Elementschicht kann aus den Elementen Cu, Sn, Bi, Ag, Au, Ni, In, Si oder deren Legierungen bestehen.

- 30 Durch das Aufbringen einer dünnen Schicht eines Elementpulvers auf die Metallschicht kann während des Sinters ein Eindiffundieren des Elementes in die Lagermetallschicht, z. B. Zinn in eine Kupfermatrix aufweisende Lagermetallschicht bewirkt werden. Es ist somit eine gezielte Funktionalisierung der gradierten Oberfläche möglich. Der

Werkstoff kann optimal an das entsprechende Anforderungsprofil angepasst werden.

- Vorzugsweise wird aus dem Gleitlagerverbundwerkstoff ein
- 5 Gleitlagerelement hergestellt.

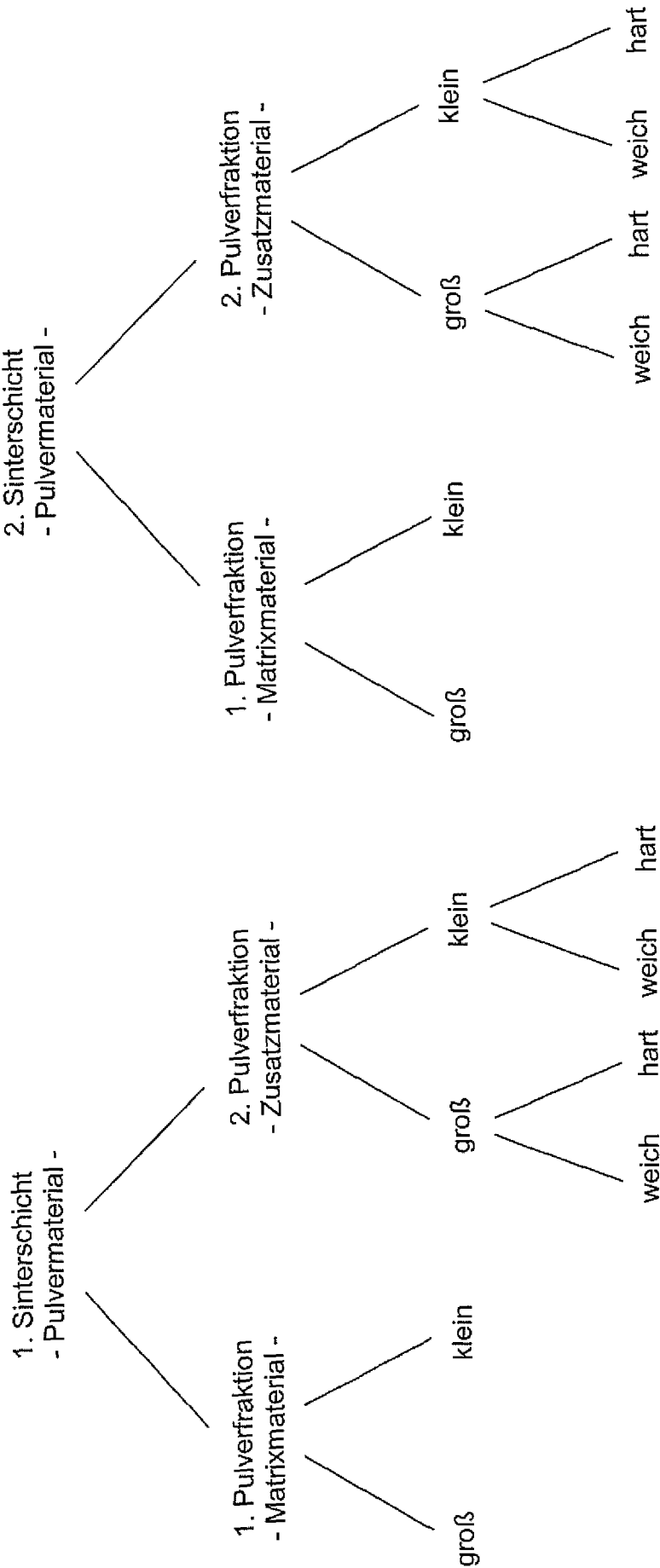
Die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten am Beispiel von zwei Schichten werden in der Tabelle 1 zusammengefasst. Bei mehr als zwei Schichten gilt ein entsprechendes Schema.

10

15

20

Tabelle 1



Von der Vielzahl der Möglichkeiten sind die 24 Kombinationen gemäß der Tabelle 2 besonders bevorzugt.

