



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 279 748 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.01.2003 Patentblatt 2003/05

(51) Int Cl.7: **C22C 9/00, C22C 9/01**

(21) Anmeldenummer: **02016597.3**

(22) Anmeldetag: **25.07.2002**

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

(72) Erfinder:
• **Rexer, Jürgen, Dr.**
91220 Schnaittach (DE)
• **Liebig, Karin**
90427 Nürnberg (DE)

(30) Priorität: **27.07.2001 DE 10136787**

(74) Vertreter: **Hofmann, Gerhard, Dipl.-Ing.**
Patentassessor
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(71) Anmelder: **Diehl Metall Stiftung & Co. KG**
90552 Röthenbach (DE)

(54) **Aluminiumbronze mit hoher Verschleissfestigkeit**

(57) Die Erfindung betrifft eine Aluminiumbronze der Zusammensetzung 7,5 - 10% Al, 5 - 14% Mn, 1,5 - 4% Si, Rest Kupfer und übliche Verunreinigungen bis insgesamt 1%. Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, daß Eisen mit einem Gehalt von 5 - 9% zugegeben wird.

Die Legierung besitzt eine hohe Beständigkeit gegen reibenden Verschleiß und einen hohen Reibungsbeiwert und ist für die Anwendung bei Synchronringen gedacht.

EP 1 279 748 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Aluminiumbronze für das Anwendungsgebiet der Synchronringe.

[0002] Aluminiumbronzen sind aufgrund ihrer guten Eigenschaften hinsichtlich mechanischer Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Verschleißfestigkeit ein geschätzter Konstruktionswerkstoff, insbesondere auch in flüssigen Medien.

[0003] Es ist beispielsweise aus der DE PS 26 21 602 eine Aluminiumbronze mit 4 - 12 Gewichtsprozent Al, Spuren bis 1% Si und/oder Be in fester Lösung sowie 4,2-10% Eisensilizid, Rest Kupfer bekannt. Im Falle der Verwendung von Beryllium können bis zu 6% nicht an Eisensilizid gebundenes Eisen verwendet werden. Diese Legierung kann außerdem Nickel in einer Menge bis höchstens 7% enthalten. Bei dieser bekannten Legierung steht die Frage der Zugfestigkeit und einer hohen prozentualen Dehnung im Vordergrund. Sie ist verwendbar für gleitende Teile in Walzwerken, Werkzeugmaschinen und dergleichen.

[0004] In dieser Druckschrift ist ferner auch die Verwendung von Mangansiliziden anstatt von Eisensiliziden erwähnt. Im Hinblick darauf, daß die prozentuale Dehnung, welche beim Gegenstand dieser Druckschrift eine wesentliche Rolle spielt, diese Dehnung sich jedoch wegen der starren Mangansilizide verringert sind Mangansilizide für den gewünschten Zweck nicht geeignet. Es wird die Hoffnung geäußert, daß die prozentuale Dehnung steigen würde, wenn das Mangansilizid in zumindest angenähert kugelförmigen Kristallen auskristallisieren würde. Man hat damals jedoch keine Lösung für eine Legierung mit diesen Eigenschaften gesehen.

[0005] Der bei dieser Druckschrift verwendete Begriff "Verschleißfestigkeit" bezieht sich auf eine Beständigkeit gegen Abtrag durch Korrosion.

[0006] Aluminiumbronzen haben gegenüber sonstigen Kupferlegierungen, z.B. Messingen den Vorteil, daß aufgrund des verwendeten Aluminiums eine Reduzierung des Teilegewichts möglich ist. Derartige Legierungen sind oxidationsbeständig aufgrund einer durch das Aluminium verursachten Schutzschicht. Aluminiumbronzen sind darüber hinaus hoch belastbare und verschleißfeste Gleitwerkstoffe, ihre hohe Festigkeit führt aufgrund der guten Gleiteigenschaften zu einer geringen Verschleißrate. Darüber hinaus sind Aluminiumbronzen gut schweißbar.

[0007] Es ist nun Aufgabe der Erfindung eine Aluminiumbronze zu schaffen, welche abweichend von den bekannten Aluminiumbronzen gleichzeitig eine hohe Beständigkeit gegen reibenden Verschleiß und einen hohen Reibungsbeiwert für den Einsatz bei Synchronringen besitzt.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung eine Legierung vor aus 7,5 - 10% Al, 5 - 14% Mn, 1,5- 4% Si, Rest Kupfer und übliche Verunreinigungen bis insgesamt 1%. Alle Angaben erfolgen in Gewichtsprozent.

[0009] Wesentlich für die Erfindung ist das Vorhandensein von ausreichend Silizium in Verbindung mit einem hohen Mangangehalt, wodurch es zu harten intermetallischen Phasen kommt, welche eine hohe Beständigkeit gegen reibenden Verschleiß besitzen.

[0010] Eine weitere Verbesserung der erfindungsgemäßen Aluminiumbronze ergibt sich dadurch, daß sie zusätzlich einen Gehalt von 5 - 9% Fe aufweist.

