

(19)



(11)

EP 2 989 224 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.07.2020 Patentblatt 2020/30

(51) Int Cl.:
C22C 21/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14718324.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/000957

(22) Anmeldetag: **10.04.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/173498 (30.10.2014 Gazette 2014/44)

(54) **KUPFERGUSSLEGIERUNG FÜR ASYNCHRONMASCHINEN**

CAST COPPER ALLOY FOR ASYNCHRONOUS MACHINES

ALLIAGE CUIVREUX DE FONDERIE POUR MACHINES ASYNCHRONES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **26.04.2013 DE 102013007274**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.03.2016 Patentblatt 2016/09

(73) Patentinhaber: **Wieland-Werke AG**
89079 Ulm (DE)

(72) Erfinder:
• **ALLMENDINGER, Timo**
89134 Blaustein (DE)
• **NOLL, Tony Robert**
89165 Dietenheim (DE)
• **RIEDLE, Joachim**
88410 Bad Wurzach (DE)
• **THUMM, Gerhard**
89155 Erbach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CN-A- 102 394 118 JP-A- H0 452 240
JP-A- S52 120 222 JP-A- 2011 027 280

EP 2 989 224 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Kupfergusslegierungen sowie daraus mittels Urformverfahren hergestellte, stromführende Konstruktionsteile. Insbesondere betrifft die Erfindung gegossene Käfigläufer für Asynchronmaschinen.

[0002] Bereits aus der Patentschrift DE 503 187 ist bekannt, Käfigläufer für Asynchronmaschinen durch gleichzeitiges Gießen der Läuferstäbe und der Kurzschlussringe herzustellen. Läuferstäbe und Kurzschlussringe sind damit als einstückiges Bauteil ausgeführt, dessen Werkstoff sich im Gusszustand befindet. Als mögliche Gießverfahren sind beispielsweise in DE 43 29 679 C2 der Druckguss, in US 7,337,526 B2 der Vollformguss und in US 2,304,067 der Schleuderguss genannt. Kupfer und Kupferlegierungen sind aufgrund ihrer hohen elektrischen Leitfähigkeit wichtige Werkstoffe für die Herstellung von gegossenen Käfigläufern. Da sich der Werkstoff im Gusszustand befindet, ist er leicht verformbar. Deshalb kommt der Festigkeitssteigerung des Kupferwerkstoffs durch Legierungselemente eine große Bedeutung zu. Andererseits ist erwünscht, dass die elektrische Leitfähigkeit durch die Legierungselemente nur wenig reduziert wird. Ferner muss der Werkstoff eine gute Gießbarkeit aufweisen. Als Legierungsbestandteile werden oft Zirkon und/oder Chrom verwendet. In JP 56010059 A wird für das Druckgussverfahren eine Kupferlegierung vorgeschlagen, die Zink, Chrom, Zirkon und Titan enthält.

[0003] Weitere Kupferlegierungen für Käfigläufer sind im Zusammenhang mit Herstellverfahren bekannt, bei denen der Käfigläufer nicht einstückig gegossen wird, sondern aus einzelnen Komponenten zusammengebaut wird. Dabei werden die Leiterstäbe und/oder die Kurzschlussringe mittels umformtechnischer Verfahren hergestellt. So wird beispielsweise in GB 949,570 für stromführende Teile eine kalt umgeformte und wärmebehandelte Kupferlegierung vorgeschlagen, die zwischen 0,1 % und 0,25 % Zirkon enthält. In JP 58006950 A wird eine Kupferlegierung vorgeschlagen, die Eisen, Zink und optional Zinn und Phosphor enthält. Der aus dieser Legierung hergestellte Käfigläufer wird aus einem warmgewalzten Band gefertigt. In DE 100 14 643 C2 werden für die Kurzschlussringe die Legierungen CuCrZr und CuNi vorgeschlagen, wobei letztere zur Erzielung einer durch Ausscheidungshärtung erhöhten Festigkeit durch weitere Elemente wie beispielsweise Silicium ergänzt werden kann. In DE 10 2009 018 951 A1 sind Käfigläufer vorgeschlagen, bei denen die Kurzschlussringe aus einer Kupfer-Silber-Legierung bestehen. Der DE 33 24 687 A1 ist der Vorschlag zu entnehmen, die Leiterstäbe aus einer Kupfer-Silber-Legierung zu fertigen. In der gleichen Schrift wird alternativ auch eine Kupfer-Zink-Legierung vorgeschlagen. EP 0 652 624 A1 beschreibt einen mehrteiligen Aufbau der Leiterstäbe. Für den in Radialrichtung äußeren, keilartigen Teil werden verschiedene Kupferlegierungen vorgeschlagen, deren Leitfähigkeit mit mindestens 20% IACS charakterisiert ist. Der Fachmann kann der Schrift keinen Hinweis auf die Gießbarkeit der Legierungen entnehmen.

[0004] JP 2011 027280 A offenbart eine Kupferlegierung mit 0,1 bis 2 Gew.-% Aluminium, Zinn von 0,1 Gew.-% bis zum Aluminiumgehalt, Zink von 0,05 Gew.-% bis zum Aluminiumgehalt und Phosphor von 0,001 bis 0,1 Gew.-%. Aus der Legierung werden Rohre für Wärmetauscher hergestellt.

