

**(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**

**23. Oktober 2014 (23.10.2014)**



**(10) Internationale Veröffentlichungsnummer**

**WO 2014/169890 A1**

**(51) Internationale Patentklassifikation:**

**C22C 13/02 (2006.01) F16C 33/12 (2006.01)**

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(21) Internationales Aktenzeichen:** PCT/DE2014/000187

**(22) Internationales Anmeldedatum:**

10. April 2014 (10.04.2014)

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(25) Einreichungssprache:** Deutsch

**(26) Veröffentlichungssprache:** Deutsch

**(30) Angaben zur Priorität:**

10 2013 006 388.4

15. April 2013 (15.04.2013) DE

**(71) Anmelder:** ZOLLERN BHW GLEITLAGER GMBH & CO. KG [DE/DE]; Alte Leipziger Strasse 117-118, 38124 Braunschweig (DE).

**(72) Erfinder:** GZOVSKY, Konstanty; Rischkampweg 13, 38126 Braunschweig (DE). REIMER, Frank; Im Schrotmorgen 107, 38173 Sickte (DE). HENTSCHEL, Hans-Jürgen; Fichtenweg 4a, 38835 Osterwieck (DE). GUST, Edgar; Platanenstrasse 42, 38302 Wolfenbüttel (DE).

**(74) Anwalt:** LINS, Edgar; Gramm, Lins & Partner GbR, Theodor-Heuss-Strasse 1, 38122 Braunschweig (DE).

**(81) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

**WO 2014/169890 A1**

**(54) Title:** TIN-BASED SLIDING BEARING ALLOY

**(54) Bezeichnung :** GLEITLAGERLEGIERUNG AUF ZINNBASIS

**(57) Abstract:** A tin-based sliding bearing alloy contains zinc as its principal alloying element at a content of 2 to 14 % w/w and has the Sn-Zn eutectic as its main structural element. The content of zinc as the principal alloying element can be expanded to 2 to 30 % w/w by the addition of additional alloying elements. Antimony and/or copper can additionally be used as further principal alloying elements.

**(57) Zusammenfassung:** Eine Gleitlagerlegierung auf Zinnbasis enthält als Hauptlegierungselement Zink mit einem Anteil von 2 bis 14 Gew.-% und weist als hauptsächliches Strukturelement das Sn-Zn-Eutektikum auf. Durch Zugabe von Zusatzlegierungselementen kann der Anteil an Zink als Hauptlegierungselement auf 2 bis 30 Gew.-% erweitert werden. Als weitere Hauptlegierungselemente können Antimon und/oder Kupfer zusätzlich eingesetzt werden.

## **Gleitlagerlegierung auf Zinnbasis**

5 Die Erfindung betrifft eine Gleitlagerlegierung auf Zinnbasis, geeignet zur Herstellung einer Gleitlagerbeschichtung im Gießverfahren, mit wenigstens einem Hauptlegierungselement und einem Zinnanteil von 25 und 98 Gew.-%. Die Erfindung betrifft ferner eine Verwendung der Gleitlagerlegierung.

10

Gleitlagerlegierungen auf Zinnbasis sind seit Jahrzehnten beispielsweise als Weißmetalle bekannt und weisen als Hauptlegierungselemente Antimon und Kupfer auf, wobei die Legierung durch weitere Elemente ergänzt wird.

15

Die Gleitlagerlegierung wird dabei regelmäßig auf eine Tragkonstruktion; z. B. aus Stahl, beispielsweise in Form einer Lagerstützschale aufgegossen. Die Gleitlagerlegierung soll eine gute Einbettfähigkeit für Schmutzpartikel und eine gute Anpassungsfähigkeit an die auf-

20 einander gleitenden Elemente, beispielsweise eine drehende Welle, aufweisen. Die Gleitmetalllegierungen auf Zinnbasis weisen diese Eigenschaften auf, sind aber hinsichtlich ihrer Belastbarkeit begrenzt. Da die Anforderungen an die Dauerbelastbarkeit von Gleitlagerlegierungen steigen, sind daher zunehmend höher belastbare Gleitlager-

25 legierungen, beispielsweise auf Aluminium-Zinn-Basis verwendet worden. Diese Gleitlagerlegierungen weisen jedoch hinsichtlich der Einbettfähigkeit und Anpassbarkeit nicht die vorteilhaften Eigenschaften auf, die die Gleitlagerlegierungen auf Zinnbasis gewähren. Es sind daher zahlreiche Versuche unternommen worden, Gleitlagerlegierungen auf Zinnbasis hinsichtlich der Belastbarkeit, also insbesondere hinsichtlich ihrer Härte und Ermüdungsfestigkeit, zu verbessern.

Durch DE 28 18 099 C2 ist es bekannt, ein Weißmetall auf Zinnbasis, das die Legierungselemente Antimon, Kupfer und Cadmium sowie als Kornfeinungselemente Chrom und Kobalt enthält, zusätzlich mit Bor 0,02 bis 0,08 Gew.-% und Zink mit 0,1 bis 0,2 Gew.-% zu versehen.

- 5 Durch eine kombinierte Wirkung von Bor und Zink, gemeinsam mit Kobalt und Chrom, wird eine wesentliche Verbesserung der Festigkeitseigenschaft erreicht. Die durch Zink eintretende Verschlechterung der Bindung auf der Stahlstützschale wird durch den Zusatz von Bor wieder aufgehoben.

10

GB 2,146,354 A offenbart eine Gleitlagerlegierung auf Zinnbasis mit den Haupt-Legierungselementen Antimon und Kupfer, bei der die Erhöhung der Festigkeit durch eine Kornfeinung aufgrund einer Zugabe von Titan mit einem Anteil von 0,005 bis 0,5 Gew.-% erreicht werden

15 soll.

SU 1 560 596 A1 offenbart eine Gleitlagerlegierung auf Zinnbasis die als Hauptlegierungselemente 7 bis 8 Gew.-% Kupfer, 10 bis 12 Gew.-% Antimon und 15 bis 20 % Zink und Zinn als Rest aufweist.

- 20 Die Legierung weist eine erhöhte Haltbarkeit und Verschleißfestigkeit auf, ist jedoch auf ein Stahlsubstrat nur mittels Lichtbogenspritzen aufbringbar. Würde diese Legierung durch Gießen aufgebracht werden, wäre sie als Gleitlagerlegierung wegen einer viel zu niedrigen Zähigkeit nicht brauchbar.

25

Eine weitere Anforderung an die verwendeten Gleitlagerlegierungen besteht darin, diese von umweltbelastenden Legierungsbestandteilen frei zu halten, um ökologisch verträgliche Gleitlagerlegierungen (Weißmetalllegierungen) zu gewährleisten. Es ist jedoch bisher nicht 30 gelungen, derartige Gleitlagerlegierungen zu erstellen, die höheren Festigkeitsansprüchen genügen. Bei höheren Anforderungen an die Belastbarkeit und an die Verschleißbeständigkeit wird somit häufig

weiterhin auf Lagermetalle auf Aluminiumbasis ausgewichen, obwohl beim Einsatz dieser Lagermetalle auf die hervorragenden Notlaufeigenschaften von Lagermetalllegierungen auf Zinnbasis verzichtet werden muss.