[0011] Eine Weiterbildung der erstgenannten Legierung weist einen Gehalt von 8 - 9% Al, 12 - 13% Mn und 3 - 4% Si, Rest Kupfer und übliche Verunreinigungen bis insgesamt 1% auf.

[0012] Eine Weiterbildung der zweitgenannten Legierung sieht vor, daß sie einen Gehalt von 8 - 9% Al, 7 - 8% Fe, 5 - 7% Mn und 3 - 4% Si, Rest Kupfer und übliche Verunreinigungen bis insgesamt 1% aufweist.

[0013] Mit Legierungen der vorgenannten Zusammensetzung lassen sich Verschleißfestigkeitswerte erzielen, welche ein mehrfaches jener von bisher üblichen Messingwerkstoffen für Synchronringe betragen. Der Reibungsbeiwert dieser Legierungen liegt zum Teil noch höher als jener der bekannten Werkstoffe, ist zumindest jedoch gleich. Durch die erfindungsgemäßen Aluminiumbronzen wird daher ein erheblicher Fortschritt gegenüber den bisher bei Synchronringen verwendeten Messingwerkstoffen erzielt.

[0014] Zur Verbesserung der Zerspanbarkeit wird als Weiterbildung der erfindungsgemäßen Aluminiumbronze ein Zusatz bis zu 0,5% Blei vorgesehen.

[0015] Nachfolgend werden beispielhaft vier im Versuch hergestellte Legierungen erläutert, eine davon betrifft den Typ MnSi, die drei anderen den Typ FeMnSi.

[0016] Die erstgenannte Legierung weist einen Gehalt von 74,5% Cu, 8,8% Al, 12,5% Mn und 3,2% Si auf. Sie besitzt einen Verschleißwiderstand von 2680 km/g sowie einen Reibungsbeiwert von 0,115. Der angegebene Verschleißwiderstand ist definiert durch die Zahl der zurückgelegten Kilometer bis 1g Materialabtrag am Synchronring erfolgt ist.

[0017] Von den Legierungen des Typs FeMnSi weist eine erste Versuchslegierung eine Zusammensetzung von 75,4% Cu, 9,0% Al, 5,2% Fe, 7,1% Mn und 3,3% Si auf. Diese Legierung hat einen Verschleißwiderstand von 2950 km/g. Ihr Reibungsbeiwert beträgt 0,116.

[0018] Die zweite Versuchslegierung des Typs FeMnSi besitzt einen Gehalt von 76,0% Cu, 8,2% Al, 7,2% Fe, 5,2% Mn und 3,1% Si. Ihr Verschleißwiderstand beträgt 2530 km/g, ihr Reibungsbeiwert 0,130.

[0019] Eine dritte Versuchslegierung des Typs FeMnSi besitzt einen Gehalt von 83,6% Cu, 7,7% Al, 4,7% Fe, 2,5% Mn, 1,5% Si. Ihr Verschleißwiderstand beträgt 950 km/g, ihr Reibungsbeiwert 0,115.

[0020] Man erkennt, daß höhere Gehalte an Eisen, Mangan und Silizium vorteilhaft für einen hohen Verschleißwiderstand sind.

[0021] Diese Eigenschaften der erfindungsgemäßen Legierungen sind in Vergleich zu setzen mit den Eigenschaften derzeit am Markt befindlicher sehr guter Mes-

singlegierungen für Synchronringe, bei denen der Verschleißwiderstand etwa 650 -700 km/g und der Reibungsbeiwert etwa 0,115 bis 0,120 beträgt.

[0022] Wie schon erwähnt, ist Silizium für die Bildung der harten verschleißfesten intermetallischen Phasen verantwortlich. Es soll kein freies Silizium in der Lösung vorhanden, sondern durch Eisen und Mangan abgebunden sein. Eisen und Mangan begünstigen zudem die Aushärtungsvorgänge.

[0023] Diese vorbeschriebenen Legierungen wurden bei einer Gießtemperatur von 1120 bis 1180° C im Strang gegossen; anschließend erfolgt ein Abkühlen an Luft, wobei die Abkühlgeschwindigkeit unkritisch ist. Nach erneutem Aufheizen erfolgt eine Warmumformung durch Strangpressen bei Temperaturen von 800 bis 900° C und eine erneute Abkühlung an Luft. Schließlich wurde nach erneutem Aufheizen bei Temperaturen von 790 bis 890° C im Gesenk geschmiedet und die Legierung anschließend an Luft abgekühlt.