[0005] Durch umformtechnische Verfahren bearbeitete Kupferwerkstoffe zeichnen sich durch eine höhere Festigkeit als Kupferwerkstoffe im Gusszustand aus. Aus dem oben genannten Stand der Technik kann der Fachmann also keinen Hinweis entnehmen, welche Kupferlegierung auch im Gusszustand eine günstige Eigenschaftskombination hinsichtlich elektrischer Leitfähigkeit und Festigkeit aufweist.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, hinsichtlich Festigkeit, Leitfähigkeit und Gießbarkeit verbesserte Kupfergusslegierungen sowie hinsichtlich Festigkeit und Leitfähigkeit verbesserte stromführende Konstruktionsteile anzugeben. Insbesondere soll die Erfindung verbesserte, einstückig gegossene Käfigläufer für Asynchronmaschinen angeben. Dabei soll die Auswahl der Legierungselemente auch im Hinblick auf Auswirkungen für Gesundheit und Umwelt erfolgen. Insbesondere sollen Blei und Cadmium vermieden werden.

[0007] Die Erfindung wird bezüglich einer Kupferlegierung durch die Merkmale des Anspruchs 1, bezüglich eines Konstruktionsteils durch die Merkmale des Anspruchs 10 und alternativ des Anspruchs 12 und bezüglich eines Käfigläufers durch die Merkmale des Anspruchs 11 und alternativ des Anspruchs 13 wiedergegeben. Die weiteren rückbezogenen Ansprüche betreffen vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung.

[0008] Die Erfindung schließt Kupferlegierungen mit folgender Zusammensetzung in Gewichts-% ein:

0,05 bis 0,5 % Ag, jeweils 0,05 bis 0,5 % von mindestens zwei Elementen aus der Gruppe, die aus Ni, Zn, Sn und Al besteht,
Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

[0009] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass die Festigkeit von Metallen durch den Einbau von Fremdatomen gesteigert wird. Insbesondere für Gusslegierungen ist dieser Effekt interessant, weil auf diese Weise ohne weitere Umformschritte bereits hohe Festigkeitswerte erreicht werden können. Eine besonders große Wirkung auf die Mischkristallverfestigung bei Kupfer haben die Elemente Al, Sn, Ni und Zn. Wenn die Festigkeit von Reinkupfer durch Mischkristallverfestigung gesteigert werden soll, ist der Zusatz von Al und Sn besonders verlockend. Es ist

ferner bekannt, dass der Zusatz von Legierungselementen grundsätzlich die elektrische und thermische Leitfähigkeit von Reinkupfer verschlechtert. Im Gebiet der Mischkristallbildung wird die Leitfähigkeit von Kupfer durch die Elemente Zn, Ag, Ni, Sn und Al jedoch relativ wenig beeinflusst. Soll die elektrische Leitfähigkeit von Kupfer möglichst wenig beeinträchtigt werden, ist der Zusatz von Zn und Ag besonders verfolgenswert. Durch eine geeignete Auswahl von mindestens drei Elementen aus der Gruppe, die aus den Elementen Ag, Ni, Zn, Sn und Al besteht, kann ein Gusswerkstoff gefunden werden, der eine besonders günstige Kombination von Festigkeit und Leitfähigkeit besitzt. Der Gehalt der einzelnen Elemente sollte dabei mindestens 0,05 Gew.-% und höchstens 0,5 Gew.-% betragen. Bei Elementgehalten kleiner als 0,05 Gew.-% ist die Wirkung der Legierungselemente zu gering. Bevorzugt kann auch bei weniger als fünf Legierungselementen die Summe der Elementgehalte mindestens 0,25 Gew.-% sein. Bei Elementgehalten größer als 0,5 Gew.-% kann es zu einem unerwünschten Entmischen der Legierung beziehungsweise zu Seigerungen kommen. Um solche Effekte sicher zu vermeiden, kann der Gehalt der einzelnen Elemente bevorzugt höchstens 0,3 Gew.-% betragen. Durch das Zulegieren von drei oder mehr Elementen entsteht eine Legierung, deren Schmelzintervall größer ist als das Schmelzintervall von Legierungen mit weniger Elementen. Dies wirkt sich günstig auf die Gießbarkeit des Werkstoffs aus. Bevorzugt enthält die Kupferlegierung das Element Sn. Dadurch ergeben sich besonders günstige Eigenschaften. Die Kupferlegierung enthält das Element Ag. Dadurch ergeben sich besonders günstige Eigenschaften hinsichtlich der elektrischen Leitfähigkeit. Optional kann der Legierung 0,01 bis 0,2 Gew.-% von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht, zugegeben werden. Diese Elemente bewirken eine Kornfeinung des Gussgefüges und erhöhen so die Festigkeit des Gusswerkstoffs. Durch Desoxidation der Schmelze können sie ferner die Gasaufnahme reduzieren. Um unerwünschte Wechselwirkungen zwischen den Elementen zu vermeiden, kann die Summe der Gehalte der Elemente Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb auf maximal 0,5 Gew.-% beschränkt sein. Alternativ kann der Gehalt der einzelnen Elemente auf maximal 0,07 Gew.-% beschränkt sein.