5

Durch WO 2009/108975 A1 ist ein Weißmetall mit 4 bis 30 Gew.-% Antimon und 1 bis 10 Gew.-% Kupfer bekannt. Die Legierung soll dabei ferner ein Element aus der Elementengruppe Kobalt, Mangan, Scandium und Germanium mit einer Gesamtkonzentration zwischen 10 0,2 und 2,6 Gew.-% sowie wenigstens ein Element aus der Elementengruppe Magnesium, Nickel, Zirkon und Titan mit einer Gesamtkonzentration zwischen 0,05 und 1,7 Gew.-% aufweisen, wobei der Summenanteil von Antimon und Kupfer bei einem zumindestens dem dreifachen Kupfergehalt entsprechenden Antimongehalt höchstens 15 35 Gew.-% beträgt. Die Gleitlagerlegierung kann einen Zusatz von 0,6 bis 1,8 Gew.-%, vor-zugsweise 0,7 bis 0,9 Gew.-% Zink enthalten. Zink dient durch die Bildung von zusätzlichen Kristallisationskeimen zur Feinung der Kupfer-Zinn- und Zinn-Antimonphasen. Dadurch wird ein Anwachsen dieser Phasen auf eine schädigende Größe verhindert. Die untere Grenze von 0,6 Gew.-% Zink ergibt sich daraus, dass 20 eine geringere Zugabe keine positive Wirkung mehr erzeugt, während sich die obere Grenze daraus ergibt, dass über 1 Gew.-% das Zink nicht mehr im Zinn-Mischkristall gelöst wird und sich zwischen Zinn und Zink eine niedrigschmelzende eutektische Phase mit Tm ca. 25 200°C ausbildet, die die Warmfestigkeit und auch die Korrosionsbeständigkeit senkt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gleitlagerlegierung auf Zinnbasis zur Verfügung zu stellen, die eine verbesserte Festigkeit aufweist und bis zu einer gewissen Betriebstemperatur die Festigkeit der Gleitlagerlegierung auf Zinnbasis so erhöht, dass auf einen Einsatz von Gleitlagerlegierungen auf Aluminium-Basis verzichtet werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß einem ersten Aspekt der Erfindung mit einer Gleitlagerlegierung der eingangs erwähnten Art gelöst durch die Hauptlegierungselemente

- 5 0 bis 25 Gew.-% Antimon  
0 bis 20 Gew.-% Kupfer und  
2 bis 14 Gew.-% Zink.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch die Hauptlegierungselemente

- 10 0 bis 25 Gew.-% Antimon  
0 bis 20 Gew.-% Kupfer und  
2 bis 30 Gew.-% Zink

- 15 und wenigstens ein Zusatzlegierungselement, ausgewählt aus einer oder mehrerer der nachstehenden Gruppen

Gruppe I:

- 20 Kobalt, Mangan, Scandium, Germanium und Aluminium mit einem Gesamtanteil von 0,001 bis 2,6 Gew.-%,

Gruppe II:

- 25 Magnesium, Nickel, Zirkon, Titan mit einem Gesamtanteil von 0,005 bis 1,7 Gew.-%,

Gruppe III:

- 30 Wismut, Indium, Cadmium und Blei mit Anteilen von jeweils maximal 5 Gew.-% und einem Gesamtanteil von maximal 8 Gew.-%,

## Gruppe IV:

Lithium, Silber, Cer, Yttrium, Samarium, Gold, Tellur und Kalzium, mit einem Anteil von jeweils bis zu 2,5 Gew.-% und einem Gesamtanteil  
5 von bis zu 4 Gew.-%,

## Gruppe V:

Arsen, Niob, Vanadin, Chrom, Wolfram, Lanthan und Erbium, mit ei-  
10 nem Anteil von jeweils höchstens 1,0 Gew.-% und einem Gesamtan-  
teil von höchstens 2,25 Gew.-%,

## Gruppe VI:

15 Phosphor und Bor, jeweils mit einem Anteil von maximal 0,1 Gew.-%  
und einem Gesamtanteil von maximal 0,2 Gew.-%.

Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung weist die Gleitlagerlegie-  
rung Zink in einem Anteil von 2 bis 14 Gew.-% als Hauptlegierungs-  
20 element auf. Daneben können als Hauptlegierungselemente Kupfer  
und/oder Antimon verwendet werden.

Ein derartiger Anteil von Zink als Hauptlegierungselement ist nach  
dem bisherigen Kenntnisstand der Fachwelt zu vermeiden gewesen,  
25 weil bekanntlich Zinn und Zink ein niedrig schmelzendes eutektisches  
Gefüge bei einem Zinkanteil von 8,8 Gew.-% ausbilden. Das eutekti-  
sche Gefüge mit dem niedrigen Schmelzpunkt von ca. 200°C ist als  
nachteilig bezüglich der Warmfestigkeit und der Korrosionsbeständi-  
keit angesehen worden. Der Erfindung liegt demgegenüber die Er-  
30 kenntnis zugrunde, dass eine Gleitlagerlegierung mit einer hohen  
Härte und Ermüdungsfestigkeit und mit einer geeigneten Elastizität  
bzw. Plastizität bis zu einer Betriebstemperatur von 198°C dadurch

hergestellt werden kann, dass das Hauptstrukturelement ein Zinn-Zink-Eutektikum ist. Während die Fachwelt bisher alles unternommen hat, um die Ausbildung eines eutektischen Gefüges zu verhindern, sieht die vorliegende Erfindung vor, eutektisches Gefüge als haupt-  
5 sächliches Strukturelement zu verwenden. Das eutektische Gefüge von Zinn und Zink erlaubt aufgrund verschiedener Härtungsmecha-  
nismen die Ausbildung ausreichend harter und widerstandsfähiger Gefüge. Bei einer Konzentration von 8,8 Gew.-% Zink im Zinn bildet  
10 sich das Eutektikum- $e(\beta\text{Sn}+\alpha\text{Zn})$ . Das Eutektikum besteht somit aus den beiden Phasen  $\beta\text{Sn}$ -Mischkristall und  $\alpha\text{Zn}$ -Mischkristall. In Misch-  
kristallen gelöste Legierungsatome bewirken die sogenannte Misch-  
kristallhärtung. Auch in der Matrix  $\beta\text{Sn}$  feindispers eingelagerte Teil-  
chen  $\alpha\text{Zn}$  stellen für die wandernden Versetzungen Hindernisse dar  
15 und bewirken eine Teilchenhärtung. Sie bewirken darüber hinaus ei-  
ne indirekte Verfestigung, weil sie eine verstärkte Versetzungsbildung bei plastischer Verformung bewirken.

