



(11) **EP 1 980 633 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.09.2011 Patentblatt 2011/36**

(51) Int Cl.:  
**C22C 9/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07105508.1**

(22) Anmeldetag: **02.04.2007**

(54) **Verwendung einer Bronzelegierung für ein Schnecken Zahnrad**

Use of a bronze alloy for a worm gear

Usage d'un alliage de cuivre pour un vis sans fin

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**15.10.2008 Patentblatt 2008/42**

(73) Patentinhaber: **Ed. Fitscher GmbH & Co. KG**  
**46045 Oberhausen (DE)**

(72) Erfinder: **Fitscher, Dieter**  
**46045 Oberhausen (DE)**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Partnerschaftsgesellschaft**  
**Bleichstraße 14**  
**40211 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 926 251 EP-A- 1 239 153**  
**EP-A- 1 749 897**

- **RIETPIETSCH ET AL: "Manufacture of copper alloy castings by centrifugal casting" SLEVARENSTVI: CASOPIS PRO SLEVARENSKY PRUMYSL, SVAZ SLEVAREN,, CZ, Bd. 42, Nr. 1, 1994, Seiten 25-28, XP009094974 ISSN: 0037-6825**
- **KRAUSE H ET AL: "The wear behavior of copper alloy/steel and polyamide/steel sliding pairs for heavily loaded cardan joints" INTERNATIONAL CONFERENCE ON WEAR OF MATERIALS, XX, XX, 11. April 1983 (1983-04-11), Seiten 625-635, XP009094933**
- **BRUNHUBER ET AL: "Proposed norms for German standards DIN 1705, 1709, 1714, and 1716 (copper casting alloys) and DIN 1729 (magnesium casting alloys)" GIESSEREIPRAXIS, FACHVERLAG SCHIELE UND SCHON GMBH, BERLIN, DE, Bd. 23, 1971, Seiten 418-420, XP002148996 ISSN: 0016-9781**
- **MUECKLICH S ET AL: "Brazed and soldered joints on two-part worm gears made of steel and bronze Loetverbindungen an zweiteilig ausgeführten Stahl-Bronze-Schneckenraedern" CONFERENCE HART- UND HOCHTEMPERATURLOTEN UND DIFFUSIONSSCHWEISSEN. INTERNATIONALEN KOLLOQUIUMS = BRAZING, HIGH TEMPERATURE BRAZING AND DIFFUSION WELDING. INTERNATIONAL CONFERENCE, XX, XX, Nr. 7th, 15. Juni 2004 (2004-06-15), Seiten 12-16, XP009094931**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 1 980 633 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft die Verwendung einer Kupferlegierung auf Kupfer-Zinn-Basis zur Herstellung von Schneckenrädern von Schneckenradgetrieben durch Stranggießen und anschließender mechanischer Bearbeitung. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs oder Bauteils aus einer Kupferlegierung auf Kupfer-Zinn-Basis, wobei die Kupferlegierung stranggegossen wird, anschließend der Strang gesägt und aus den Strangstücken durch spanabhebende Verfahren ein Halbzeug oder ein fertiges Bauteil hergestellt wird.

**[0002]** Generell besteht der Trend, dass Bauteile eines mechanischen Antriebs, beispielsweise Getriebeteile, immer höheren Belastungen ausgesetzt werden. Dies gilt beispielsweise auch für Schneckengetriebe, welche in der Antriebstechnik eine zunehmend wichtigere Rolle einnehmen. Bei den Schneckengetrieben wird häufig das Schneckenrad aus einer Kupferlegierung auf Kupfer-Zinn-Basis, also einer Bronzelegierung, hergestellt, um gute Gleiteigenschaften des Schneckenrads zu erzielen und damit ein geräuscharmes Schneckengetriebe zur Verfügung zu stellen. Geräuscharmheit resultiert aus einem hohen Anteil an Gleitwälbewegungen, wobei große Gleitgeschwindigkeiten mit relativ hohen Flankenpressungen einlauffähige Werkstoffpaarungen voraussetzen. Dies wird beispielsweise durch eine Hart-Weich-Kombination an Werkstoffen erreicht. Da üblicherweise die Schnecke aus einsatzgehärtetem Stahl und das Schneckenrad aus einer Kupferlegierung auf Kupfer-Zinn-Basis besteht, begrenzt das aus der Bronze gefertigte Schneckenrad aufgrund dessen Abnutzung die Getriebelebensdauer. Zwar kann prinzipiell die Getriebelebensdauer durch den Einsatz von Stahl oder Grauguss als Schneckenradwerkstoff erhöht werden. Allerdings geht dies häufig einher mit verschlechterten Einlaufleistungen und höherem Geräuschpegel.