Tabelle 2

Beispiel Nr.	1. Sinterschicht				2. Sinterschicht			
	Matrixmaterial		Zusatzmaterial		Matrixmaterial		Zusatzmaterial	
	G	K	G	K	G	K	G	K
1	x			H	x		W	
2	x			H	x			W
3	x		W		x			H
4	x					x		
5	x					x		H
6	x					x		W
7	x					x	W	
8	x				x		W	
9	x				x			W
10	x				x			H
11		x	W			x		
12		x	W			x		H
13		x	W			x		W
14		x				x	W	
15		x			x		W	
16		x			x			W
17		x			x			H
18		x	W			x		
19		x	W			x		H
20		x	W			x		W
21		x	W			x	W	
22		x		H		x		W
23		x		H	x		W	
24		x		H	x			H

5

G = groß

K = klein

x = vorhanden

W = weich

H = hart

- 5 Bei dem ersten Beispiel ist die erste Schicht hart, was durch eine Dispersionshärtung erreicht werden kann. Die zweite Schicht weist eine gute Dämpfung durch die großen weichen Zusatzstoffe auf.

- 10 Im zweiten Beispiel entspricht die erste Schicht der ersten Schicht des ersten Beispiels, wobei die zweite Schicht gute Schmiereigenschaften durch die feinteiligen weichen Zusatzstoffe aufweist.

Im dritten Beispiel weist die erste Schicht eine gute Dämpfung auf, während die zweite Schicht hart ausgebildet ist.

- 15 Das vierte Beispiel umfasst ausschließlich Matrixmaterialien in der ersten und zweiten Schicht. Weitere Zusätze sind hier nicht vorgesehen. Die Unterscheidung zwischen den beiden Pulvermaterialien erfolgt über die Korngrößenverteilung.

- 20 Das fünfte Beispiel weist eine erste Schicht ohne Zusätze und eine zweite harte Schicht auf.

- 25 Die Beispiele 6 bis 10 betreffen eine erste Schicht ohne Zusätze, wobei die zweite Schicht entweder gute Schmierungseigenschaften und/oder gute Dämpfungseigenschaften (Beispiele 7 und 8) aufweist.

- Das neunte Beispiel weist eine sehr gute Schmierung der zweiten Schicht und eine große Härte der zweiten Schicht auf.

- 30

Im Beispiel 11 zeichnet sich die erste Schicht durch eine gute Dämpfung und die zweite Schicht, die keine Zusätze aufweist, durch eine höhere oder niedrigere Wärmeleitfähigkeit aus.

- 5 Im zwölften Beispiel weist die erste Schicht ebenfalls eine gute Dämpfung auf, während die zweite Schicht eine größere Härte besitzt.

- Die Verwendung von konträren Korngrößen bei den ersten Pulverfraktionen führt zu einem chemischen Gradienten zwischen den
- 10 Schichten. Bei gleichen Korngrößenverteilungen der ersten Pulverfraktionen ist der Gradient über die chemischen Eigenschaften der zweiten Pulverfraktionen einstellbar.

- Es ist bevorzugt, in allen Schichten lediglich harte kleine Partikel der
- 15 Zusatzstoffe zu verwenden.

- Der Einsatz von großen harten Zusatzpartikeln ist zwar möglich, aber in der Regel nicht zweckmäßig, weil dadurch das Matrixmaterial zu stark geschwächt werden könnte.

- 20 Beim Einsatz von großen weichen Zusatzpartikeln wird die Dämpfungswirkung des gesamten Gleitlagerverbundwerkstoffs verbessert.

- 25 Der Einsatz von kleinen weichen Zusatzpartikeln in einer unteren Schicht ist nicht sinnvoll, weil die Festschmierstoffwirkung sich dort nicht entfalten kann.

- Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend
- 30 anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 einen schematischen Schnitt durch einen
Gleitlagerverbundwerkstoff gemäß einer ersten
5 Ausführungsform,

Figuren 2+3 Schnitte durch Gleitlagerverbundwerkstoffe gemäß einer
zweiten und dritten Ausführungsform.

10 In der Figur 1 ist ein Gleitlagerverbundwerkstoff 1 dargestellt, der einen
Stahlrücken 2 aufweist, auf dem eine Lagermetallschicht 10
aufgebracht ist, die insgesamt als Gradientenschicht ausgebildet ist.
Gebildet wird diese Lagermetallschicht 10 aus drei einzelnen
Sinterschichten 12, 14 und 16. Da die einzelnen Schichten am Ende
15 des Herstellungsvorgangs nicht mehr zu differenzieren sind, sind die
Trennlinien zwischen den Schichten lediglich gestrichelt eingezeichnet.