[0010] Bevorzugt kann die Kupferlegierung folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweisen:

0,05 bis 0,5 % Ag, jeweils 0,05 bis 0,5 % von zwei Elementen aus der Gruppe, die aus Ni, Zn, Sn und Al besteht, Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen, optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

Die Zugabe von genau drei Legierungselementen aus der Gruppe, die aus den Elementen Ag, Ni, Zn, Sn und Al besteht, ermöglicht eine ausreichende Variation der Parameter, um einen Gusswerkstoff zu finden, der eine besonders günstige Kombination von Festigkeit und Leitfähigkeit besitzt. Bei genau drei Legierungselementen kann die Legierung leicht kontrollierbar hergestellt werden. Die Kupferlegierung enthält das Element Ag. Dadurch ergeben sich besonders günstige Eigenschaften hinsichtlich der elektrischen Leitfähigkeit. Die anderen beiden Legierungselemente sind dann aus der Gruppe auszuwählen, die aus den Elementen Ni, Zn, Sn und Al besteht. Folgende Kombinationen von Legierungselementen haben sich als besonders attraktiv erwiesen:

- a) Kupferlegierung mit jeweils 0,05 - 0,5 Gew.-% aus Ag, Ni, Zn
- b) Kupferlegierung mit jeweils 0,05 - 0,5 Gew.-% aus Ag, Sn, Ni
- c) Kupferlegierung mit jeweils 0,05 - 0,5 Gew.-% aus Ag, Zn, Al Bevorzugt ist der Ag-Anteil hierbei maximal 0,15 Gew.-%.
- Überraschenderweise ergibt auch folgende Kombination von Elementen eine Legierung mit günstigen Eigenschaften:
- d) Kupferlegierung mit jeweils 0,05 - 0,5 Gew.-% aus Sn, Zn, Al.

[0011] Zu den vorstehend mit a), b), c) und d) bezeichneten Legierungen können optional 0,01 bis 0,2 Gew.-% von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe hinzutreten, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

[0012] Bevorzugt kann die Kupferlegierung folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweisen:

0,06 bis 0,3 % Ag, jeweils 0,06 bis 0,3 % von zwei Elementen aus der Gruppe, die aus Ni, Zn, Sn und Al besteht, Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen, optional 0,01 bis 0,2 Gew.-% von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

Bezüglich der Elemente aus der Gruppe, die aus Ag, Ni, Zn, Sn und Al besteht, ist bei Gehalten kleiner als 0,06 Gew.-% die Steigerung der Festigkeit nicht immer ausreichend. Bei Elementgehalten größer als 0,3 Gew.-% kann die elektrische Leitfähigkeit zu stark reduziert sein, beispielsweise unter 70 % IACS. Bevorzugt beträgt die Summe der Anteile der Elemente aus der Gruppe, die aus Ag, Ni, Zn, Sn und Al besteht, mindestens 0,20 Gew.-% und maximal 0,75 Gew.-%. Damit ergeben sich Legierungen mit besonders günstigen Eigenschaftskombinationen bezüglich Festigkeit und elektrischer Leitfähigkeit im Gusszustand. Besonders bevorzugt ist der Ag-Anteil aus Kostengründen maximal 0,15 Gew.-%.

[0013] Besonders bevorzugt kann die Kupferlegierung folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweisen:

0,06 bis 0,15 % Ag, jeweils 0,06 bis 0,15 % von zwei Elementen aus der Gruppe, die aus Ni, Zn, Sn und Al besteht, Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

[0014] Bezüglich der Elemente aus der Gruppe, die aus Ag, Ni, Zn, Sn und Al besteht, ist bei Gehalten kleiner als 0,06 Gew.-% die Steigerung der Festigkeit nicht immer ausreichend. Bei Elementgehalten größer als 0,15 Gew.-% kann die elektrische Leitfähigkeit zu stark reduziert sein, beispielsweise unter 75 % IACS. Bevorzugt beträgt die Summe der Anteile der Elemente aus der Gruppe, die aus Ag, Ni, Zn, Sn und Al besteht, mindestens 0,20 Gew.-% und maximal 0,35 Gew.-%. Bevorzugt können bei der erfindungsgemäßen Kupferlegierung die Anteile der Legierungselemente so ausgewählt sein, dass das Verhältnis der Gewichtsanteile zweier beliebiger Legierungselemente aus der Gruppe, die aus Ag, Ni, Zn, Sn und Al besteht, maximal 1,5 beträgt. Das häufigere der beiden Legierungselemente bildet hierbei den Zähler des zu berechnenden Quotienten. Besonders bevorzugt beträgt dieses Gewichtsverhältnis maximal 1,3. Es hat sich hinsichtlich Festigkeit und Leitfähigkeit im Gusszustand als günstig erwiesen, wenn die Elemente, die aus der Gruppe, die aus Ag, Ni, Zn, Sn und Al besteht, für die jeweilige Legierung ausgewählt sind, in ungefähr gleichen Gewichtsanteilen zulegiert sind.

[0015] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung kann die Kupferlegierung folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweisen:

Ag:	0,06 bis 0,5 %
Ni:	0,06 bis 0,5 %
Zn:	0,06 bis 0,5 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht. Eine derartige Legierung weist eine elektrische Leitfähigkeit von mindestens 68 % IACS auf und kann die Festigkeit von Reinkupfer um bis zu 35 % übertreffen.

[0016] In besonders bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung kann die Kupferlegierung folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweisen:

Ag:	0,06 bis 0,15 %
Ni:	0,06 bis 0,15 %
Zn:	0,06 bis 0,15 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht. Eine derartige Legierung weist mit ungefähr 90 % IACS eine elektrische Leitfähigkeit auf, die ungefähr gleich zu einer Kupferlegierung ist, die 1 Gew.-% Ag enthält (CuAg1). Die Steigerung der Festigkeit gegenüber Reinkupfer beträgt im Gusszustand ungefähr 20 %. Damit weist eine solche Legierung eine sehr günstige Kombination von Eigenschaften auf. Die relative Steigerung der Festigkeit ist größer als die relative Abnahme der Leitfähigkeit. Aufgrund der geringen Legierungsanteile liegt die Legierung auf dem Kostenniveau handelsüblicher Kupferlegierungen.