Die Legierung mit der eutektischen Zusammensetzung von 8,8 Gew.-% Zink in Zinn hat den niedrigsten Schmelzpunkt aller mög-  
20 lichen Legierungen im Sn-Zn-System. Im eutektischen Punkt fällt die Liquidustemperatur mit der Solidustemperatur zusammen. Eine reine eutektische Legierung hat demnach einen Schmelzpunkt und keinen Schmelz- bzw. Erstarrungsintervall. Hieraus resultiert eine Verringe-  
rung der Neigung zur Rissbildung, Porosität und zu Seigerungen, so-  
25 dass bedeutende Verbesserungen der technologischen und mechanischen Eigenschaften der Legierung bewirkt werden.

Es ist bekannt, dass eutektische Legierungen eine besondere Nei-  
gung zur starken Unterkühlung aufweisen. Im unterkühlten Zustand  
30 bildet sich eine ikosaedrische Nahordnung heraus und es bilden sich Cluster mit einer hohen Packungsdichte. Die ikosaedrische Nahord-  
nung einerseits und der feste Körper andererseits haben deutlich

verschiedene Packungen. Die Erhöhung der Packungsdichte bei starker Unterkühlung hemmt die Diffusion der Atome für die Kristallisation und für andere Phasenumwandlungen. Im Fall einer großen Unterkühlung weist die Schmelze einen großen Überschuss an freier 5 Energie auf, den das System für vielfältige Erstarrungswege weit außerhalb des Gleichgewichts in manigfachen metastabilen Phasen nutzen kann. Somit können metastabile Festkörper entstehen, die aus übersättigten Mischphasen, korngefeinten Legierungen, ungeordneten Übergitterstrukturen und/oder metastabilen kristallographischen Phasen bestehen können. Bei Zinkanteilen in der Legierung 10 des Systems Sn-Zn von mehr als 8,8 Gew.-% bildet sich eine Struktur mit der primären  $\alpha$ Zn-Phase. Die primäre  $\alpha$ Zn-Phase erhöht die Härte und Festigkeit und die Verschleißfestigkeit der Legierung hat jedoch die Tendenz, die Plastizität zu verringern. Hieraus ergibt sich, dass 15 erfindungsgemäß in einem im Wesentlichen reinen Sn-Zn-System der Anteil an Zn nicht zu hoch werden darf und daher bei 14 % begrenzt ist um die für eine gießbare Gleitlagerlegierung benötigte Elastizität bzw. Plastizität zu erhalten.

20 Die Festigung der erfindungsgemäßen Zink enthaltenden Legierung erfolgt nicht nur mit der Mischkristallhärtung sondern auch mit der zusätzlichen Matrixhärtung ( $\beta$ Sn) durch feindispers eingelagerte Teilchen ( $\alpha$ Zn), mit der primären  $\alpha$ Zn-Phase und mit metastabilen Festkörpern. Es bildet sich eine korngefeinte Matrix mit Teilchen ( $\alpha$ Zn) im 25 Eutektikum- $e(\beta$ Sn+ $\alpha$ Zn) und mit primär Teilchen ( $\alpha$ Zn).

Das Zink bildet keine intermetallische Phase mit dem Zinn. Das Zink ist in der Matrix in Form von kompakten Einschlüssen (Teilchen) vorhanden. Das Zink ändert somit die Wechselwirkung des Zinns mit 30 anderen Elementen nicht. Es ist daher ohne weiteres möglich, die üblichen weiteren Hauptlegierungselemente Kupfer und Antimon in den üblichen Anteilen von 2 bis 25 Gew.-% Antimon und 3 bis 20 Gew.-% Kupfer hinzuzufügen.

- Ein Vergleich der Mikrostruktur der erfindungsgemäßen Legierung mit herkömmlichen Gleitlagerlegierungen, wie beispielsweise TEGOSTAR der Evonik Goldschmidt GmbH, wie sie beispielsweise von Ecka Granules Germany GmbH vertrieben wird, zeigt, dass die 5 erfindungsgemäße Gleitlagerlegierung Phasen mit einer rundlichen Form und einer korngefeinten Matrix aufweisen, dass also die bei der TEGOSTAR-Legierung auftretenden Lamellen und eckigen Phasen in rundliche Formen geändert sind.
- 10 In einem zweiten Aspekt der Erfindung lässt sich eine gießfähige Gleitlagerlegierung auch mit höheren Zinkgehalten bis zu 30 Gew.-% mit den gleichen vorteilhaften Eigenschaften und mit einem eutektischen Gefüge als Hauptstrukturelement herstellen, insbesondere wenn Mittel zur Kornfeinung und zur stabilen Clusterbildung hinzuge- 15 geben werden.
- Die Zusatzlegierungselemente der oben erwähnten Gruppen I und II führen zur Ausbildung von besonders dichten und stabilen Clustern. Dabei bilden Zink, Kobalt, Nickel, Mangan und Germanium Cluster 20 mit der Koordinationszahl 10, während Scandium, Magnesium, Titan, Zirkon und Aluminium Cluster mit der Koordinationszahl 12 bilden. Diese Zusatzlegierungselemente bewirken eine starke Unterkühlung bei der Kristallisation und führen zu einer verstärkten Änderung der Phase aus Lamellen und eckigen Formen in rundliche Formen. Ferner bildet sich eine korngefeinte Zinnmatrix. Die Zusatzlegierungselemente dieser Gruppen führen daher zu einer bedeutenden Steigerung der Festigkeit, Zähigkeit und Ermüdungsfestigkeit der Zinnbasis- 25 Gleitlagerlegierungen.
- 30 Die Elemente der dritten Gruppe, nämlich Wismut, Indium, Cadmium und Blei haben eine große Lösbarkeit in der Zinnmatrix und bilden Mischkristalle. Dadurch wird die Mischkristallhärtung bewirkt. Bei der

niedrigen Abkühlungsgeschwindigkeit bildet sich das Eutektikum aus. Die Einzelanteile der Legierungselemente dürfen 5 Gew.-% nicht übersteigen. Der Summenanteil muss mit 8 Gew.-% begrenzt werden.

- 5 Die Zusatzlegierungselemente der Gruppe IV, nämlich Lithium, Silber, Cer, Yttrium, Samarium, Gold, Tellur und Calcium bilden mit Zinn das Eutektikum- $e(\beta\text{Sn}+\text{Sn}_x\text{M}_1\text{y})$ , wobei M1 eins der Elemente aus dieser Gruppe ist. Das Eutektikum besteht somit aus zwei Phasen, nämlich  $\beta\text{Sn}$ -Mischkristall und der inter-metallischen Phase  $\text{Sn}_x\text{M}_1\text{y}$ .
- 10 In den Mischkristallen gelöste Legierungsatome bewirken die sogenannte Mischkristallhärtung. In der Matrix ( $\beta\text{Sn}$ ) feindispers eingelagerte Teilchen  $\text{Sn}_x\text{M}_1\text{y}$  stellen für die wandernden Versetzungen Hindernisse dar und bewirken eine Teilchenhärtung. Da die Erhöhung des Inhalts des Eutektikums zur Senkung der Plastizität beitragen
- 15 kann, sollen die Einzelanteile dieser Legierungselemente 2,5 Gew.-% nicht übersteigen. Der Summenanteil muss mit 4 Gew.-% nach oben begrenzt sein.