[0024] Aluminiumbronzen eignen sich im Gegensatz zu Messinglegierungen für eine Aushärtung zur Festigkeitssteigerung; wenn eine solche gewünscht ist, kann man nach dem Schmieden der Legierung alternativ wie folgt vorgehen.

a) Es wird eine Homogenisierungsglühung bei 900° C während einer Stunde durchgeführt. Anschließend erfolgt ein Abschrecken, vorzugsweise im Wasser, und anschließend ein erneutes Anlassen bei einer Temperatur von 490° C während einer Zeit von einer Stunde und zum Schluß ein Abkühlen an Luft.

b) Unmittelbar auf die Abkühlphase nach dem Schmieden wird unter Weglassung der Homogenisierungsglühung sofort die Auslagerungsbehandlung bei einer Temperatur von 330° C während 6 Stunden oder alternativ bei 410° C während 3 Stunden begonnen, und anschließend die Abkühlung an Luft durchgeführt. Bei diesem Aushärtungsverfahren sind die Härtesteigerungen nicht ganz so groß wie im Falle des vorbeschriebenen Verfahrens, aufgrund des Wegfalls der Homogenisierungsglühung ist dieses Verfahren jedoch kostengünstiger.

[0025] Neben der Verringerung des Abtrags auf den Reibflächen der Synchronringe aufgrund des höheren Verschleißwiderstandes erfolgt auch aufgrund der höheren Festigkeit ein geringerer Verschleiß an den Sperrzähnen der Synchronringe.

[0026] Die Form der intermetallischen Phasen ist bei dem Legierungstyp MnSi mehr nadelig hingegen beim Legierungstyp FeMnSi mehr kugelig. Legierungen des Typs FeMnSi besitzen dementsprechend eine bessere Zähigkeit und Duktilität als Legierungen des Typs MnSi. Die Härtesteigerungen beider Legierungstypen durch die vorgenannten Wärmebehandlungen sind nicht ganz so hoch wie jene einer Aluminiumbronze des Legierungstyps FeNiSi, der in einer Parallelanmeldung be-

schrieben ist.

Patentansprüche

1. Aluminiumbronze bestehend aus 7,5 - 10% Al, 5 - 14% Mn, 1,5 - 4% Si, Rest Kupfer und übliche Verunreinigungen bis insgesamt 1%, mit hoher Beständigkeit gegen Verschleiß und hohem Reibungsbeiwert, als Werkstoff für Synchronringe.
2. Aluminiumbronze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie einen Gehalt von 5 - 9 % Fe aufweist.
3. Aluminiumbronze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie einen Gehalt von 8 - 9% Al, 12 - 13% Mn und 3 - 4% Si, Rest Kupfer und übliche Verunreinigungen bis insgesamt 1% aufweist.
4. Aluminiumbronze nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie einen Gehalt von 8 - 9% Al, 7 - 8% Fe, 5 - 7% Mn und 3 - 4% Si, Rest Kupfer und übliche Verunreinigungen bis insgesamt 1 % aufweist.
5. Aluminiumbronze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** bis zu 0,5% Pb zugegeben sind.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 01 6597

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29. September 1995 (1995-09-29) & JP 07 138680 A (KAIBARA:KK), 30. Mai 1995 (1995-05-30) * Absätze '0005!-'0011!; Tabellen 1-4 * * Absätze '0019!-'0028! *	1-5	C22C9/00 C22C9/01
X	US 5 296 057 A (BABA NOBORU ET AL) 22. März 1994 (1994-03-22) * Spalte 1, Zeile 54 - Spalte 2, Zeile 33; Abbildungen 3,4 *	1-5	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 110 (C-486), 8. April 1988 (1988-04-08) & JP 62 235446 A (KOBE STEEL LTD), 15. Oktober 1987 (1987-10-15) * Zusammenfassung *	1-5	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 215 (C-0716), 8. Mai 1990 (1990-05-08) & JP 02 050928 A (MITSUBISHI METAL CORP), 20. Februar 1990 (1990-02-20) * Zusammenfassung *	1-5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) C22C
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 166 (C-290), 11. Juli 1985 (1985-07-11) & JP 60 039141 A (KOBE SEIKOSHO KK), 28. Februar 1985 (1985-02-28) * Zusammenfassung *	1-5	
D,A	DE 26 21 602 A (HITACHI LTD) 2. Dezember 1976 (1976-12-02) * das ganze Dokument *	1-5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 7. Oktober 2002	Prüfer Rolle, S
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 01 6597

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-10-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 07138680	A	30-05-1995	JP	2592397 B2	19-03-1997
US 5296057	A	22-03-1994	JP	2738999 B2	08-04-1998
			JP	5078767 A	30-03-1993
			KR	257722 B1	01-06-2000
JP 62235446	A	15-10-1987	JP	1781420 C	13-08-1993
			JP	4072897 B	19-11-1992
JP 02050928	A	20-02-1990	JP	2605813 B2	30-04-1997
JP 60039141	A	28-02-1985	JP	1374020 C	07-04-1987
			JP	61043417 B	27-09-1986
DE 2621602	A	02-12-1976	JP	1019416 C	30-10-1980
			JP	51133127 A	18-11-1976
			JP	55009939 B	13-03-1980
			DE	2621602 A1	02-12-1976
			US	4025336 A	24-05-1977

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82