**[0003]** Aus der europäischen Patentanmeldung EP 749 897 A1 sind Kupfer-zinn-Legierungen zur Herstellung von wasserführenden Gussteilen bekannt, welche eine geringe Migrationsneigung der Legierungsbestandteile in das zu führende Wasser zeigen.

**[0004]** Aus der EP 0 926 251 A1 sind ferner Kupfer-Zinn-Titan-Legierungen bekannt, die für die Herstellung von Schneckenrädern von Schneckenradgetrieben verwendet werden.

**[0005]** Hiervon ausgehend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Verwendung einer Kupferlegierung auf Kupfer-Zinn-Basis vorzuschlagen, welche die Herstellung von Bauteilen, beispielsweise Schneckenrädern, mit einer höheren Lebensdauer bei gleichzeitiger Geräuscharmheit des Getriebes ermöglicht. Darüber hinaus liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zur Herstellung von Halbzeugen oder fertigen Bauteilen aus einer entsprechenden Kupferlegierung anzugeben.

**[0006]** Die oben hergeleitete Aufgabe wird gemäß ei-

ner ersten Lehre der vorliegenden Erfindung durch für eine Verwendung einer Kupferlegierung auf Kupfer-Zinn-Basis zur Herstellung von Schneckenrädern von Schneckenradgetrieben dadurch gelöst, dass die Kupferlegierung die folgenden Legierungsbestandteile in Gew.-% aufweist:

$$11,0 \% \leq \text{Sn} \leq 13,0 \%,$$

$$1,50 \% \leq \text{Ni} \leq 2,50 \%,$$

$$\text{Pb} \leq 0,30 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{P} \leq 0,40 \%,$$

$$0,04 \% \leq \text{Zr} \leq 0,25 \%,$$

$$84,5 \% \leq \text{Cu} \leq 87,5 \%,$$

maximal in Summe 0,5 % der folgenden Legierungsbestandteile, wobei die Legierungsbestandteile einzeln die folgenden Gehalte aufweisen:

$$\text{Sb} \leq 0,10 \%,$$

$$\text{S} \leq 0,05 \%,$$

$$\text{Zn} \leq 0,40 \%$$

und unvermeidbare Verunreinigungen.

**[0007]** Der Sn-Gehalt der erfindungsgemäßen Kupferlegierung führt zu fein verteilten, sehr harten und Sn-reichen Gefügebestandteilen, welche wesentlich zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit beitragen. Zusätzlich ermöglicht der Sn-Gehalt, dass über eine Wärmebehandlung eine Verbesserung der Zähigkeitseigenschaften der erfindungsgemäßen Kupferlegierung erreicht werden kann. Über den Nickelanteil von 1,5 bis 2,5 Gew.-% wird zusätzlich eine Festigkeits- und Härtesteigerung erzielt, ohne die Zerspanbarkeit negativ zu beeinflussen. Der

relativ geringe Bleigehalt von weniger als 0,3 Gew.-% gewährleistet, dass nur geringe Mengen an Blei im Abrieb freigesetzt werden. Durch den Phosphorgehalt von 0,05 Gew.-% bis 0,40 Gew.-% wird die Gießbarkeit der erfindungsgemäßen Kupferlegierung im Stranggießverfahren verbessert. Darüber hinaus sorgt der Zusatz von Zirkonium mit einem Anteil von 0,04 Gew.-% bis 0,25 Gew.-% in Verbindung mit den übrigen Legierungsbestandteilen das auch beim Stranggießen der Kupferlegierung ein besonders feines Gefüge entsteht, das zu deutlich verbesserten Eigenschaften der erfindungsgemäßen Kupferlegierung führt. Schließlich umfasst die erfindungsgemäße Kupferlegierung 84,5 % bis 87,5 % Kupfer. Eine Begrenzung der Gehalte an Antimon, Schwefel und Zink auf insgesamt maximal in Summe 0,5 Gew.-%, wobei die Obergrenzen für Antimon 0,10 Gew.-%, für Schwefel 0,05 Gew.-% und für Zink 0,40 Gew.-% betragen, sorgt dafür, dass die verbesserten Verschleißigenschaften der erfindungsgemäßen Kupferlegierung nicht verschlechtert werden.