- Die Elemente der Gruppe V, nämlich Arsen, Niob, Vanadium, Chrom, Wolfram, Eisen, Lanthan und Erbium bilden mit Zinn eine peritektische Reaktion oder führen zur Bildung von zusätzlichen Kristallkeimen aus einer  $\text{Sn}_x\text{M}_2\text{y}$ -Phase oder einer M2-Phase, wobei M2 eins der genannten Metalle ist. Die zusätzlichen Kristallisationskeime führen zur Feinung der Matrix ( $\beta\text{Sn}$ ), aber auch der Kupfer-Zinn- und Zinn-Antimon-Phase und der primären Zink-Phase. Da auch hier die Erhöhung der  $\text{Sn}_x\text{M}_2\text{y}$ -Phase oder der M2-Phase zur Senkung der Plastizität führen kann, sollen die Einzelanteile dieser Legierungselemente 1,0 Gew.-% nicht übersteigen. Der Summenanteil muss nach oben mit 2,25 Gew.-% begrenzt werden.

30

Durch die Elemente P oder B der Gruppe VI werden hauptsächlich zusätzliche Kristallisationskeime und zusätzliche metastabile Phasen

gebildet. Die zusätzlichen Kristallisationskeime können die Sn<sub>4</sub>P<sub>3</sub>-Phase oder die B-Phase sein. Da die Erhöhung der genannten Phasen zur Senkung der Plastizität beitragen kann, werden die Einzelanteile dieser Legierungselemente nach oben mit 0,1 Gew.-% begrenzt.

5 Der Summenanteil darf 0,2 Gew.-% nicht übersteigen.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Gleitlager mit einer Gleitlagerbeschichtung aus einer erfindungsgemäßen Gleitlagerlegierung.

10 Die obigen Erläuterungen werden im Folgenden anhand von beigefügten Abbildungen näher erläutert.

15 Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Gefüges der Legierung SnSb<sub>10</sub>Cu<sub>4</sub>Zn<sub>7</sub>. Es bilden sich eutektische Gefüge-e(βSn+aZn) mit eingelagerten Gefügeteilchen SbSn, βSn, Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> und aZn.

20 Figur 2 zeigt eine ähnliche schematische Darstellung für die Legierung SnSb<sub>12</sub>Cu<sub>5</sub>Zn<sub>14</sub> mit den Gefügen aZn+SbSn+Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>+e(βSn+aZn) mit den Phasen βSn, Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>, SbSn, aZn.

Figur 3 zeigt Schliffbilder in unterschiedlichen Vergrößerungen des Gefüges TEGOSTAR als Kokillenguss und geätzt mit H<sub>2</sub>O+3% HNO<sub>3</sub>.

25

Figur 4 zeigt im Vergleich das Gefüge SnSb<sub>10</sub>Zn<sub>7</sub>Cu<sub>4</sub>CoNi als Kokillenguss geätzt mit H<sub>2</sub>O+3% HNO<sub>3</sub>.

30 Der Vergleich zeigt deutlich, dass das erfindungsgemäße Gefüge feinkörniger ist und dass die Phasen von Lamellen und eckigen Formen in gerundete Formen geändert sind.

Figur 5 verdeutlicht schematisch die Gefügestruktur einer Gleitlagerlegierung nach den zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung. Es handelt sich um eine Legierung SnSb10Cu4Zn7M1. Es wird verdeutlicht, dass sich eutektische Gefüge- $e(\beta\text{Sn}+\beta\text{Sn}_x\text{M1}_y)$  ausbilden und dass Phasen  $\beta\text{Sn}$ ,  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ ,  $\text{SbSn}$ ,  $\beta\text{Sn}_x\text{M1}_y$  oder  $\text{M1}$  entstehen.

Figur 6 zeigt eine entsprechende aus Clustern gebildete Gefügestruktur bei einer Legierung SnSb10Cu4Zn7M2 der oben beschriebenen Art. Dargestellt ist das Schema der Gefüge  $\text{M}_2\text{xSn}_y+\beta\text{Sn}+\text{SbSn}+\text{Cu}_6\text{Sn}_5+e(\beta\text{Sn}+\alpha\text{Zn})$ . Als Phasen sind  $\alpha\text{Zn}$ ,  $\beta\text{Sn}$ ,  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ ,  $\text{SbSn}$ ,  $\text{M}_2\text{xSn}_y$  oder  $\text{M2}$  verdeutlicht.

Im Folgenden werden einige Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Gleitlagerlegierungen beschrieben.

15

Beispiel 1:

Eine Gleitlagerlegierung wird in üblicher Weise aus 7,2 Gew.-% Zn, 10,1 Gew.-% Sb, 4,0 Gew.-% Cu, 0,6 Gew.-% Ni, 0,6 Gew.-% Co, 0,05 Gew.-% Zr und 0,1 Gew.-% Cr, 0,05 Gew.-% Fe, Rest Zinn, hergestellt. Die Gleitlagerlegierung zeigt gute technologische Eigenschaften bezüglich der Ermüdungsfestigkeit und eine Gusshärte von 35 HB, 2,5/31,5/30 sowie eine relative Zähigkeit von 309.

25 Beispiel 2:

In üblicher Weise wird eine Gleitlagerlegierung aus 3,4 Gew.-% Zn, 9,1 Gew.-% Sb, 4,5 Gew.-% Cu, 1 Gew.-% Ni, 1,0 Gew.-% Co, 0,05 Gew.-% In, 0,1 Gew.-% V, 0,1 Gew.-% Cr, 0,04 Gew.-% Pb, Rest Zinn, hergestellt. Die Gleitlagerlegierung zeigte gute technologische Eigenschaften und eine Gusshärte von 32,0 HB, 2,5/31,5/30 und eine relative Zähigkeit von 502.

## Beispiel 3:

In üblicher Weise wird eine Gleitlagerlegierung aus 20,8 Gew.-% Zn, 15,1 Gew.-% Sb, 5,2 Gew.-% Cu, 0,5 Gew.-% Ni, 1,0 Gew.-% Mn, 5 und 0,15 Gew.-% Fe, Rest Zinn, hergestellt. Die Gleitlagerlegierung zeigte gute technologische Eigenschaften und eine Gusshärte von 42,0 HB 25/31,5/30 sowie eine relative Zähigkeit von 10.

## Beispiel 4:

10

In üblicher Weise wird eine Gleitlagerlegierung aus 22,3 Gew.-% Zn, 5,1 Gew.-% Cu 0,5 Gew.-% Ni, 1,2 Gew.-% Mn, Rest Zinn, hergestellt. Die Gleitlagerlegierung zeigte gute technologische Eigenschaften und eine Gusshärte von 30,0 HB 2,5/31,5/30 sowie eine relative 15 Zähigkeit von 8. Diese Gleitlagerlegierung ist wegen des Fehlens von Antimon völlig frei von umweltbelastenden Legierungselementen. Dennoch werden erfindungsgemäß für ein Gleitlager brauchbare technische Eigenschaften erzielt.

