

(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
17. Februar 2005 (17.02.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/015036 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F16C 33/12**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/001765

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. August 2004 (05.08.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 37 030.7 12. August 2003 (12.08.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FEDERAL-MOGUL WIESBADEN GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Stielstrasse 11, 65201 Wiesbaden (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ADAM, Achim** [DE/DE]; Alte Mainzer Strasse 3, 64569 Nauheim (DE).
STASCHKO, Klaus [DE/DE]; Talstrasse 26a, 65232 Taunusstein-Seitzenhahn (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, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LAMINATED COMPOSITE MATERIAL, PRODUCTION AND USE THEREOF

(54) Bezeichnung: SCHICHTVERBUNDWERKSTOFF, HERSTELLUNG UND VERWENDUNG



(57) Abstract: The invention relates to the use of lead-free sliding layers in the laminated composite materials for slide bearings or bushes. According to the invention, the laminated composite material comprises a support layer, an antifriction layer (3) produced from a copper alloy or an aluminum alloy, an intermediate nickel layer (2) having a thickness $>4 \mu\text{m}$ and a sliding layer (1) consisting of approximately 0 to 20 % by weight of copper and/or silver and the remainder tin. The sliding layer is electrodeposited from a methanysulfonic acid electrolyte.

(57) Zusammenfassung: Bei Schichtverbundwerkstoffen für Gleitlager oder Buchsen wird angestrebt, bleifreie Gleitschichten anzuwenden. Erfindungsgemäß wird ein Schichtverbundwerkstoff mit einer Trägerschicht, einer Lagermetallschicht (3) aus einer Kupferlegierung oder einer Aluminiumlegierung, einer Nickel-Zwischenschicht (2) einer Dicke $>4 \mu\text{m}$ und einer Gleitschicht (1) aus ca. 0 - 20 Gew.-% Kupfer und/oder Silber und Rest Zinn vorgeschlagen. Die Gleitschicht wird aus einem methansulfonsauren Elektrolyten galvanisch abgeschieden.

WO 2005/015036 A1



(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, IT, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),

eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für den folgenden Bestimmungsstaat US
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

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.

Schichtverbundwerkstoff, Herstellung und Verwendung

Beschreibung:

Die Erfindung betrifft einen Schichtverbundwerkstoff, insbesondere für Gleitlager oder Buchsen, mit einer Trägerschicht, einer Lagermetallschicht aus einer Kupferlegierung oder einer Aluminiumlegierung, einer Nickel-Zwischenschicht und einer Gleitschicht. Ferner betrifft die Erfindung Verwendungen des Schichtverbundwerkstoffes.

Klassische Schichtverbundwerkstoffe mit dem Aufbau Stahlrücken als Trägerschicht, Bleibronze als Lagermetallschicht und Gleitschicht aus Blei-Zinn-Kupfer, wie sie beispielsweise in Glyco-Ingenieurberichte 1/91 beschrieben werden, haben sich durch hohe Zuverlässigkeit und mechanische Belastbarkeit bewährt. Die Gleitschicht wird dabei galvanisch abgeschieden. Es handelt sich bei ihr um eine multifunktionale Schicht, in die Fremdpartikel eingebettet werden können, die als Korrosionsschutz dient, die Notlaufeigenschaften zeigt und insbesondere für den Einlauf bzw. die Anpassung der Gleitpartner geeignet ist.

Auch die Lagermetallschicht weist hinreichende Notlaufeigenschaften für den Fall auf, dass die Gleitschicht zumindest stellenweise völlig abgetragen ist.

Die klassischen Schichtverbundwerkstoffe weisen eine Gleitschicht auf Bleibasis auf. Eine gängige Legierung ist z.B. $\text{PbSn}_{10}\text{Cu}_2$. Derartige Gleitschichten weisen niedrige Härten um 12 – 15 HV (Vicker's Härte) auf. Daher besitzen sie gute Einbettfähigkeit und sind

fressunempfindlich. Aus Arbeitsschutz- und Umweltschutzgründen ist es allerdings wünschenswert, das Schwermetall Blei durch andere geeignete Werkstoffe zu ersetzen.