In der Figur 2 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, wobei die
Lagermetallschicht 10 lediglich aus zwei Schichten 12 und 14 besteht,
20 wobei zwischen der Lagermetallschicht 10 und dem Trägermaterial 2
eine Pufferschicht 4 angeordnet ist. Wenn das Matrixmaterial der
Lagermetallschicht 10 beispielsweise aus CuSn8Ni besteht und als
zweite Pulverfraktion ein Festschmierstoffmittel aufweist, ist es
bevorzugt, die Pufferschicht 4 aus diesem Matrixmaterial CuSn8Ni zu
25 bilden, um die Anbindung an den Stahlrücken 2 zu verbessern.

In der Figur 3 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, bei der
ebenfalls zwei Schichten zur Herstellung der Lagermetallschicht 10
verwendet wurden. Auf der Oberfläche der oberen zweiten Schicht ist
30 eine Elementschicht 6 aufgebracht, die während des Sintervorgangs in
den oberen Teil der Schicht 14 eindringen kann. Es wird dadurch ein
zusätzlicher Gradient dieses Elements in der oberen Schicht

ausgebildet, wobei die Schichten 12 und 14 aufgrund der unterschiedlichen Pulverfraktionen ebenfalls einen Gradienten aufweisen.

Bezugszeichenliste

	1	Gleitlagerverbundwerkstoff
	2	Trägerschicht
5	4	Pufferschicht
	6	Elementschicht
	10	Lagermetallschicht
	12	erste Sinterschicht
10	14	zweite Sinterschicht
	16	dritte Sinterschicht

Patentansprüche

- 5 1. Gleitlagerverbundwerkstoff, der mindestens eine Trägerschicht
 (2) und eine gesinterte Lagermetallschicht (10) aufweist,
 dadurch gekennzeichnet, dass die gesinterte
 Lagermetallschicht (10) mindestens in einem Schichtabschnitt
 als Gradientenschicht ausgebildet ist.
- 10 2. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 1, **dadurch**
 gekennzeichnet, dass der Anteil der Gradientenschicht
 mindestens 30 % der Dicke der Lagermetallschicht (10) beträgt.
- 15 3. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
 dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der
 Gradientenschicht mindestens 50 % der Dicke der
 Lagermetallschicht (10) beträgt.
- 20 4. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
 dadurch gekennzeichnet, dass die Lagermetallschicht (10)
 insgesamt als Gradientenschicht ausgebildet ist.
5. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
25 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagermetallschicht (10) aus
 bleifreiem Material besteht.
6. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
 dadurch gekennzeichnet, dass die Lagermetallschicht (10)
30 mindestens aus zwei nacheinander aufgetragenen
 Sinterschichten (12, 14, 16) besteht, wobei die erste
 Sinterschicht mit einem ersten Pulvermaterial auf der

Trägerschicht (2) und die zweite Sinterschicht mit einem zweiten Pulvermaterial auf der ersten Trägerschicht (2) aufgebracht ist, und

5 dass sich die Pulvermaterialien der Schichten unter Ausbildung eines Gradienten durchdringen.

7. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
10 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Pulvermaterial jeder Sinterschicht mindestens eine erste Pulverfraktion aus einem Matrixmaterial aufweist.

8. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
15 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Pulvermaterial jeder Sinterschicht nur aus Matrixmaterial besteht,

dass die Matrixmaterialien aus demselben Material bestehen, und

20 dass sich die Matrixmaterialien in ihrer Korngröße unterscheiden.

9. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
25 **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Pulverfraktion aus Partikeln mit großer Korngröße oder mit kleinen Korngrößen bestehen.

10. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil der kleinen Korngrößen in der Lagermetallschicht (10) mit zunehmendem Abstand von der
30 Trägerschicht (2) zunimmt.

11. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die große Korngröße einen
Bereich mit mittleren Korngrößen von $\geq 50 \mu\text{m}$ bis $\leq 200 \mu\text{m}$
umfasst.
- 5
12. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die kleinen Korngrößen einen
Bereich mit mittleren Korngrößen $< 50 \mu\text{m}$ umfasst.
- 10
13. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 7
oder 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das
Pulvermaterial mindestens einer Sinterschicht mindestens eine
zweite Pulverfraktion aus mindestens einem Zusatzmaterial
aufweist.
- 15
14. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 13, **dadurch
gekennzeichnet**, dass die erste Pulverfraktion der ersten
Sinterschicht (12) und/oder die erste Pulverfraktion der zweiten
Sinterschicht (14) aus großen Partikeln besteht.
- 20
15. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 13, **dadurch
gekennzeichnet**, dass die erste Pulverfraktion der ersten
Sinterschicht (12) und/oder die erste Pulverfraktion der zweiten
Sinterschicht (14) aus kleinen Partikeln besteht.
- 25
16. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 13 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Pulverfraktion der
ersten Sinterschicht (12) und/oder die zweite Pulverfraktion der
zweiten Sinterschicht (14) aus großen Partikeln besteht.
- 30

17. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die großen Partikel der zweiten Pulverfraktion mittlere Korngrößen von 70 bis 90 μm aufweisen.
- 5 18. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Pulverfraktion der ersten Sinterschicht (12) und/oder die zweite Pulverfraktion der zweiten Sinterschicht (14) aus kleinen Partikeln besteht.
- 10 19. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Pulverfraktion der ersten Sinterschicht (12) und/oder die zweite Pulverfraktion der zweiten Sinterschicht (14) aus weichen Partikeln besteht.
- 15 20. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Pulverfraktion der ersten Sinterschicht (12) und/oder die zweite Pulverfraktion der zweiten Sinterschicht (14) aus harten Partikeln besteht.
- 20 21. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 19 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die weichen, großen Partikel der zweiten Pulverfraktion mittlere Korngrößen von 6 bis 8 μm aufweisen.
- 25 22. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die harten, kleinen Partikel der zweiten Pulverfraktion mittlere Korngrößen von 4 bis 6 μm aufweisen.
- 30 23. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die weichen Partikel aus h-BN oder C bestehen.

24. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 23,
dadurch gekennzeichnet, dass die harten Partikel aus c-BN,
Al₂O₃, Fe₃P, MoSi₂, SiO₂, Metallnitriden, Metalloxiden oder
5 Metallsiliziden bestehen.
25. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 24,
dadurch gekennzeichnet, dass die erste Pulverfraktion aus
CuNiXSiX, CuSiXNiX, Cu, CuSnX und/oder CuFeXPX besteht,
10 wobei X die Werte 1 – 3 annehmen kann.
26. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 25,
dadurch gekennzeichnet, dass auf der Lagermetallschicht (10)
eine dünne Elementschicht (6) aufgebracht ist.
15
27. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 26, **dadurch**
gekennzeichnet, dass die Elementschicht (6) aus den
Elementen Cu, Sn, Bi, Ag, Au, Ni, In, Si oder deren Legierungen
besteht.
20
28. Gleitlagerelement aus einem Gleitlagerverbundwerkstoff gemäß
Anspruch 1.