**[0008]** Im Hinblick auf die Verschleißfestigkeit kann die erfindungsgemäße Verwendung der Kupferlegierung gemäß einer ersten Ausgestaltung dadurch weiter verbessert werden, dass die Kupferlegierung zusätzlich die folgenden Legierungsbestandteile in Gew.-% aufweist:

$$11,0 \text{ \%} \leq \text{Sn} \leq 11,8 \text{ \%},$$

$$2,0 \text{ \%} \leq \text{Ni} \leq 2,20 \text{ \%},$$

$$0,05 \text{ \%} \leq \text{Pb} \leq 0,30 \text{ \%},$$

$$0,05 \text{ \%} \leq \text{P} \leq 0,20 \text{ \%},$$

$$0,05 \text{ \%} \leq \text{Zr} \leq 0,20 \text{ \%}$$

und

$$85,5 \text{ \%} \leq \text{Cu} \leq 86,85 \text{ \%}.$$

**[0009]** Die Kombination der oben genannten Legierungsbestandteile in ihren genau aufeinander abgestimmten Mengen gewährleistet ein noch feineres Gefüge der Kupferlegierung nach dem Strangguss, so dass die Verschleißigenschaften trotz guter Verarbeitbarkeit der gegossenen Stränge verbessert werden.

**[0010]** Gemäß einer zweiten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe durch ein gattungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines Bau-

teils aus einer erfindungsgemäßen Kupferlegierung dadurch gelöst, dass vor dem Stranggießen der Gehalt der Kupferschmelze an Phosphor und Zirkonium durch Zulegieren von Zirkon-Kupfer und Phosphor-Kupfer-Vorlegierungen eingestellt wird, wobei das Zulegieren des Zirkoniums mit einer Zr-Cu-Vorlegierung mit 67 % Cu und 33 % Zr-Anteil und das Zulegieren von Phosphor mit einer P-Cu-Vorlegierung mit 90 % Cu und 10 % P-Anteil erfolgt.

**[0011]** Die angegebenen Vorlegierungen ermöglichen eine besonders genaue Einstellung der Gehalte an Zirkonium und Phosphor in der erfindungsgemäßen Kupferlegierung und ermöglichen damit eine genaue Kontrolle der Gefügestruktur.

**[0012]** Ein besonders wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einer erfindungsgemäßen Kupferlegierung ergibt sich gemäß einer nächsten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens dadurch, dass die Abziehggeschwindigkeit beim Stranggießen größer als 50 mm/min, vorzugsweise größer 80 mm/min ist. Zwar ist die Abziehggeschwindigkeit abhängig vom Durchmesser des Strangs und der deshalb abzukühlenden Metallmenge, mit der erfindungsgemäßen Kupferlegierung konnte jedoch eine Steigerung in den Abziehggeschwindigkeiten bei Kupferlegierung auf Kupfer-Zinn-Basis erreicht werden, ohne Einbußen in der Gefügequalität in Kauf nehmen zu müssen. Trotz der hohen Abziehggeschwindigkeiten wird eine Gefügestruktur mit einer Korngröße um 60 µm erreicht.

**[0013]** Vorzugweise werden durch das Stranggießen Vollstangen oder Rohre bis zu einem Durchmesser von 200 mm, vorzugsweise 180 mm hergestellt. Diese Abmessungen lassen eine ausreichende Abziehggeschwindigkeit zu und ermöglichen die Herstellung von fertig gestellten Bauteilen aus gesägten Rohlingen, ohne das sehr große Abfallmengen entstehen. Die Rohre können dabei sowohl einen kreisförmigen Querschnitt als auch ein Vierkant, Sechskant bzw. einen mehrkantigen Querschnitt aufweisen.