Ein Ansatz besteht darin, in hoch belasteten Lagerungen harte Schichten als Gleitschichten einzusetzen. Z.B. werden durch PVD-Verfahren (physical vapor deposition) Aluminium-Zinn-Schichten mit Härten um 80 HV abgeschieden. Diese sind bleifrei, allerdings in der Herstellung sehr teuer. Derartige Lager sind sehr verschleißbeständig. Sie besitzen aber kaum Einbettfähigkeit und werden daher meist mit weichen bleihaltigen Schichten als Gegenschale kombiniert. Allerdings ist es wünschenswert, auch bei Gegenschalen Blei durch andere Werkstoffe zu ersetzen.

Es ist versucht worden, reines Zinn als Gleitfläche zu verwenden. Mit einer Härte von ungefähr 10 HV ist es allerdings noch weicher als die konventionellen Bleilegierungen und vermag daher die Belastungen, die z.B. in Kurbelwellenhaupt- und Pleuellagern entstehen, nicht aufzunehmen.

In der DE 197 28 777 A1 wird ein Schichtverbundwerkstoff für Gleitelemente beschrieben, dessen Gleitschicht aus einer bleifreien, Zinn und Kupfer aufweisenden Legierung besteht, wobei der Kupferanteil 3 – 20 Gew.-% und der Zinnanteil 70 – 97 Gew.-% beträgt. Durch die Zugabe von Kupfer wird die Härte der Gleitschicht gegenüber reinem Zinn erhöht. Diese Gleitschicht wird mit Hilfe eines methylsulfonsauren Elektrolyten mit Kornfeinungszusätzen galvanisch abgeschieden. Die so erzeugte Gleitschicht besitzt die Eigenschaft ternärer Bleibasis-Gleitschichten. In der DE 197 28 777 A 1 wird ferner vorgeschlagen, zur weiteren Verbesserung der Verschleißfestigkeit im Elektrolytbad dispergierte Hartstoffteilchen vorzusehen, die in die Schicht eingebaut werden. Dies ist aber mit zusätzlichem Aufwand und

Kosten verbunden. Zwischen dem Lagermetall und der Gleitschicht kann eine 1 – 3 µm dicke Nickelschicht zusammen mit einer 2 – 10 µm dicken Nickel-Zinnschicht als Diffusionssperrschicht vorgesehen sein.

In der DE 197 54 221 A1 ist ein Schichtverbundwerkstoff mit einer Gleitschicht mit 3 – 30 Gew.-% Kupfer, 60 – 97 Gew.-% Zinn und 0,5 – 10 Gew.-% Kobalt offenbart. Dadurch wird eine weitere Erhöhung der mechanischen Belastbarkeit erreicht und eine Versprödung der Bindungsschicht zwischen Gleitschicht und Nickeldiffusionssperrschicht verhindert. Durch das Kobalt wird die Diffusionsneigung des Zinns zum Nickel vermindert. Durch die Zulegierung des Kobalts wird allerdings der galvanische Abscheidungsprozess komplexer, was die Prozesssicherheit verringert. Im übrigen kann wie in der DE 197 28 777 A1 die 1 – 3 µm dicke Nickelschicht mit einer 2 – 10 µm dicken Nickel-Zinnschicht als Diffusionssperre kombiniert werden.

In der EP 1 113 180 A2 wird ein Schichtverbundwerkstoff für Gleitlager beschrieben, dessen Gleitschicht eine Zinnmatrix besitzt, in die Zinn-Kupfer-Partikel eingelagert sind, die aus 39 – 55 Gew.-% Kupfer und Rest Zinn bestehen. Charakteristisch für den Schichtverbundwerkstoff ist außerdem, dass nicht nur eine Zwischenschicht aus Nickel einer Dicke von 1 – 4 µm vorgesehen ist, sondern zwischen der Nickel-Zwischenschicht und der Gleitschicht eine zweite Zwischenschicht einer Dicke 2 – 7 µm aus Zinn und Nickel angeordnet ist. Die erste Zwischenschicht aus Nickel wird auf die Lagermetallschicht aus einem Watt's Nickelelektrolyten aufgebracht. Auf diese erste Zwischenschicht wird eine aus Nickel und Zinn bestehende zweite Zwischenschicht galvanisiert. Hierzu wird ein modifizierter Chlorid/Fluorid-Elektrolyt verwendet. Mittels den Zwischenschichten aus Nickel und Zinn-Nickel wird ein sich selbst an die Belastung anpassendes System erzeugt, bei dem sich je nach thermischen Bedingungen durch ein Wachstum der Zinn-Nickel-Schicht die Belastbarkeit erhöht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden.