[0017] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann die Kupferlegierung folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweisen:

Ag:	0,06 bis 0,15 %
Sn:	0,06 bis 0,15 %
Ni:	0,06 bis 0,15 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht. Eine derartige Legierung weist eine elektrische Leitfähigkeit von ungefähr 85 % IACS auf. Die Steigerung der Festigkeit gegenüber Reinkupfer beträgt im Gusszustand ungefähr 20 %. Damit weist eine solche Legierung eine sehr günstige Kombination von Eigenschaften auf. Die relative Steigerung der Festigkeit ist größer als die relative Abnahme der Leitfähigkeit. Aufgrund der geringen Legierungsanteile liegt die Legierung auf dem Kostenniveau handelsüblicher Kupferlegierungen.

[0018] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann die Kupferlegierung folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweisen:

Ag:	0,06 bis 0,15 %
Zn:	0,06 bis 0,15 %
Al:	0,06 bis 0,15 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,

optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht. Eine derartige Legierung weist eine elektrische Leitfähigkeit von ungefähr 85 % IACS auf. Die Steigerung der Festigkeit gegenüber Reinkupfer beträgt im Gusszustand ungefähr 10 %. Aufgrund der Elemente Zn und Al stellt diese Legierung eine kostengünstige Alternative dar.

[0019] Eine weitere vorteilhafte Kupferlegierung kann folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweisen:

Sn:	0,06 bis 0,15 %
Zn:	0,06 bis 0,15 %
Al:	0,06 bis 0,15 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,

optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht. Eine derartige Legierung weist eine elektrische Leitfähigkeit von ungefähr 80 % IACS auf. Die Steigerung der Festigkeit gegenüber Reinkupfer beträgt im Gusszustand ungefähr 10 %. Da diese Legierung kein Silber enthält, stellt sie eine besonders kostengünstige Alternative dar.

[0020] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft stromführende Konstruktionsteile aus Kupferlegierungen, wobei die Konstruktionsteile mittels eines urformtechnischen Verfahrens hergestellt sind und wobei die Kupferlegierungen folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweisen: 0,05 bis 0,5 % Ag, jeweils 0,05 bis 0,5 % von mindestens zwei Elementen aus der Gruppe, die aus Ni, Zn, Sn und Al besteht, Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen, optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht. Alternativ kann die Kupferlegierung des Konstruktionsteils folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweisen:

Sn:	0,06 bis 0,15 %,
Zn:	0,06 bis 0,15 %,
Al:	0,06 bis 0,15 %,

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen, optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

[0021] Solche Konstruktionsteile können beispielsweise Schalter, Kommutatoren, Schleifkörper, Stromschienen, Kontakte, Bürsten, Brücken, Komponenten für Schaltgeräte, Leiterstäbe oder Kurzschlussringe von Käfigläufern oder andere Bauteile sein. Unter urformtechnischen Verfahren werden Gießverfahren wie beispielsweise Druckguss, Feinguss, Vollformguss oder andere Verfahren verstanden. Im Gegensatz zum Kokillenguss, mit dem vorwiegend Ausgangsmaterial für die Halbzeugfertigung gegossen wird, hat bei den vorstehend genannten Gießverfahren der Gusskörper im Wesentlichen bereits die Gestalt des gewünschten Konstruktionsteils. Mittels Trennverfahren können ein oder mehrere weitere Bearbeitungsschritte durchgeführt werden, die die Gestalt des Konstruktionsteils geringfügig verändern. Beispiele hierfür sind das Abtrennen des Angusses oder die Nachbearbeitung der Oberfläche des Konstruktionsteils. Umformtechnische Bearbeitungsschritte, durch die der Werkstoff des Konstruktionsteils in einen anderen Zustand gebracht wird, schließen sich jedoch nicht an. Das fertige Konstruktionsteil befindet sich folglich im Gusszustand. Die erfindungsgemäßen Kupferlegierungen weisen aufgrund der Mischkristallverfestigung im Gusszustand eine höhere Festigkeit auf als Reinkupfer. Die elektrische Leitfähigkeit ist gegenüber Reinkupfer verhältnismäßig wenig reduziert. Die erfindungsgemäßen Legierungen weisen ferner eine gute Gießbarkeit aus: Sie zeigen nur eine geringe Tendenz zur Gasaufnahme und sind durch ein gutes Formfüllvermögen gekennzeichnet. Durch eine geeignete Auswahl der Legierungselemente und der Legierungszusammensetzung kann eine auf die jeweilige Anwendung angepasste Legierung gefunden werden. Insbesondere kann der Gehalt an Ag auf 0,15 Gew.-% beschränkt werden. Die Metallkosten der erfindungsgemäßen Legierungen sind gegenüber Reinkupfer um maximal 15 % erhöht. Durch urformtechnische Verfahren hergestellte Konstruktionsteile weisen einen geringeren Herstelleraufwand auf als Konstruktionsteile, die aus Halbzeugen gefertigt sind. Die Gesamtkosten der erfindungsgemäßen Konstruktionsteile können folglich günstiger sein als die Gesamtkosten anderer Konstruktionsteile. Optional kann die erfindungsgemäße Legierung 0,01 bis 0,2 Gew.-% von einem oder mehreren Elementen

aus der Gruppe enthalten, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht. Diese Elemente bewirken eine Kornfeinung des Gussgefüges und erhöhen so die Festigkeit des Gusswerkstoffs. Durch Desoxidation der Schmelze können sie ferner die Gasaufnahme reduzieren.