20 Beispiel 5:

In üblicher Weise wird eine Gleitlagerlegierung aus 28,2 Gew.-% Zn, 9,03 Gew.-% Sb, 4,0 Gew.-% Cu, 0,25 Gew.-% Cr, 0,3 Gew.-% Ni, 0,3 Gew.-% Co, 0,03 Gew.-% Al, Rest Zinn, hergestellt. Die Gleitlagerlegierung zeigte gute technologische Eigenschaften und eine 25 Gusshärte von 45,0 HB 2,5/31,5/30 sowie eine relative Zähigkeit von 5.

Die gegenüber den übrigen Beispielen verschlechterten technologischen Eigenschaften verdeutlichen, dass eine Erhöhung über die 30 Grenze von 30 Gew.-% Zn nicht mehr sinnvoll ist.

**Beispiel 6 (Vergleichsbeispiel):**

- Die erfindungsgemäße Gleitlagerlegierung gemäß Beispiel 1 ist in einem Radialgleitlager-Ermüdungsversuch geprüft worden. Der Versuch ist mit einer Belastungsamplitude von  $P_{\text{quer}} = 39 \text{ MPa}$  und bei ca.  $95^{\circ}\text{C}$  durchgeführt worden. Dabei hat das erfindungsgemäße Gleitlager 122,8 Mio. Lastwechsel schadenfrei, d.h. ohne Gefügerisse überstanden.
- 10 Im Vergleich mit der Gleitlagerlegierung TEGOSTAR hat sich bei dem gleichen Ermüdungsversuch eine Beschädigung in Form von Gefügerissen eingestellt.

**Beispiel 7 (Vergleichsbeispiel):**

- 15 Eine Gleitlagerlegierung gemäß SU 1560596 A1 mit 18 Gew.-% Zn, 11 Gew.-% Sb und 7,5 Gew.-% Cu wurde mit den gleichen Messmethoden untersucht. Die Gusshärte betrug 42 HB 2,5/31,5/30 und die relative Zähigkeit 4. Ein Schliffbild des erhaltenen Gefüges ist in Figuren 7 dargestellt.

**Beispiel 8:**

- Zum Vergleich mit dem Beispiel 7 wurde eine erfindungsgemäße Legierung mit 18 Gew.-% Zn, 11 Gew.-% Sb, 7,5 Gew.-% Cu durch Zusatz von 0,5 Gew.-% Ni, 0,3 Gew.-% Mn und 0,05 Gew.-% Al, Rest Zinn, hergestellt und untersucht.

- 30 Es ergab sich eine Gusshärte von 46 HB, 2,5/31,5/30 und eine relative Zähigkeit von 12.

Das in Figur 8 dargestellte Schliffbild des Gefüges gemäß diesem Beispiel zeigt im Vergleich zu Figur 7 eine deutliche Feinung und Rundung der Ausscheidungen, wodurch sich die verbesserten technologischen Eigenschaften ergeben.

5

Die Angaben zur relativen Zähigkeit ergeben sich aus einem Kerbschlagbiegeversuch. Dabei wird eine zylindrische Probe mit einem Durchmesser von 32 mm im Abstand von 20 mm von der unteren Stirnseite mit einer Kerbe von 2 mm versehen, die sich 12 mm tief in radialer Richtung in den Körper erstreckt. Die Probe wird unmittelbar unterhalb der Kerbe eingespannt und dann von der Seite, von der aus die Kerbe eingebracht worden ist, mit definierten Schlägen senkrecht zur Längsachse der Proben beaufschlagt. Hierbei wird ein an einem Drehgelenk aufgehängtes Gewicht um 90° ausgelenkt. Das Fallenlassen erfolgt so, dass das Gewicht seitlich auf das obere Ende der Probe trifft. Die Anzahl der Schläge bis zum Bruch der Probe wird festgestellt und als Maß für die relative Zähigkeit angegeben.

Es handelt sich somit um eine nur für die Ermittlung relativer Werte geeignete Messmethode.

25

30

**Ansprüche:**

- 5 1. Gleitlagerlegierung auf Zinnbasis, geeignet zur Herstellung einer Gleitlagerbeschichtung im Gießverfahren, mit wenigstens einem Hauptlegierungselement und einem Zinnanteil von 25 bis 98 Gew.-%, gekennzeichnet durch die Hauptlegierungselemente  
10 0 bis 25 Gew.-% Antimon  
0 bis 20 Gew.-% Kupfer und  
2 bis 14 Gew.-% Zink.
- 15 2. Gleitlagerlegierung auf Zinnbasis, geeignet zur Herstellung einer Gleitlagerbeschichtung im Gießverfahren, mit wenigstens einem Hauptlegierungselement und einem Zinnanteil von 25 bis 98 Gew.-%, gekennzeichnet durch die Hauptlegierungselemente  
0 bis 25 Gew.-% Antimon  
0 bis 20 Gew.-% Kupfer und  
2 bis 30 Gew.-% Zink  
20 und wenigstens ein Zusatzlegierungselement, ausgewählt aus einer oder mehrerer der nachstehenden Gruppen

**Gruppe I:**

25 Kobalt, Mangan, Scandium, Germanium und Aluminium mit einem Gesamtanteil von 0,001 bis 2,6 Gew.-%,

**Gruppe II:**

Magnesium, Nickel, Zirkon, Titan mit einem Gesamtanteil von 0,005 bis 1,7 Gew.-%,

30

**Gruppe III:**

Wismut, Indium, Cadmium und Blei mit Anteilen von jeweils maximal 5 Gew.-% und einem Gesamtanteil von maximal 8 Gew.-%,

#### Gruppe IV:

Lithium, Silber, Cer, Yttrium, Samarium, Gold, Tellur und Kalzium, mit einem Anteil von jeweils bis zu 2,5 Gew.-% und einem Gesamtanteil von bis zu 4 Gew.-%,

5

## Gruppe V:

Arsen, Niob, Vanadium, Chrom, Wolfram, Eisen, Lanthan und Erbium, mit einem Anteil von jeweils höchstens 1,0 Gew.-% und einem Gesamtanteil von höchstens 2,25 Gew.-%,

10

## Gruppe VI:

Phosphor und Bor, jeweils mit einem Anteil von maximal 0,1 Gew.-% und einem Gesamtanteil von maximal 0,2 Gew.-%.

15 3. Gleitlagerlegierung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Legierung als hauptsächliches Strukturelement das Sn-Zn-Eutektikum aufweist.

20 4. Gleitlagerlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Gefüge eine maximale Korngröße von bis zu 50 µm aufweist.

5. Gleitlagerlegierung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Gefüge eine maximale Korngröße von 30 µm aufweist.

25

6. Gleitlagerlegierung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Gefüge eine maximale Korngröße von 10 µm aufweist.

7. Gleitlagerlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem  
30 der Anteil an Antimon zwischen 6 und 25 Gew.-% liegt.

8. Gleitlagerlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder Anspruch 7, bei dem der Anteil an Kupfer zwischen 3 und 20 Gew.-% liegt.
- 5 9. Gleitlagerlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder Anspruch 8, bei der kein Antimon als Hauptlegierungselement enthalten ist.
- 10 10. Gleitlagerlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch Zink als einziges Hauptlegierungselement.
11. Gleitlager mit einer Tragkonstruktion und einer darauf aufgebrachten Gleitlagerbeschichtung aus einer Gleitlagerlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 10.