**[0014]** Schließlich werden gemäß einer nächsten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens Schneckenräder eines Schneckenradgetriebes oder Halbzeuge für die Herstellung von Schneckenrädern von Schneckenradgetrieben hergestellt. Schneckenräder eines Schneckenradgetriebes hergestellt aus der erfindungsgemäßen Kupferlegierung sind nicht nur geräuscharm in ihrer Verwendung in der Antriebstechnik, sondern weisen darüber hinaus noch eine besonders gute Verschleißfestigkeit auf. Diese führt unmittelbar zu einer Verlängerung der Lebensdauer der mit den entsprechenden Schneckenrädern ausgestatteten Antriebe.

**[0015]** Es gibt nun eine Vielzahl von Möglichkeiten die erfindungsgemäße Kupferlegierung sowie das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einer erfindungsgemäßen Kupferlegierung weiterzubilden und auszugestalten. Hierzu wird verwiesen einerseits auf die den Patentansprüchen 1 und 3 nachgeordneten Patentansprüche sowie auf die Beschreibung ei-

nes Ausführungsbeispiels.

**[0016]** In dem Ausführungsbeispiel ist zunächst eine Kupferlegierung hergestellt worden, welche die folgenden Legierungsbestandteile in Gew.-% aufweist:

$$11,0 \% \leq \text{Sn} \leq 11,80 \%,$$

$$2,0 \% \leq \text{Ni} \leq 2,20 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{Pb} \leq 0,30 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{P} \leq 0,20 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{Zr} \leq 0,20 \%$$

und

$$85,5 \% \leq \text{Cu} \leq 86,85 \%.$$

**[0017]** Die Kupferlegierung wurde bei einer Gießtemperatur von 1150 °C bis 1250 °C in eine Graphitkokille stranggegossen. Mit einer Abziehggeschwindigkeit von etwa 85 mm/min. wurde ein Rohr gezogen mit einem Außendurchmesser von 120 mm und einem Innendurchmesser von 70 mm. Anschließend wurde das stranggegossene Rohr, in Strangstücke gesägt und zu Halbzeugen für die Schneckenradfertigung weiterverarbeitet. Es zeigte sich, dass die aus der erfindungsgemäßen Kupferlegierung auf Kupfer-Zinn-Basis hergestellten Schneckenräder besonders verschleißfest waren und dennoch die guten Einlaufeigenschaften bekannter Schneckenräder aus konventionellen Kupferlegierungen auf Kupfer-Zinn-Basis aufweisen. Bei einer Gefügeuntersuchung zeigte sich, dass die Korngrößen im Bereich von 60 µm lagen und sich ähnlich wie beim Schleudergießen gleichmäßig aus α-Substitutionskristallen zusammen mit an den Korngrenzen eingelagerten δ-Phasen bestehen. Es wird davon ausgegangen, dass diese Gefügestruktur verantwortlich für die guten Einlaufeigenschaften und Verschleißigenschaften ist. Insbesondere wurden bei der erfindungsgemäßen Kupferlegierung gegenüber der bekannten Kupferlegierung CuSn12Ni gemäß DIN-Norm DIN EN 1982 um circa 15 % verbesserte Werte im Hinblick auf die zugfestigkeit RP0,2 und die Dehnung A<sub>5</sub> erreicht. Diese Verbesserung der mechanischen Eigenschaften ist insbesondere auf die optimierte Gefügestruktur zurückzuführen. Als Folge stellt sich eine deutlich verlängerte Lebensdauer eines Schneckenra-

des ein.