[0022] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft Käfigläufer mit mehreren Leiterstäben und zwei Kurzschlussringen, die aus einer Kupferlegierungen einstückig gegossen sind. Erfindungsgemäß weist die Kupferlegierung folgende Zusammensetzung in Gewichts-% auf: 0,05 bis 0,5 % Ag, jeweils 0,05 bis 0,5 % von mindestens zwei Elementen aus der Gruppe, die aus Ni, Zn, Sn und Al besteht, Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen, optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht. Alternativ kann die Kupferlegierung des Käfigläufers folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweisen:

Sn:	0,06 bis 0,15 %,
Zn:	0,06 bis 0,15 %,
Al:	0,06 bis 0,15 %,

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen, optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

[0023] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, Leiterstäbe und Kurzschlussringe von Käfigläufern einstückig zu gießen. Geeignete Gießverfahren hierfür können Druckguss, Feinguss, Vollformguss und andere Verfahren sein. Aufgrund ihrer hohen elektrischen Leitfähigkeit sind Kupferlegierungen für die Herstellung von Käfigläufern gut geeignet. Da aufgrund der hohen Drehzahlen der Asynchronmaschinen große Kräfte insbesondere auf die Leiterstäbe der Käfigläufer wirken, müssen die verwendeten Kupferlegierungen bereits im Gusszustand eine hohe Festigkeit aufweisen. Besonders geeignet sind deshalb Kupferlegierungen, die folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweisen: 0,05 bis 0,5 % Ag, jeweils 0,05 bis 0,5 % von mindestens zwei Elementen aus der Gruppe, die aus Ni, Zn, Sn und Al besteht, Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen. Die erfindungsgemäßen Kupferlegierungen weisen aufgrund der Mischkristallverfestigung im Gusszustand eine höhere Festigkeit auf als Reinkupfer. Die elektrische Leitfähigkeit ist gegenüber Reinkupfer verhältnismäßig wenig reduziert. Die erfindungsgemäßen Legierungen weisen ferner eine gute Gießbarkeit auf: Sie zeigen nur eine geringe Tendenz zur Gasaufnahme und sind durch ein gutes Formfüllvermögen gekennzeichnet. Optional kann die erfindungsgemäße Legierung 0,01 bis 0,2 Gew.-% von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe enthalten, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht. Diese Elemente bewirken eine Kornfeinung des Gussgefüges und erhöhen so die Festigkeit des Gusswerkstoffs. Durch eine geeignete Auswahl der Legierungselemente und der Legierungszusammensetzung kann eine auf die jeweilige Anwendung angepasste Legierung gefunden werden. Insbesondere erweisen sich folgende Legierungen als vorteilhaft:

Kupferlegierung mit folgender Zusammensetzung in Gewichts-%:

Ag:	0,06 bis 0,15 %
Ni:	0,06 bis 0,15 %
Zn:	0,06 bis 0,15 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen;
Alternativ: Kupferlegierung mit folgender Zusammensetzung in Gewichts-%:

Ag:	0,06 bis 0,15 %
Sn:	0,06 bis 0,15 %
Ni:	0,06 bis 0,15 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen;
Alternativ: Kupferlegierung mit folgender Zusammensetzung in Gewichts-%:

Ag:	0,06 bis 0,15 %
Zn:	0,06 bis 0,15 %
Al:	0,06 bis 0,15 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen;
Alternativ: Kupferlegierung mit folgender Zusammensetzung in Gewichts-%:

EP 2 989 224 B1

Sn:	0,06 bis 0,15 %
Zn:	0,06 bis 0,15 %
Al:	0,06 bis 0,15 %

5

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen.

10 **[0024]** Zu jeder der vorgenannten Legierungen kann optional 0,01 bis 0,2 Gew.-% von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht, hinzutreten. Die Metallkosten der erfindungsgemäßen Legierungen sind gegenüber Reinkupfer um maximal 15 % erhöht.

[0025] Die Erfindung wird anhand der folgenden Ausführungsbeispiele näher erläutert.

15 **[0026]** Tabelle 1 zeigt eine Zusammenstellung der untersuchten Legierungen. Es ist für jede Legierung die Zusammensetzung der Probe, die ermittelte Zugfestigkeit R_m im Gusszustand und die relative elektrische Leitfähigkeit, ausgedrückt durch den IACS-Wert, angegeben. Die Metallkosten, die sich aus der Legierungszusammensetzung rechnerisch ergeben, sind auf die Metallkosten von reinem Kupfer (Probe Nr. 1) normiert.

20

25

30

35

40

45

50

55

Tabelle 1: Charakterisierung der untersuchten Proben

Nr.	Legierung	Cu Gew.-%	Ag Gew.-%	Sn Gew.-%	Ni Gew.-%	Zn Gew.-%	Al Gew.-%	Zugfestigkeit R _m MPa	IACS	Metallkosten
										normiert
1	Cu	100	0	0	0	0	0	161	99%	1
2	CuAg1	99,0	1,00	0	0	0	0	233	92%	2,27
3	CuAgNiZn	98,6	0,48	0	0,45	0,48	0	215	68%	1,61
4	CuAgNiZn	99,7	0,10	0	0,10	0,11	0	192	91%	1,13
5	CuAgSnNi	99,7	0,12	0,13	0,09	0	0	193	84%	1,15
6	CuAgZnAl	99,7	0,10	0	0	0,10	0,09	170	84%	1,13
7	CuSnZnAl	99,7	0	0,12	0	0,11	0,12	174	78%	1

[0027] Probe Nr. 2 ist eine Referenzlegierung mit 99 % Kupfer und 1 % Silber. Diese Legierung hat hinsichtlich Festigkeit und Leitfähigkeit attraktive Eigenschaften, aufgrund der hohen Metallkosten ist sie jedoch nur in ganz speziellen Anwendungsfällen wirtschaftlich einsetzbar.