15

20

25

30

1 / 4

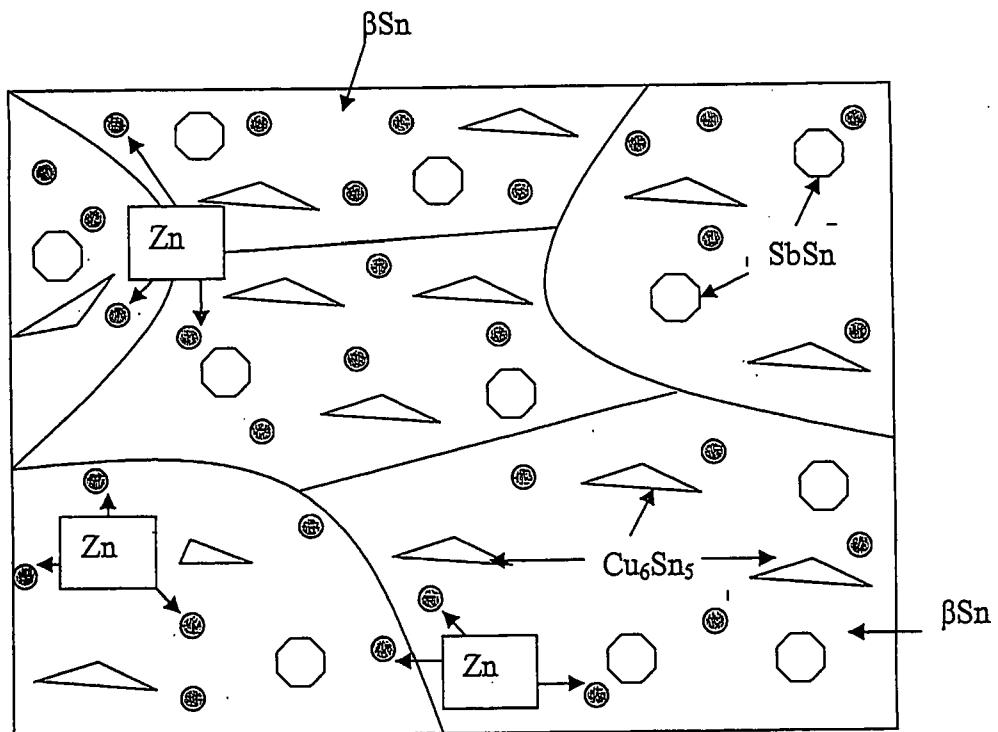


Fig. 1

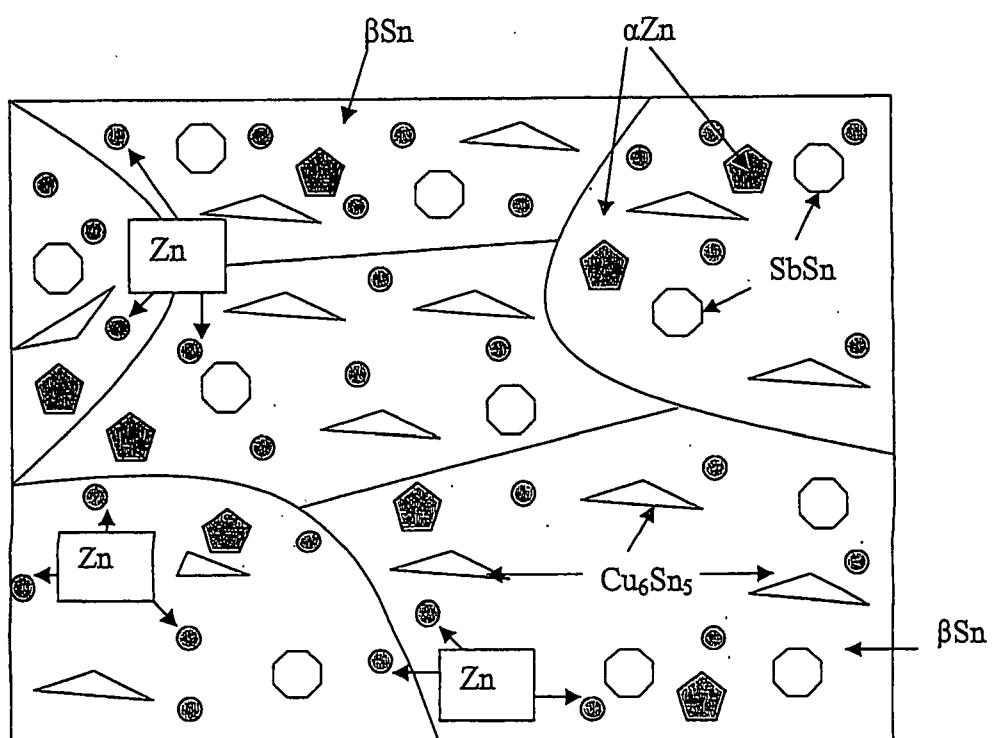


Fig. 2

2 / 4

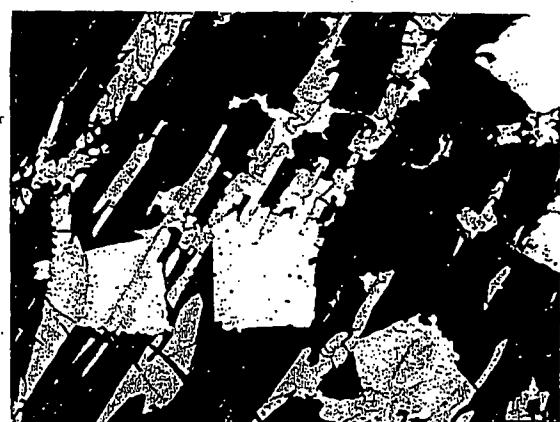
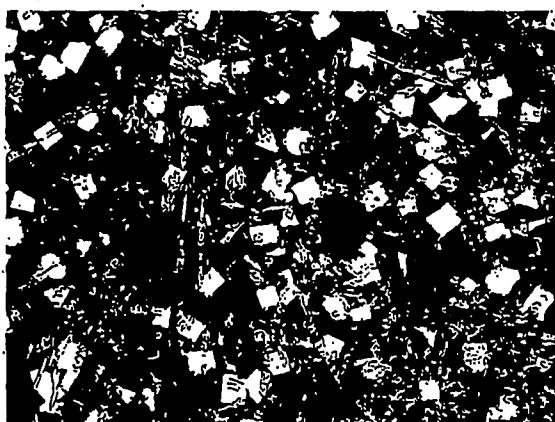