#### Patentansprüche

1. Verwendung einer Kupferlegierung auf Kupfer-Zinn-Basis zur Herstellung von Schneckenrädern von Schneckenradgetrieben durch Stranggießen und anschließende mechanische Bearbeitung, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kupferlegierung die folgenden Legierungsbestandteile in Gew.-% aufweist:

$$11,0 \% \leq \text{Sn} \leq 13,0 \%,$$

$$1,5 \% \leq \text{Ni} \leq 2,5 \%,$$

$$\text{Pb} \leq 0,3 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{P} \leq 0,4 \%,$$

$$0,04 \% \leq \text{Zr} \leq 0,25 \%,$$

$$84,5 \% \leq \text{Cu} \leq 87,5 \%,$$

maximal in Summe 0,5 % der folgenden Legierungsbestandteile, wobei diese Legierungsbestandteile einzeln die folgenden Gehalte aufweisen:

$$\text{Sb} \leq 0,10 \%,$$

$$\text{S} \leq 0,05 \%,$$

$$\text{Zn} \leq 0,40 \%$$

und unvermeidbare Verunreinigungen.

2. Verwendung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kupferlegierung die folgenden Legierungsbestandteile in Gew.-% aufweist:

$$11,0 \% \leq \text{Sn} \leq 11,8 \%,$$

$$2,0 \% \leq \text{Ni} \leq 2,20 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{Pb} \leq 0,30 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{P} \leq 0,20 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{Zr} \leq 0,20 \%$$

und

$$85,5 \% \leq \text{Cu} \leq 86,85 \%.$$

3. Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs oder Bauteils aus einer Kupferlegierung auf Kupfer-Zinn-Basis, wobei die Kupferlegierung die folgenden Legierungsbestandteile in Gew.-% aufweist:

$$11,0 \% \leq \text{Sn} \leq 13,0 \%,$$

$$1,5 \% \leq \text{Ni} \leq 2,5 \%,$$

$$\text{Pb} \leq 0,3 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{P} \leq 0,4 \%,$$

$$0,04 \% \leq \text{Zr} \leq 0,25 \%,$$

$$84,5 \% \leq \text{Cu} \leq 87,5 \%,$$

maximal in Summe 0,5 % der folgenden Legierungsbestandteile, wobei diese Legierungsbestandteile einzeln die folgenden Gehalte aufweisen:

$$\text{Sb} \leq 0,10 \%,$$

$$\text{S} \leq 0,05 \%,$$

$$\text{Zn} \leq 0,40 \%$$

und unvermeidbare Verunreinigungen, wobei die Kupferlegierung stranggegossen wird, anschließend der Strang gesägt und aus den Strangstücken durch spanabhebende Verfahren das Halbzeug oder Bauteil hergestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Stranggießen der Gehalt der Kupferschmelze an Phosphor und Zirkonium durch Zulegieren von Phosphor-Kupfer(P-Cu)- und Zirkon-Kupfer(Zr-Cu)-Vorlegierungen eingestellt wird, wobei das Zulegieren des Zirkoniums mit einer Zr-Cu-Vorlegierung mit 67 % Cu- und 33 % Zr-Anteil und das Zulegieren von Phosphor mit einer P-Cu-Vorlegierung mit 90 % Cu- und 10 % P-Anteil erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abziehgeschwindigkeit beim Stranggießen größer als 50 mm/min, vorzugsweise größer 80 mm/min ist.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das Stranggießen Vollstangen oder Rohre bis zu einem Durchmesser von 200 mm, vorzugsweise 180 mm hergestellt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schneckenräder eines Schneckenradgetriebes oder Halbzeuge für die Herstellung von Schneckenrädern von Schneckenradgetrieben hergestellt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kupferlegierung zusätzlich die folgenden Legierungsbestandteile in Gew.-% aufweist:

$$11,0 \% \leq \text{Sn} \leq 11,8 \%,$$

$$2,0 \% \leq \text{Ni} \leq 2,20 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{Pb} \leq 0,30 \%,$$

$$0,05 \% \leq P \leq 0,20 \%,$$

$$0,05 \% \leq Zr \leq 0,20 \%$$

und

$$85,5 \% \leq Cu \leq 86,85 \%. .$$

### Claims

1. Use of a copper alloy based on copper-tin for producing worm wheels of worm drives by continuous casting and subsequent machining, **characterised in that** the copper alloy has the following alloying elements in % wt.:

$$11.0 \% \leq Sn \leq 13.0 \%,$$

$$1.5 \% \leq Ni \leq 2.5 \%,$$

$$Pb \leq 0.3 \%,$$

$$0.05 \% \leq P \leq 0.4 \%,$$

$$0.04 \% \leq Zr \leq 0.25 \%,$$

$$84.5 \% \leq Cu \leq 87.5 \%,$$

a maximum in total of 0.5 % of the following alloying elements, wherein these alloying elements individually have the following contents:

$$Sb \leq 0.10 \%,$$

$$S \leq 0.05 \%,$$

$$Zn \leq 0.40 \%$$

and unavoidable impurities.