1/1

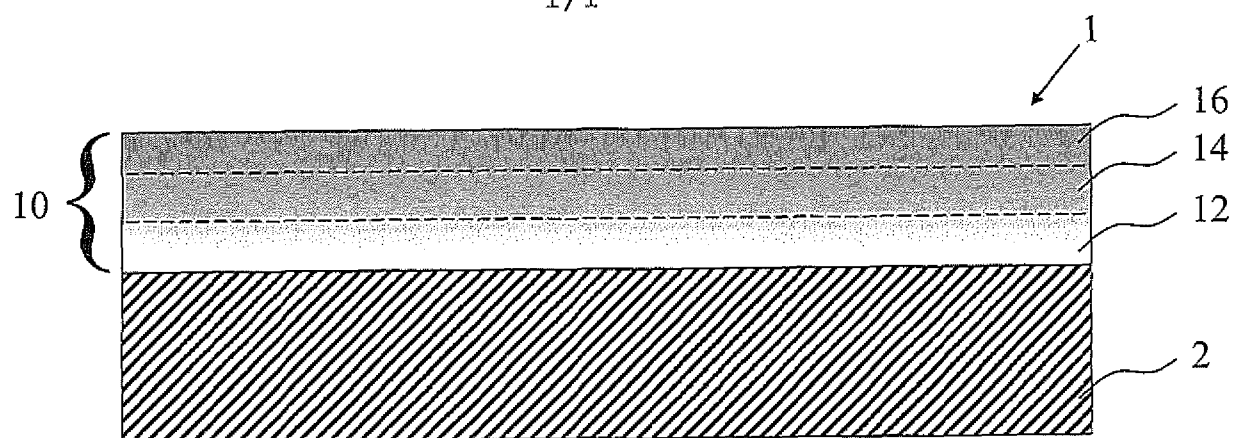


Fig. 1

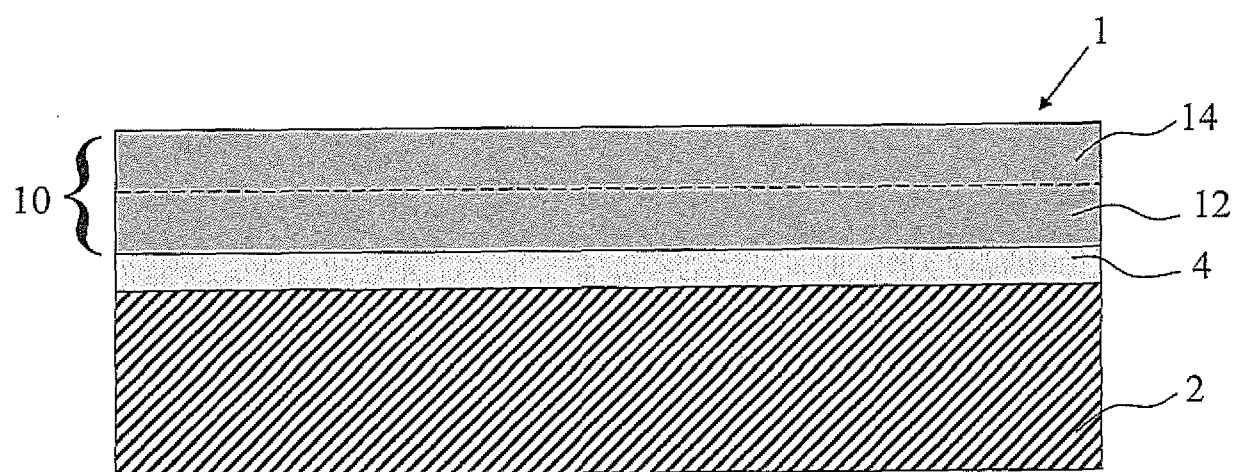


Fig. 2

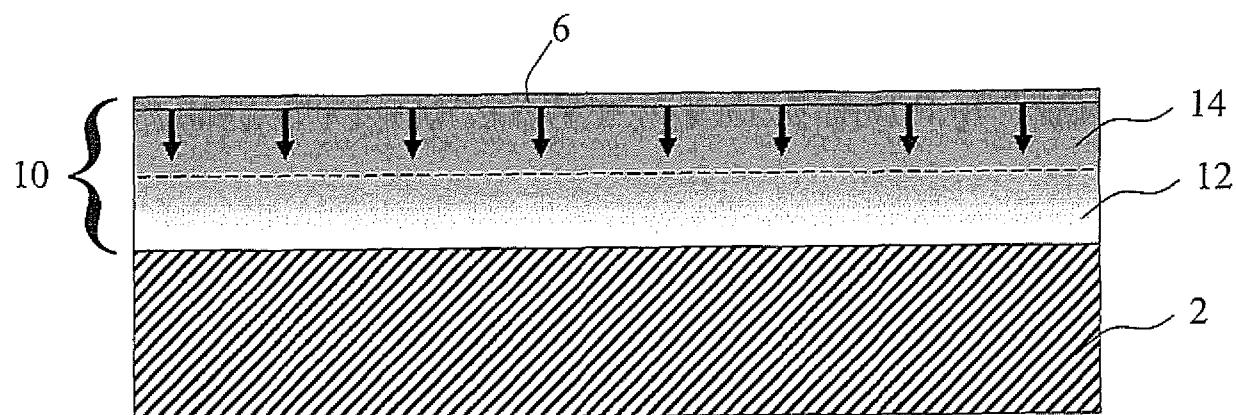


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/053035

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F16C33/12 F16C33/14
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)

F16C B22F

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, 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	US 6 676 704 B1 (POPE BILL J [US] ET AL) 13 January 2004 (2004-01-13)	1-5, 8-10,14, 15,17, 18, 20-23,28
Y	column 21, line 31 - column 24, line 43; figure 4	6,11,12, 24,25
X	EP 1 541 263 A1 (MITSUBISHI MATERIALS CORP [JP] MITSUBISHI MATERIALS PMG CORP [JP]) 15 June 2005 (2005-06-15) paragraph [0008] - paragraph [0036]; figures 5,7	1-4,7, 13,16, 19,26,27
Y	JP 63 024003 A (MITSUBISHI METAL CORP) 1 February 1988 (1988-02-01) * abstract	11,12
	----- -/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