Gelöst wird die Erfindung durch einen Schichtverbundwerkstoff gemäß Anspruch 1. Ferner wird die Aufgabe gelöst durch Verwendungen gemäß den Ansprüchen 9 und 10.

Überraschenderweise hat es sich gezeigt, dass sich auch ohne anfängliches Vorhandensein einer Zinn-Nickelschicht langsam eine solche bildet. Bei Erwärmung des Schichtverbundwerkstoffes, wie dies beispielsweise in der Einlaufphase bei aus erfindungsgemäßigem Schichtverbundwerkstoff hergestellten Buchsen und Lagern geschieht, diffundiert Nickel in die im wesentlichen aus Zinn bestehende Gleitschicht ein. Hierdurch bildet sich durch Erhöhung der Konzentration einer zweiten in der Zinnmatrix enthaltenen harten Phase aus Kupfer-Zinn- und/oder Silber-Zinn langsam eine höherfeste Oberfläche aus. Durch die Reduzierung der tragenden Schichtdicke erhöht sich die Ermüdungsfestigkeit.

Im Gegensatz zum Stand der Technik, demgemäss dünne Nickelschichten von 1 – 3 μm aufgebracht wurden, die als Diffusionssperre dienten, bildet die erfindungsgemäße Nickelschicht eine Nickelquelle für die Ausbildung der anfangs nicht vorhandenen Zinn-Nickelschicht. Die Nickelschicht muss dicker als 4 μm sein, da andernfalls durch das Eindiffundieren des Nickels in die Zinnschicht die Nickelschicht vollständig verbraucht werden kann. Dies würde zur Ablösung der nun aus Zinn-Nickel und der Zinn-Gleitschicht-Legierung bestehenden Deckschichten führen. Bisher wurden dickere Nickelschichten möglichst vermieden, da sie keine guten Gleiteigenschaften besitzen und notfalls schnell den Verschleiß in das darunterliegende Lagermetall zulassen sollen.

Die Metalle Kupfer und Silber können einzeln oder in Kombination in der Zinnmatrix vorhanden sein. Ihr Gesamtanteil sollte zwischen ca. 0,5 und 20 Gew.-% betragen. Vorteilhafterweise sollte der Gesamtgehalt von Kupfer und/oder Silber zwischen ca. 2 und 8 Gew.-% betragen.

Die Gleitschicht sollte vorteilhafterweise eine Schichtdicke von ca. 5 – 25 µm aufweisen. Bevorzugt sind Schichtdicken von ca. 4 – 8 µm für die Nickelschicht und von ca. 6 – 14 µm für die Gleitschicht. Bei Schichtdicken in diesen Größenordnungen wird gewährleistet, dass weder die Nickelschicht noch die Gleitschicht auf Zinnbasis diffusionsbedingt vollständig umgesetzt werden. Dies würde zu Haftungsproblemen bzw. ungewollten Wechselwirkungen wie Sprödphasenbildung zwischen dem in der Gleitschicht enthaltenen Zinn und dem Lagermetall führen.

Vorteilhafterweise handelt es sich bei den Lagermetallen um Kupfer-Aluminium-, Kupfer-Zinn-, Kupfer-Zinn-Blei-, Kupfer-Zink-, Kupfer-Zink-Silizium-, Kupfer-Zink-Aluminium-, Kupfer-Aluminium-Eisen- oder Kupfer-Zinklegierungen. Bevorzugt sind Lagermetalle auf Kupfer- oder Aluminiumbasis, d.h. deren Kupfer- oder Aluminiumanteil zwischen 50 und 95 Gew.-% liegt.

Zur Herstellung des erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoffes wird auf einen Verbund aus Stahl und Lagermetall in einem ersten Schritt chemisch oder elektro-chemisch die Zwischenschicht aus Nickel aufgebracht. Danach wird die Gleitschicht aus einem binären oder ternären alkylsulfonsauren Galvanisierbad unter Zusatz von nichtionischen Netzmitteln und freier Alkylsulfonsäure abgeschieden. Bei der Herstellung von Lagern werden zunächst die Lager aus dem Verbund aus Stahl und Lagermetall vorgefertigt und in weiteren Schritten die Zwischenschicht aus Nickel und die Gleitschicht aufgebracht.