2. Use according to Claim 1, **characterised in that** the

copper alloy has the following alloying elements in % wt.:

$$11.0 \% \leq Sn \leq 11.8 \%,$$

$$2.0 \% \leq Ni \leq 2.20 \%,$$

$$0.05 \% \leq Pb \leq 0.30 \%,$$

$$0.05 \% \leq P \leq 0.20 \%,$$

$$0.05 \% \leq Zr \leq 0.20 \%. .$$

and

$$85.5 \% \leq Cu \leq 86.85 \%. .$$

3. Method for producing a semi-finished product or component from a copper alloy based on copper-tin, wherein the copper alloy has the following alloying elements in % wt.:

$$11.0 \% \leq Sn \leq 13.0 \%,$$

$$1.5 \% \leq Ni \leq 2.5 \%,$$

$$Pb \leq 0.3 \%,$$

$$0.05 \% \leq P \leq 0.4 \%,$$

$$0.04 \% \leq Zr \leq 0.25 \%,$$

$$84.5 \% \leq Cu \leq 87.5 \%,$$

a maximum in total of 0.5 % of the following alloying elements, wherein these alloying elements individually have the following contents:

$$\text{Sb} \leq 0.10 \%,$$

$$\text{S} \leq 0.05 \%,$$

$$\text{Zn} \leq 0.40 \%$$

and unavoidable impurities, wherein the copper alloy is continuously cast, then the strand is sawn and the semi-finished product or component is produced from the strand pieces by cutting processes,

**characterised in that** before continuous casting takes place the content of phosphorus and zirconium in the copper melt is set by adding phosphorus-copper (P-Cu) and zirconium-copper (Zr-Cu) pre-alloys by alloying, wherein the zirconium is added by alloying using a Zr-Cu pre-alloy with a 67 % proportion of Cu and a 33 % proportion of Zr and the phosphorus is added by alloying using a P-Cu pre-alloy with a 90 % proportion of Cu and a 10 % proportion of P.

4. Method according to Claim 3, **characterised in that** the pulling rate during continuous casting is greater than 50 mm/min, preferably greater than 80 mm/min.
5. Method according to Claim 3 or 4, **characterised in that** solid bars or tubes up to a diameter of 200 mm, preferably 180 mm, are produced by the continuous casting process.
6. Method according to any one of Claims 3 to 5, **characterised in that** worm wheels of a worm drive or semi-finished products for producing worm wheels of worm drives are produced.
7. Method according to any one of Claims 3 to 6, **characterised in that** the copper alloy additionally has the following alloying elements in % wt.:

$$11.0 \, \% \leq \text{Sn} \leq 11.8 \, \%,$$

$$2.0 \, \% \leq \text{Ni} \leq 2.20 \, \%,$$

$$0.05 \, \% \leq \text{Pb} \leq 0.30 \, \%,$$

$$0.05 \, \% \leq \text{P} \leq 0.20 \, \%,$$

$$0.05 \, \% \leq \text{Zr} \leq 0.20 \, \%$$

and

$$85.5 \, \% \leq \text{Cu} \leq 86.85 \, \%.$$

## 10 Revendications

1. Utilisation d'un alliage de cuivre à base de cuivre-étain pour la fabrication de roues hélicoïdales d'engrenage à vis sans fin par coulée continue suivie d'un traitement mécanique, **caractérisée en ce que** l'alliage de cuivre présente les éléments d'alliage exprimés en % en poids suivants :