Fig. 3

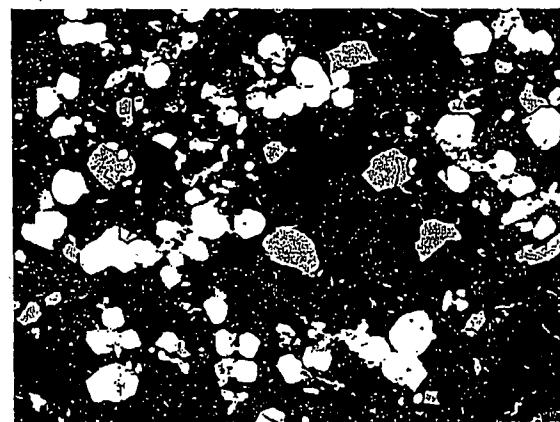
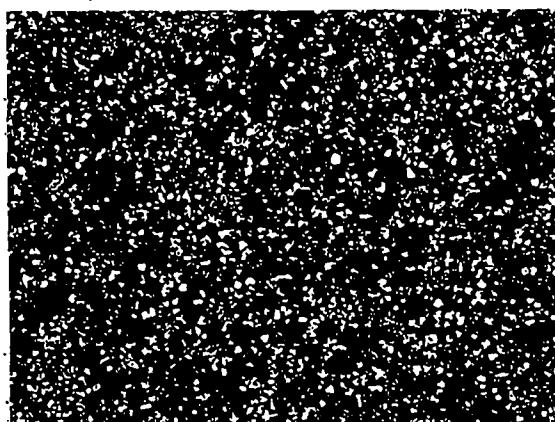