Der erfindungsgemäße Schichtverbundwerkstoff weist den großen Vorteil auf, dass sich beim Einlauf daraus hergestellter Lager und Buchsen unter den Betriebsbedingungen eine Interdiffusionsschicht aus Zinn und Nickel von selber ausbildet, die die Verschleißfestigkeit erhöht. Sie muss nicht in einem einzelnen Prozessschritt separat aufgebracht werden. Es besteht die Möglichkeit, das Entstehen der Interdiffusionsschicht durch künstliches Altern der Gleitlager oder Buchsen zu fördern. Besonders bewährt hat sich dabei eine Wärmebehandlung bei ca. 150° – 170°C, die sich über mehrere Stunden bis einige Tage erstreckt.

Der erfindungsgemäße Schichtverbundwerkstoff eignet sich besonders zur Herstellung von Kurbelwellenhauptlagern und von Pleuellagern, insbesondere für das große Pleuelauge.

Die Erfindung soll anhand eines Beispieles und von Figuren näher erläutert werden.

Es zeigen:

- | | |
|---------|---|
| Figur 1 | einen Schnitt durch die Lagermetallschicht, Nickelzwischenschicht und Gleitschicht eines erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoffes; |
| Figur 2 | einen Schnitt durch ein aus dem erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoff bestehendes Lager nach der Einlaufphase und |
| Figur 3 | die an dem Lager gemäß Figur 2 im Bereich III-III durch energiedispersive Röntgenanalyse ermittelte Elementverteilung. |

Auf ein vorgefertigtes Lager aus einem Verbund aus Stahl und einem Lagermetall aus CuPb22Sn wird nach entsprechender Vorbehandlung eine Nickeldiffusionssperrschicht aus einem Watt's Nickelelektrolyten aufgebracht.

Auf die so erzeugte Nickelzwischenschicht wird die Gleitschicht auf Zinnbasis galvanisch abgeschieden. Dafür wird folgendes Elektrolytsystem auf wässriger Basis eingesetzt:

Sn ²⁺ als Zinnmethansulfonat	30 – 45 g/l
Cu ²⁺ als Kupfermethansulfonat	2 – 8 g/l
Ag ⁺ als Silbermethansulfonat	0,1 – 2 g/l
Methansulfonsäure	80 – 140 g/l
Zusatz „N“ (Cerolyt BMM-T)	30 – 45 g/l
Resorcin	1,5 – 4 g/l

Als Anodenmaterial kommt Zinn zum Einsatz. Die Badtemperatur zur Abscheidung der Gleitschicht liegt bei 20 – 40°C. Als Stromdichte werden $1,5 - 3,0 \times 10^{-2} \text{ A/m}^2$ eingesetzt. Die Distanz Anode zu Kathode beträgt zwischen ca. 300 – 400 mm. Das Oberflächenverhältnis Anode zu Kathode sollte im Wesentlichen bei 1:1 (+/- 10%) liegen. Um kontinuierlich entstehendes Sn⁴⁺ zu entfernen, muss der Elektrolyt über eine Filtrationsanlage umgewälzt werden.

Die Figur 1 zeigt die Schichtstruktur eines wie oben beschrieben erhaltenen Schichtverbundwerkstoffes mit einer Kupfer-Zinn-Gleitschicht als Schnittbild. Mit 1 ist dabei die Gleitschicht aus Kupfer-Zinn einer Dicke von 13,1 µm bezeichnet, mit 2 die Nickel-Zwischenschicht einer Dicke von 4,9 µm und mit 3 das Lagermetall aus CuPb22Sn.

Dabei ist der Grenzverlauf zwischen beiden Schichten 1 und 2 durch eine helle Linie verdeutlicht.

In Figur 2 ist ein Lager aus dem in Figur 1 gezeigten Schichtverbundwerkstoff nach Einstellung des Betriebszustandes, d.h. nach der Einlaufphase als Schnittbild gezeigt. Dazu wurde das Lager 500 h lang bei 150°C wärmebehandelt. Durch Diffusion ist die mit 4 bezeichnete Zinn-Nickel-Schicht einer Dicke von 4,1 μm entstanden, die zu einer belastbareren und verschleißfesteren Gleitfläche führt. Dass es sich um eine Zinn-Nickel-Schicht handelt, wird durch die in Figur 3 dargestellten Ergebnisse einer energiedispersiven Röntgenanalyse bestätigt. Die Abstände auf der X-Achse stimmen mit den entsprechenden Schichtdicken im Bereich III-III der Figur 2 überein. Die Gleitschicht 1' und die Nickelschicht 2 haben nun geringere Dicken von 10,2 μm respektive 3,3 μm .