[0028] Probe Nr. 3 ist eine Kupferlegierung mit ungefähr 0,5 % Silber, 0,5 % Nickel und 0,5 % Zink. Mit dieser Legierung wird eine Festigkeit erreicht, die ca. 35 % über der von Reinkupfer liegt. Die elektrische Leitfähigkeit beträgt 68 % IACS.

[0029] Probe Nr. 4 ist eine Kupferlegierung mit ungefähr 0,1 % Silber, 0,1 % Nickel und 0,1 % Zink. Mit dieser Legierung wird eine Festigkeit erreicht, die ca. 20 % über der von Reinkupfer liegt. Die elektrische Leitfähigkeit beträgt 91 % IACS. Die relative Steigerung der Festigkeit ist damit deutlich größer als die relative Abnahme der elektrischen Leitfähigkeit. Diese überraschende Eigenschaftskombination der Legierung ist aus den individuellen Beiträgen der einzelnen Legierungselemente nicht zu erwarten. Die relative Steigerung der Metallkosten ist geringer als die relative Steigerung der Festigkeit und kann somit beispielsweise durch eine Reduktion des Querschnitts der Leiterstäbe kompensiert werden. Damit bietet diese Legierung eine sehr attraktive Kombination von Eigenschaften für die Verwendung in gegossenen Käfigläufern von Asynchronmaschinen.

[0030] Probe Nr. 5 ist eine Kupferlegierung mit ungefähr 0,1 % Silber, 0,13 % Zinn und 0,1 % Nickel. Mit dieser Legierung wird eine Festigkeit erreicht, die ca. 20 % über der von Reinkupfer liegt. Die elektrische Leitfähigkeit beträgt 84 % IACS. Die relative Steigerung der Festigkeit ist damit größer als die relative Abnahme der elektrischen Leitfähigkeit. Diese überraschende Eigenschaftskombination der Legierung ist aus den individuellen Beiträgen der einzelnen Legierungselemente nicht zu erwarten. Die relative Steigerung der Metallkosten ist geringer als die relative Steigerung der Festigkeit.

[0031] Probe Nr. 6 ist eine Kupferlegierung mit ungefähr 0,1 % Silber, 0,1 % Zink und 0,1 % Aluminium. Mit dieser Legierung wird eine Festigkeit erreicht, die ca. 6 % über der von Reinkupfer liegt. Die elektrische Leitfähigkeit beträgt 84 % IACS. Aufgrund der Elemente Zn und Al stellt diese Legierung eine kostengünstige Alternative dar.

[0032] Probe Nr. 7 ist eine Kupferlegierung mit ungefähr 0,1 % Zinn, 0,1 % Zink und 0,1 % Aluminium. Mit dieser Legierung wird eine Festigkeit erreicht, die ca. 8 % über der von Reinkupfer liegt. Die elektrische Leitfähigkeit beträgt 78 % IACS. Da diese Legierung kein Silber enthält, stellt sie eine besonders kostengünstige Alternative dar.

Patentansprüche

1. Kupferlegierung mit folgender Zusammensetzung [in Gewichts-%]:

0,05 bis 0,5 % Ag,
jeweils 0,05 bis 0,5 % von mindestens zwei Elementen aus der Gruppe, die aus Ni, Zn, Sn und Al besteht,
Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

2. Kupferlegierung gemäß Anspruch 1 mit folgender Zusammensetzung [in Gewichts-%]:

jeweils 0,05 bis 0,5 % von zwei Elementen aus der Gruppe, die aus Ni, Zn, Sn und Al besteht,
Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

3. Kupferlegierung gemäß Anspruch 2 mit folgender Zusammensetzung [in Gewichts-%]:

0,06 bis 0,3 % Ag,
jeweils 0,06 bis 0,3 % von zwei Elementen aus der Gruppe, die aus Ni, Zn, Sn und Al besteht,
Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

4. Kupferlegierung gemäß Anspruch 3 mit folgender Zusammensetzung [in Gewichts-%]:

0,06 bis 0,15 % Ag,
jeweils 0,06 bis 0,15 % von zwei Elementen aus der Gruppe, die aus Ni, Zn, Sn und Al besteht,
Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

besteht.

5. Kupferlegierung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Gewichtsanteile jeweils zweier Legierungselemente aus der Gruppe, die aus Ag, Ni, Zn, Sn und Al besteht, maximal 1,5 beträgt.

6. Kupferlegierung gemäß einem der Ansprüche 2 oder 5 mit folgender Zusammensetzung [in Gewichts-%]:

Ag:	0,06 bis 0,5 %
Ni:	0,06 bis 0,5 %
Zn:	0,06 bis 0,5 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

7. Kupferlegierung gemäß Anspruch 6 mit folgender Zusammensetzung [in Gewichts-%]:

Ag:	0,06 bis 0,15 %
Ni:	0,06 bis 0,15 %
Zn:	0,06 bis 0,15 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

8. Kupferlegierung gemäß einem der Ansprüche 4 oder 5 mit folgender Zusammensetzung [in Gewichts-%]:

Ag:	0,06 bis 0,15 %
Sn:	0,06 bis 0,15 %
Ni:	0,06 bis 0,15 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

9. Kupferlegierung gemäß einem der Ansprüche 4 oder 5 mit folgender Zusammensetzung [in Gewichts-%]:

Ag:	0,06 bis 0,15 %
Zn:	0,06 bis 0,15 %
Al:	0,06 bis 0,15 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht.