Fig. 4

3 / 4

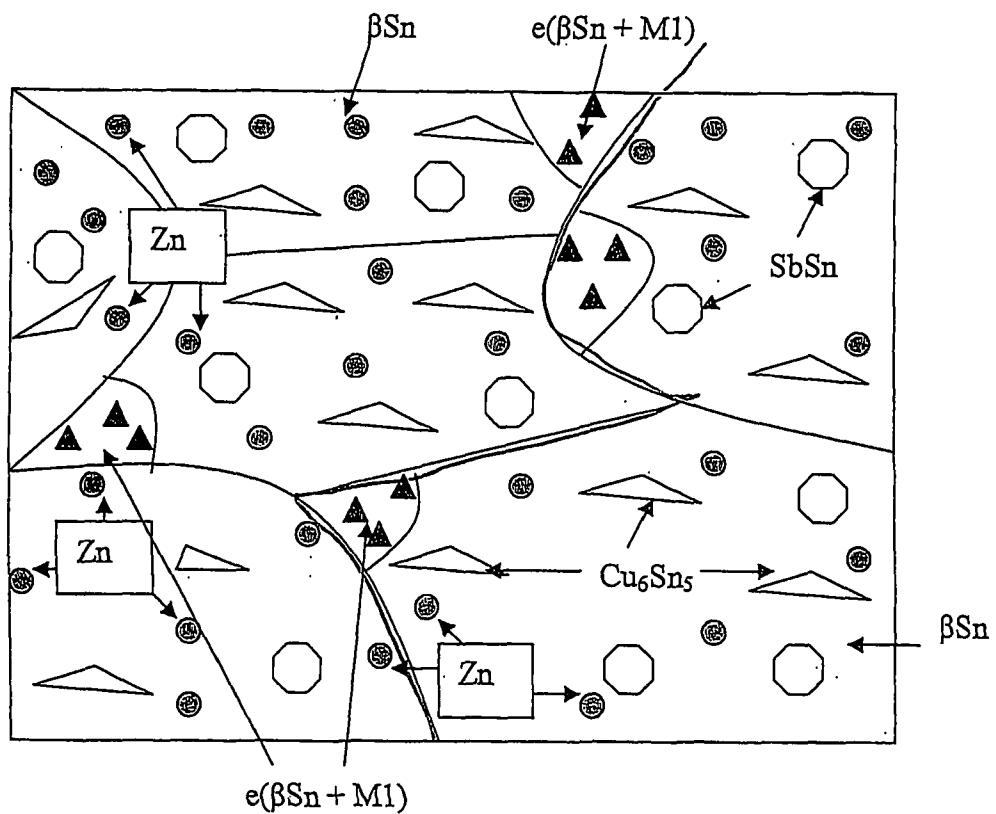


Fig. 5

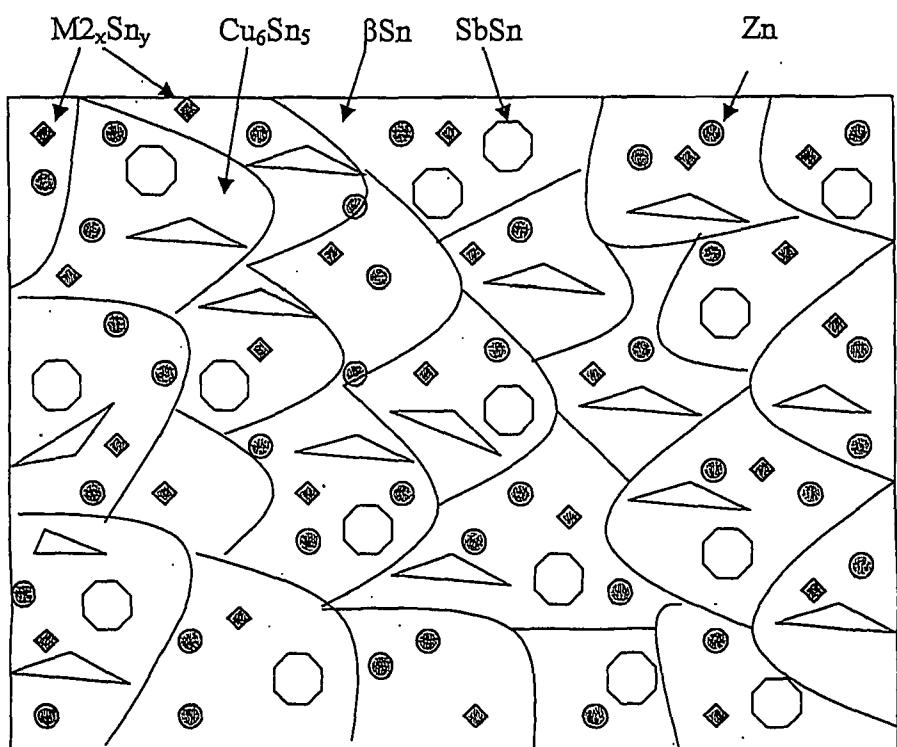


Fig. 6

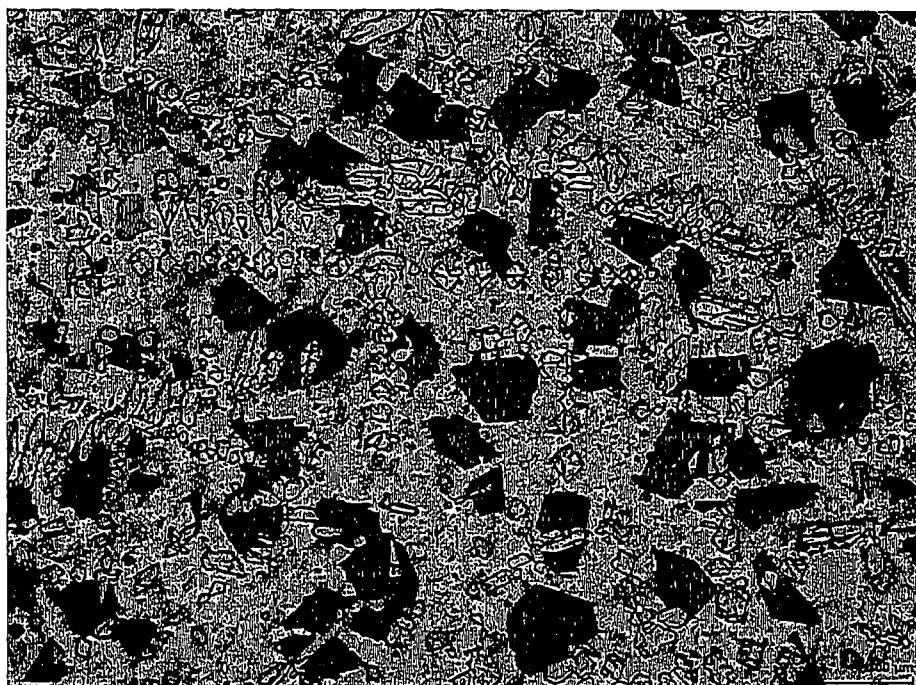


Fig. 7

Legierung SnZn18Sb11Cu7,5;

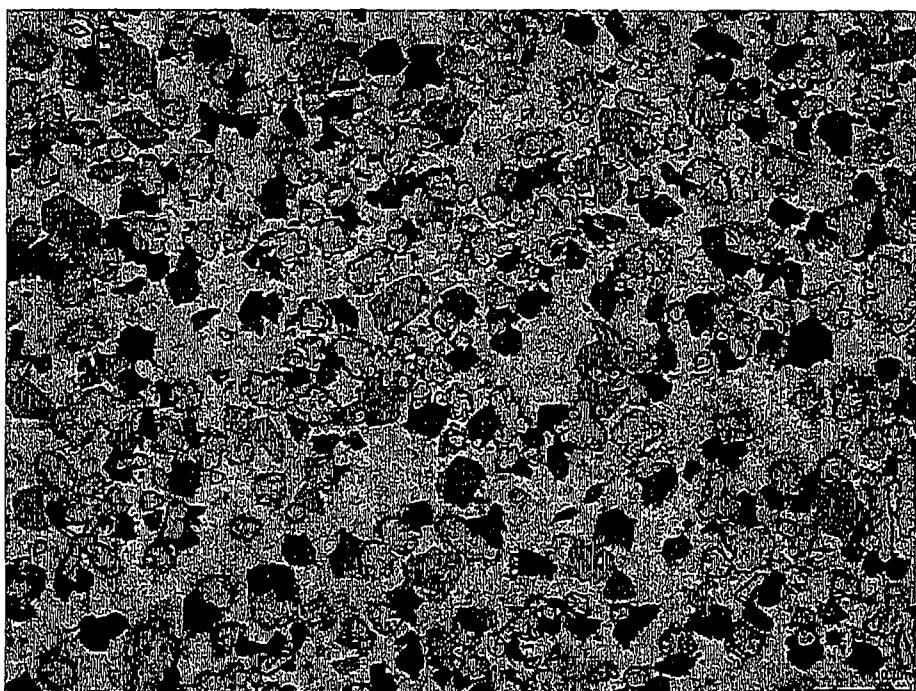


Fig. 8

Legierung SnZn18Sb11Cu7,5Ni0,5Mn0,3Al0,05;

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2014/000187

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. C22C13/02 F16C33/12  
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)  
C22C 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 practicable, 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	WO 2012/028136 A2 (ZOLLERN BHW GLEITLAGER GMBH & CO KG [DE]; NESIC DRAGOMIR [DE]; BEISS P) 8 March 2012 (2012-03-08) claims 1-10 -----	1,2,11
A	US 1 355 202 A (WILLOUGHBY) 12 October 1920 (1920-10-12) the whole document -----	3-10
X	US 3 925 110 A (PREMATTIA ROBERT JOSEPH ET AL) 9 December 1975 (1975-12-09) column 3, line 60 - column 4, line 6; claims 1-5 -----	1,3-6, 9-11 2,7,8
A	EP 2 037 140 A2 (ZOLLERN BHW GLEITLAGER GMBH & [DE] ZOLLERN BHW GLEITLAGER GMBH & CO KG) 18 March 2009 (2009-03-18) abstract -----	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
9 September 2014	17/09/2014
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  Liu, Yonghe

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2014/000187

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2012028136	A2	08-03-2012	DE 102010036130 B3 WO 2012028136 A2	19-01-2012 08-03-2012
US 1355202	A	12-10-1920	NONE	
US 3925110	A	09-12-1975	NONE	
EP 2037140	A2	18-03-2009	AT 510140 T CN 101413542 A DE 102007043941 B3 DE 202007018616 U1 DK 2037140 T3 EP 2037140 A2 HK 1128951 A1 JP 5198991 B2 JP 2009109007 A KR 20090028481 A	15-06-2011 22-04-2009 22-01-2009 24-12-2008 29-08-2011 18-03-2009 13-09-2013 15-05-2013 21-05-2009 18-03-2009

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/000187

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. C22C13/02 F16C33/12  
ADD.

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
C22C 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, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2012/028136 A2 (ZOLLERN BHW GLEITLAGER GMBH & CO KG [DE]; NESIC DRAGOMIR [DE]; BEISS P) 8. März 2012 (2012-03-08) Ansprüche 1-10	1,2,11
A	-----	3-10
X	US 1 355 202 A (WILLOUGHBY) 12. Oktober 1920 (1920-10-12)	1-3,7,8,
A	das ganze Dokument	11 9,10
X	-----	
A	US 3 925 110 A (PREMATTÀ ROBERT JOSEPH ET AL) 9. Dezember 1975 (1975-12-09) Spalte 3, Zeile 60 - Spalte 4, Zeile 6; Ansprüche 1-5	1,3-6, 9-11 2,7,8
A	-----	
	EP 2 037 140 A2 (ZOLLERN BHW GLEITLAGER GMBH & [DE] ZOLLERN BHW GLEITLAGER GMBH & CO KG) 18. März 2009 (2009-03-18) Zusammenfassung	1-11
	-----	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

9. September 2014

17/09/2014

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

Liu, Yonghe

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/000187

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2012028136 A2	08-03-2012	DE 102010036130 B3 WO 2012028136 A2	19-01-2012 08-03-2012
US 1355202 A	12-10-1920	KEINE	
US 3925110 A	09-12-1975	KEINE	
EP 2037140 A2	18-03-2009	AT 510140 T CN 101413542 A DE 102007043941 B3 DE 202007018616 U1 DK 2037140 T3 EP 2037140 A2 HK 1128951 A1 JP 5198991 B2 JP 2009109007 A KR 20090028481 A	15-06-2011 22-04-2009 22-01-2009 24-12-2008 29-08-2011 18-03-2009 13-09-2013 15-05-2013 21-05-2009 18-03-2009