Dabei ist der Grenzverlauf zwischen den beiden Schichten 1' und 4 in der Figur 2 durch eine helle Linie verdeutlicht.

Zur Bewertung der Leistungsfähigkeit von Lagern, die aus dem erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoff hergestellt werden, wurden Underwood-Tests durchgeführt. Hierbei rotiert eine Welle mit Exzentergewichten in starr montierten Pleuelstangen. Die Lagerung in den Pleuelstangen wird durch die Prüflager gebildet. Die Prüflager haben eine Wanddicke von 1,4 mm und einen Durchmesser von 50 mm. Über die Lagerbreite wird die spezifische Belastung eingestellt. Die Drehzahl beträgt 4000 Umdrehungen/min. Es wurden die Gleitschichtermüdung und der Verschleiß nach 250 h Dauerlauf gemessen. Die in diesem Test erzielten Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt (Beispiel-Nrn. 5 – 8). Zum Vergleich sind auch die Werte angegeben, die mit Werkstoffen nach dem Stand der Technik (Beispiele 1 – 4) erreicht werden.

Wie sich den in Tabelle 1 aufgeführten Ergebnissen entnehmen lässt, sind die Lager aus erfindungsgemäßigem Schichtverbundwerkstoff den herkömmlichen Lagern mit einer Gleitschicht auf Bleibasis bezüglich Gleitschichtermüdung, Verschleiß und maximaler Last bis zum Totalverschleiß deutlich überlegen. Sogar das Lager mit einer reinen Zinngleitschicht (Beispiel 5) wird mit einer dicken Nickelschicht fast den Lagern mit bleihaltiger Gleitschicht vergleichbar und ist für leichtere Beanspruchungen verwendbar.

Tabelle 1

Bsp.-Nr.	Stand der Technik			erfindungsgemäß				
	1	2	3	4	5	6	7	8
Zusammensetzung	PbSn5Cu2	PbSn10Cu5	PbSn14Cu8	Sn	Sn	SnCu6	SnAg3	SnCu3Ag2
Dicke der Ni-Schicht in µm	1	2	1,5	1	5	4,5	5,5	4,5
max. Last in MPa ohne Gleitschicht-ermüdung	52,5	60	65	35	50	70	67,5	72,5
Verschleiß in µm bei 60MPa	15	11	9	nicht meßbar	12	6	8	6
max. Last in MPa bis Totalverschleiß der Gleitschicht	60	67,5	80	45	65	85	82,5	85

Patentansprüche:

1. Schichtverbundwerkstoff, insbesondere für Gleitlager oder Buchsen, mit einer Trägerschicht, einer Lagermetallschicht (3) aus einer Kupferlegierung oder einer Aluminium-Legierung, einer Nickel-Zwischenschicht (2) und einer Gleitschicht (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gleitschicht (1) aus ca. 0 – 20 Gew.-% Kupfer und/oder Silber und Rest Zinn besteht und die Schichtdicke der Nickelschicht mehr als 4 µm beträgt..
2. Schichtverbundwerkstoff nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gleitschicht (1) mindestens ca. 0,5 – 20 Gew.-% Kupfer und/oder Silber aufweist.
3. Schichtverbundwerkstoff nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gleitschicht (1) aus ca. 2 – 8 Gew.-% Kupfer und/oder Silber und Rest Zinn besteht.
4. Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichtdicke der Gleitschicht (1) ca. 5 – 25 µm beträgt.
5. Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichtdicke der Gleitschicht (1) ca. 6 – 14 µm beträgt.
6. Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichtdicke der Nickelschicht (2) ca. 4 – 6 µm beträgt.