E earlier document but published on or after the international filing date

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

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

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

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

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

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

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 July 2010

Date of mailing of the international search report

20/07/2010

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

Möbius, Henning

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/053035

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 695 20 456 T2 (KENNAMETAL INC [US]) 18 October 2001 (2001-10-18) page 5, line 18 - page 13, line 27 -----	6, 12, 24, 25
A	US 4 505 987 A (YAMADA SHINJI [JP] ET AL) 19 March 1985 (1985-03-19) column 2, line 11 - column 4, line 68; figure 1 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/053035

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6676704	B1	13-01-2004	US	7077867 B1		18-07-2006
EP 1541263	A1	15-06-2005	AU	2003254803 A1		19-03-2004
			CN	1665625 A		07-09-2005
			WO	2004020129 A1		11-03-2004
			JP	4253834 B2		15-04-2009
			JP	2004084038 A		18-03-2004
			KR	20050032030 A		06-04-2005
			US	2005265884 A1		01-12-2005
JP 63024003	A	01-02-1988	JP	2041424 C		09-04-1996
			JP	7068570 B		26-07-1995
DE 69520456	T2	18-10-2001	AT	199848 T		15-04-2001
			CN	1171070 A		21-01-1998
			DE	69520456 D1		26-04-2001
			EP	0871556 A1		21-10-1998
			JP	10512621 T		02-12-1998
			WO	9620058 A1		04-07-1996
			US	5762843 A		09-06-1998
			US	5789686 A		04-08-1998
			US	5686119 A		11-11-1997
			US	5792403 A		11-08-1998
			ZA	9510904 A		24-06-1996
US 4505987	A	19-03-1985	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F16C33/12 F16C33/14

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F16C B22F

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 676 704 B1 (POPE BILL J [US] ET AL) 13. Januar 2004 (2004-01-13)	1-5, 8-10, 14, 15, 17, 18, 20-23, 28
Y	Spalte 21, Zeile 31 - Spalte 24, Zeile 43; Abbildung 4	6, 11, 12, 24, 25
X	EP 1 541 263 A1 (MITSUBISHI MATERIALS CORP [JP] MITSUBISHI MATERIALS PMG CORP [JP]) 15. Juni 2005 (2005-06-15) Absatz [0008] - Absatz [0036]; Abbildungen 5, 7	1-4, 7, 13, 16, 19, 26, 27
Y	JP 63 024003 A (MITSUBISHI METAL CORP) 1. Februar 1988 (1988-02-01) * Zusammenfassung	11, 12
	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

13. Juli 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/07/2010

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

Möbius, Henning

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 695 20 456 T2 (KENNAMETAL INC [US]) 18. Oktober 2001 (2001-10-18) Seite 5, Zeile 18 - Seite 13, Zeile 27 -----	6, 12, 24, 25
A	US 4 505 987 A (YAMADA SHINJI [JP] ET AL) 19. März 1985 (1985-03-19) Spalte 2, Zeile 11 - Spalte 4, Zeile 68; Abbildung 1 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/053035

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
US 6676704	B1	13-01-2004	US	7077867 B1			18-07-2006	
EP 1541263	A1	15-06-2005	AU	2003254803 A1			19-03-2004	
			CN	1665625 A			07-09-2005	
			WO	2004020129 A1			11-03-2004	
			JP	4253834 B2			15-04-2009	
			JP	2004084038 A			18-03-2004	
			KR	20050032030 A			06-04-2005	
			US	2005265884 A1			01-12-2005	
JP 63024003	A	01-02-1988	JP	2041424 C			09-04-1996	
			JP	7068570 B			26-07-1995	
DE 69520456	T2	18-10-2001	AT	199848 T			15-04-2001	
			CN	1171070 A			21-01-1998	
			DE	69520456 D1			26-04-2001	
			EP	0871556 A1			21-10-1998	
			JP	10512621 T			02-12-1998	
			WO	9620058 A1			04-07-1996	
			US	5762843 A			09-06-1998	
			US	5789686 A			04-08-1998	
			US	5686119 A			11-11-1997	
			US	5792403 A			11-08-1998	
			ZA	9510904 A			24-06-1996	
US 4505987	A	19-03-1985	KEINE					