10. Stromführendes Konstruktionsteil aus einer Kupferlegierung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Konstruktionsteil mittels eines urformtechnischen Verfahrens hergestellt ist.

11. Käfigläufer aus einer Kupferlegierung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Käfigläufer mehrere Leiterstäbe und zwei Kurzschlussringe umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leiterstäbe und die Kurzschlussringe einstückig gegossen sind.

12. Stromführendes Konstruktionsteil aus einer Kupferlegierung mit folgender Zusammensetzung [in Gewichts-%]:

Sn:	0,06 bis 0,15 %
Zn:	0,06 bis 0,15 %
Al:	0,06 bis 0,15 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht,
dadurch gekennzeichnet, dass das Konstruktionsteil mittels eines urformtechnischen Verfahrens hergestellt ist.

13. Käfigläufer aus einer Kupferlegierung mit folgender Zusammensetzung [in Gewichts-%]:

Sn:	0,06 bis 0,15 %
Zn:	0,06 bis 0,15 %
Al:	0,06 bis 0,15 %

Rest Cu sowie unvermeidbare Verunreinigungen,
optional 0,01 bis 0,2 % von einem oder mehreren Elementen aus der Gruppe, die aus Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb besteht,
wobei der Käfigläufer mehrere Leiterstäbe und zwei Kurzschlussringe umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Leiterstäbe und die Kurzschlussringe einstückig gegossen sind.

Claims

1. Copper alloy having the following composition [in % by weight] :

from 0.05 to 0.5% Ag,
in each case from 0.05 to 0.5% of at least two elements from the group which comprises Ni, Zn, Sn and Al,
balance Cu and inevitable impurities,
optionally from 0.01 to 0.2% of one or more elements from the group which comprises Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

2. Copper alloy according to claim 1 having the following composition [in % by weight]:

in each case from 0.05 to 0.5% of two elements from the group which comprises Ni, Zn, Sn and Al,
balance Cu and inevitable impurities,
optionally from 0.01 to 0.2% of one or more elements from the group which comprises Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

3. Copper alloy according to claim 2 having the following composition [in % by weight]:

from 0.06 to 0.3% Ag,
in each case from 0.06 to 0.3% of two elements from the group which comprises Ni, Zn, Sn and Al,
balance Cu and inevitable impurities,
optionally from 0.01 to 0.2% of one or more elements from the group which comprises Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

4. Copper alloy according to claim 3 having the following composition [in % by weight]:

from 0.06 to 0.15% Ag,
in each case from 0.06 to 0.15% of two elements from the group which comprises Ni, Zn, Sn and Al,
balance Cu and inevitable impurities,
optionally from 0.01 to 0.2% of one or more elements from the group which comprises Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

5. Copper alloy according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the ratio of the weight proportions in each case of two alloy elements from the group which comprises Ag, Ni, Zn, Sn and Al is a maximum of 1.5.

6. Copper alloy according to either claim 2 or claim 5, having the following composition [in % by weight]:

Ag:	0.06 to 0.5%
Ni:	0.06 to 0.5%
Zn:	0.06 to 0.5%

balance Cu and inevitable impurities,
optionally from 0.01 to 0.2% of one or more elements from the group which comprises Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

7. Copper alloy according to claim 6 having the following composition [in % by weight]:

Ag:	0.06 to 0.15%
Ni:	0.06 to 0.15%
Zn:	0.06 to 0.15%

balance Cu and inevitable impurities,
optionally from 0.01 to 0.2% of one or more elements from the group which comprises Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

8. Copper alloy according to either claim 4 or claim 5 having the following composition [in % by weight]:

Ag:	0.06 to 0.15%
Sn:	0.06 to 0.15%
Ni:	0.06 to 0.15%

balance Cu and inevitable impurities,
optionally from 0.01 to 0.2% of one or more elements from the group which comprises Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

9. Copper alloy according to either claim 4 or claim 5 having the following composition [in % by weight]:

Ag:	0.06 to 0.15%
Zn:	0.06 to 0.15%
Al:	0.06 to 0.15%

balance Cu and inevitable impurities,
optionally from 0.01 to 0.2% of one or more elements from the group which comprises Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

10. Current-carrying construction component comprising a copper alloy according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the construction component is produced by means of a technical original forming method.

11. Cage rotor comprising a copper alloy according to any one of claims 1 to 9, wherein the cage rotor comprises a plurality of conductor rods and two short-circuit rings, **characterised in that** the conductor rods and the short-circuit rings are cast integrally.

12. Current-carrying construction component comprising a copper alloy having the following composition [in % by weight]:

Sn:	0.06 to 0.15%
Zn:	0.06 to 0.15%
Al:	0.06 to 0.15%

balance Cu and inevitable impurities,
optionally from 0.01 to 0.2% of one or more elements from the group which comprises Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb, **characterised in that** the construction component is produced by means of a technical original forming method.

13. Cage rotor comprising a copper alloy having the following composition [in % by weight]:

Sn:	0.06 to 0.15%
Zn:	0.06 to 0.15%
Al:	0.06 to 0.15%

balance Cu and inevitable impurities,
optionally from 0.01 to 0.2% of one or more elements from the group which comprises Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb, wherein the cage rotor comprises a plurality of conductor rods and two short-circuit rings, **characterised in that**

the conductor rods and the short-circuit rings are cast integrally.