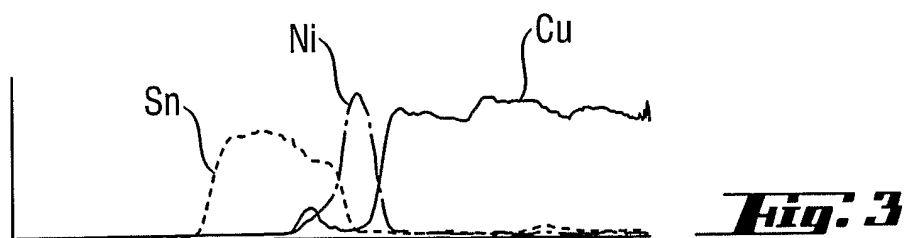
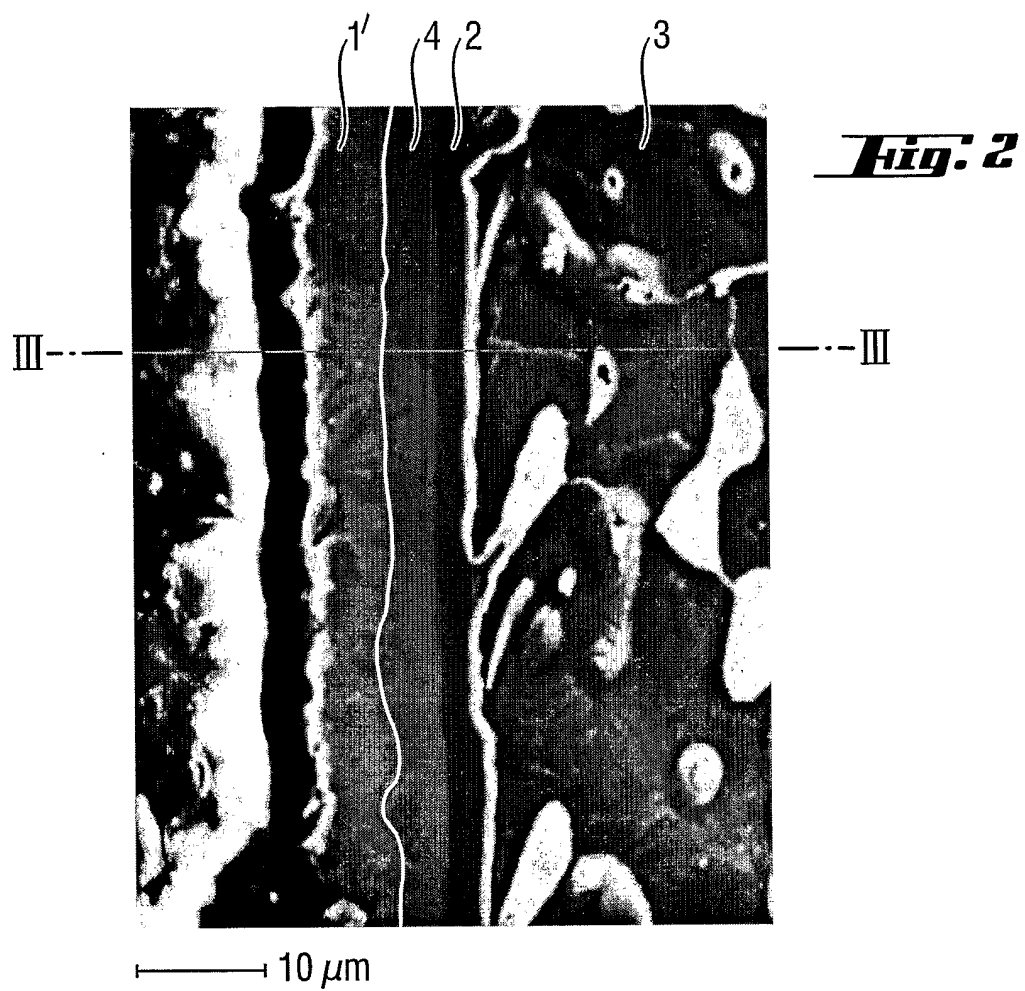
7. Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagermetallschicht (3) aus einer Kupfer-Aluminium, Kupfer-Zinn, Kupfer-Zinn-Blei, Kupfer-Zink, Kupfer-Zink-Silizium, Kupfer-Zink-Aluminium, Aluminium-Zink oder Kupfer-Aluminium-Eisen-Legierung besteht.
8. Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 7, der einem Alterungsprozess unterworfen wurde und zwischen der Nickel-Zwischenschicht (2) und der Gleitschicht (1') eine Interdiffusionsschicht (4) aus im wesentlichen Zinn und Nickel aufweist.
9. Verwendung des Schichtverbundwerkstoffes nach Anspruch 1 bis 8 als Kurbelwellenhauptlager.
10. Verwendung des Schichtverbundwerkstoffes nach Anspruch 1 bis 8 als Pleuellager, insbesondere im großen Auge des Pleuels.