$$11,0 \, \% \leq \text{Sn} \leq 13,0 \, \%$$

$$1,5 \, \% \leq \text{Ni} \leq 2,5 \, \%$$

$$\text{Pb} \leq 0,3 \, \%$$

$$0,05 \, \% \leq \text{P} \leq 0,4 \, \%$$

$$0,04 \, \% \leq \text{Zr} \leq 0,25 \, \%$$

$$84,5 \, \% \leq \text{Cu} \leq 87,5 \, \%$$

la somme des éléments d'alliage suivants faisant au maximum 0,5 %, ces éléments d'alliage présentant individuellement les teneurs suivantes :

$$\text{Sb} \leq 0,10 \, \%$$

$$\text{S} \leq 0,05 \, \%$$

$$\text{Zn} \leq 0,40 \, \%$$

et des impuretés inévitables.

2. Utilisation selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'alliage de cuivre présente les éléments d'alliage exprimés en % en poids suivants :

$$11,0 \% \leq \text{Sn} \leq 11,8 \%$$

$$2,0 \% \leq \text{Ni} \leq 2,20 \%$$

$$0,05 \% \leq \text{Pb} \leq 0,30 \%$$

$$0,05 \% \leq \text{P} \leq 0,20 \%$$

$$0,05 \% \leq \text{Zr} \leq 0,20 \%$$

et

$$85,5 \% \leq \text{Cu} \leq 86,85 \%$$

3. Procédé pour la fabrication d'un demi-produit ou d'un composant dans un alliage de cuivre à base de cuivre-étain, dans lequel l'alliage de cuivre présente les éléments d'alliage exprimés en % en poids suivants :

$$11,0 \% \leq \text{Sn} \leq 13,0 \%$$

$$1,5 \% \leq \text{Ni} \leq 2,5 \%$$

$$\text{Pb} \leq 0,3 \%$$

$$0,05 \% \leq \text{P} \leq 0,4 \%$$

$$0,04 \% \leq \text{Zr} \leq 0,25 \%$$

$$84,5 \% \leq \text{Cu} \leq 87,5 \%$$

la somme des éléments d'alliage suivants faisant au maximum 0,5 %, ces éléments d'alliage présentant individuellement les teneurs suivantes:

$$\text{Sb} \leq 0,10 \%$$

$$\text{S} \leq 0,05 \%$$

$$\text{Zn} \leq 0,40 \%$$

et des impuretés inévitables, dans lequel l'alliage de cuivre est coulé en continu, la barre est tronçonnée ensuite et le demi-produit ou le composant est fabriqué à partir des tronçons de barre par un procédé d'enlèvement de copeaux, **caractérisé en ce qu'**avant la coulée continue, l'on ajuste la teneur en phosphore et en zirconium de la masse fondue de cuivre en y ajoutant par alliage des préalliage phosphore-cuivre (P-Cu) et zirconium-cuivre (Zr-Cu), l'adjonction par alliage de zirconium étant effectuée avec un préalliage de Zr-Cu comportant 67 % de C et 33 % de Zr et l'adjonction par alliage de phosphore étant effectuée avec un préalliage P-Cu comportant 90 % de Cu et 10 % de P.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la vitesse d'extraction lors de la coulée continue est supérieure à 50 mm/min, de préférence supérieure à 80 mm/min.
5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'on fabrique par coulée continue des profilés de section pleine ou creuse ayant un diamètre jusqu'à 200 mm, de préférence de 180 mm.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** l'on fabrique des roues hélicoïdales d'un engrenage à vis sans fin ou des demi-produits pour la fabrication de roues hélicoïdales d'engrenages à vis sans fin.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce que** l'alliage de cuivre présente en outre les éléments d'alliage exprimés en % en poids suivants :

$$11,0 \% \leq \text{Sn} \leq 11,8 \%$$

$2,0 \% \leq \text{Ni} \leq 2,20 \%$

$0,05 \% \leq \text{Pb} \leq 0,30 \%$

$0,05 \% \leq \text{P} \leq 0,20 \%$

$0,05 \% \leq \text{Zr} \leq 0,20 \%$

et

$85,5 \% \leq \text{Cu} \leq 86,85 \%$

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 749897 A1 [0003]
- EP 0926251 A1 [0004]