Revendications

1. Alliage de cuivre ayant la composition suivante [en % en poids] :

0,05 à 0,5 % de Ag,
dans chaque cas 0,05 à 0,5 % d'au moins deux éléments du groupe qui consiste en Ni, Zn, Sn et Al,
le reste Cu et des impuretés inévitables,
éventuellement 0,01 à 0,2 % d'un ou plusieurs éléments du groupe qui consiste en Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

2. Alliage de cuivre selon la revendication 1 ayant la composition suivante [en % en poids]:

dans chaque cas 0,05 à 0,5 % de deux éléments du groupe qui consiste en Ni, Zn, Sn et Al,
le reste Cu et des impuretés inévitables,
éventuellement 0,01 à 0,2 % d'un ou plusieurs éléments du groupe qui consiste en Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

3. Alliage de cuivre selon la revendication 2 ayant la composition suivante [en % en poids]:

0,06 à 0,3% de Ag,
dans chaque cas 0,06 à 0,3% de deux éléments du groupe qui consiste en Ni, Zn, Sn et Al,
le reste Cu et des impuretés inévitables,
éventuellement 0,01 à 0,2 % d'un ou plusieurs éléments du groupe qui consiste en Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

4. Alliage de cuivre selon la revendication 3 ayant la composition suivante [en % en poids]:

0,06 à 0,15 % de Ag,
dans chaque cas 0,06 à 0,15 % de deux éléments du groupe qui consiste en Ni, Zn, Sn et Al,
le reste Cu et des impuretés inévitables,
éventuellement 0,01 à 0,2 % d'un ou plusieurs éléments du groupe qui consiste en Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

5. Alliage de cuivre selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le rapport des proportions en poids dans chaque cas de deux éléments d'alliage du groupe qui consiste en Ag, Ni, Zn, Sn et Al est au maximum de 1,5.

6. Alliage de cuivre selon l'une des revendications 2 ou 5 ayant la composition suivante [en % en poids]:

Ag: 0,06 à 0,5 %
Ni: 0,06 à 0,5 %
Zn: 0,06 à 0,5 %
le reste Cu et des impuretés inévitables,
éventuellement 0,01 à 0,2 % d'un ou plusieurs éléments du groupe qui consiste en Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

7. Alliage de cuivre selon la revendication 6 ayant la composition suivante [en % en poids]:

Ag: 0,06 à 0,15 %
Ni: 0,06 à 0,15 %
Zn: 0,06 à 0,15 %
le reste Cu et des impuretés inévitables,
éventuellement 0,01 à 0,2 % d'un ou plusieurs éléments du groupe qui consiste en Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

8. Alliage de cuivre selon l'une des revendications 4 ou 5 ayant la composition suivante [en % en poids]:

Ag: 0,06 à 0,15 %
Sn: 0,06 à 0,15 %
Ni: 0,06 à 0,15 %
le reste Cu et des impuretés inévitables,
éventuellement 0,01 à 0,2 % d'un ou plusieurs éléments du groupe qui consiste en Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

9. Alliage de cuivre selon l'une des revendications 4 ou 5 ayant la composition suivante [en % en poids]:

Ag: 0,06 à 0,15 %

Zn: 0,06 à 0,15 %

Al: 0,06 à 0,15 %

le reste Cu et des impuretés inévitables,

éventuellement 0,01 à 0,2 % d'un ou plusieurs éléments du groupe qui consiste en Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb.

10. Pièce de construction conduisant le courant en un alliage de cuivre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la pièce de construction est fabriquée au moyen d'un procédé de moulage en la forme originale.

11. Induit à cage d'écureuil en un alliage de cuivre selon l'une des revendications 1 à 9 dans lequel l'induit à cage d'écureuil comprend plusieurs barres conductrices et deux bagues de court-circuit, **caractérisé en ce que** les barres conductrices et les bagues de court-circuit sont coulées en une seule pièce.

12. Pièce de construction conduisant le courant en un alliage de cuivre ayant la composition suivante [en % en poids]:

Sn: 0,06 à 0,15 %

Zn: 0,06 à 0,15 %

Al: 0,06 à 0,15 %

le reste Cu et des impuretés inévitables,

éventuellement 0,01 à 0,2 % d'un ou plusieurs éléments du groupe qui consiste en Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb,

caractérisée en ce que la pièce de construction est fabriquée au moyen d'un procédé de moulage en la forme originale.

13. Induit à cage d'écureuil en un alliage de cuivre ayant la composition suivante [en % en poids]:

Sn: 0,06 à 0,15 %

Zn: 0,06 à 0,15 %

Al: 0,06 à 0,15 %

le reste Cu et des impuretés inévitables,

éventuellement 0,01 à 0,2 % d'un ou plusieurs éléments du groupe qui consiste en Mg, Ti, Zr, B, P, As, Sb,

dans lequel l'induit à cage d'écureuil comprend plusieurs barres conductrices et deux bagues de court-circuit, **caractérisé en ce que** les barres conductrices et les bagues de court-circuit sont coulées en une seule pièce.

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

- DE 503187 [0002]
- DE 4329679 C2 [0002]
- US 7337526 B2 [0002]
- US 2304067 A [0002]
- JP 56010059 A [0002]
- GB 949570 A [0003]
- JP 58006950 A [0003]
- DE 10014643 C2 [0003]
- DE 102009018951 A1 [0003]
- DE 3324687 A1 [0003]
- EP 0652624 A1 [0003]
- JP 2011027280 A [0004]