1 / 2



Fig. 1

2 / 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16C33/12

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 F16C

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 28 777 A (GLYCO METALL WERKE) 8 April 1999 (1999-04-08) cited in the application claims 1-8 -----	1-10
A	DE 37 19 789 A (GLYCO METALL WERKE) 22 December 1988 (1988-12-22) column 4, line 42 - column 5, line 26 -----	1-10
A	DE 37 27 591 A (GLYCO METALL WERKE) 2 March 1989 (1989-03-02) column 3, line 8 - line 22 column 4, line 14 - line 34 -----	1
A	DE 197 54 221 A (FEDERAL MOGUL WIESBADEN GMBH) 17 June 1999 (1999-06-17) cited in the application table 1 page 3, line 28 - line 42 -----	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 December 2004

Date of mailing of the international search report

03/01/2005

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

Schaeffler, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001765

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19728777	A	08-04-1999	DE 19728777 A1	08-04-1999
			BR 9802344 A	14-12-1999
			EP 0908539 A2	14-04-1999
			JP 2000240654 A	05-09-2000
			PL 326914 A1	18-01-1999
			US 6301784 B1	16-10-2001
			US 2002031684 A1	14-03-2002
<hr/>				
DE 3719789	A	22-12-1988	DE 3719789 A1	22-12-1988
<hr/>				
DE 3727591	A	02-03-1989	DE 3727591 A1	02-03-1989
<hr/>				
DE 19754221	A	17-06-1999	DE 19754221 A1	17-06-1999
			AT 203786 T	15-08-2001
			BR 9805293 A	09-11-1999
			CZ 9803836 A3	17-05-2000
			DE 59801118 D1	06-09-2001
			EP 0921211 A1	09-06-1999
			ES 2162385 T3	16-12-2001
			JP 2000064085 A	29-02-2000
			PL 330103 A1	07-06-1999
			US 6194087 B1	27-02-2001
<hr/>				

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001765

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F16C33/12

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16C

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

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

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 28 777 A (GLYCO METALL WERKE) 8. April 1999 (1999-04-08) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1-8 -----	1-10
A	DE 37 19 789 A (GLYCO METALL WERKE) 22. Dezember 1988 (1988-12-22) Spalte 4, Zeile 42 - Spalte 5, Zeile 26 -----	1-10
A	DE 37 27 591 A (GLYCO METALL WERKE) 2. März 1989 (1989-03-02) Spalte 3, Zeile 8 - Zeile 22 Spalte 4, Zeile 14 - Zeile 34 -----	1
A	DE 197 54 221 A (FEDERAL MOGUL WIESBADEN GMBH) 17. Juni 1999 (1999-06-17) in der Anmeldung erwähnt Tabelle 1 Seite 3, Zeile 28 - Zeile 42 -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

^o 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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Dezember 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/01/2005

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) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schaeffler, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001765

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19728777	A	08-04-1999	DE 19728777 A1	08-04-1999
			BR 9802344 A	14-12-1999
			EP 0908539 A2	14-04-1999
			JP 2000240654 A	05-09-2000
			PL 326914 A1	18-01-1999
			US 6301784 B1	16-10-2001
			US 2002031684 A1	14-03-2002
DE 3719789	A	22-12-1988	DE 3719789 A1	22-12-1988
DE 3727591	A	02-03-1989	DE 3727591 A1	02-03-1989
DE 19754221	A	17-06-1999	DE 19754221 A1	17-06-1999
			AT 203786 T	15-08-2001
			BR 9805293 A	09-11-1999
			CZ 9803836 A3	17-05-2000
			DE 59801118 D1	06-09-2001
			EP 0921211 A1	09-06-1999
			ES 2162385 T3	16-12-2001
			JP 2000064085 A	29-02-2000
			PL 330103 A1	07-06-1999
			US 6194087 B1	27-02-2001