

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 279 748 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.11.2004 Patentblatt 2004/48

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

(21) Anmeldenummer: **02016597.3**

(22) Anmeldetag: **25.07.2002**

(54) **Aluminiumbronze mit hoher Verschleissfestigkeit**

Aluminum bronze with high wear resistance

Bronze à l'aluminium avec une résistance à l'usure élevée

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.01.2003 Patentblatt 2003/05

(73) Patentinhaber: **Diehl Metall Stiftung & Co. KG**
90552 Röthenbach (DE)

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

(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A- 2 621 602 US-A- 5 296 057

- **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)
- **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)
- **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)
- **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)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 279 748 B1

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 26 21 602 C3 eine Aluminiumbronze mit 4 - 12 Gewichtsprozent Al, Spuren bis 1% Si und/oder Be in fester Lösung sowie 4,2 - 10% Eisensilizide, 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 sind 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] Aus der JP 07138680 A ist weiter eine Aluminiumbronze mit 6 - 11 Gew.-% Al, 3 - 8 Gew.-% Mn, 1 - 4 Gew.-% Si, Rest Kupfer sowie unvermeidbaren Verunreinigungen bekannt. Durch Wärmebehandlung werden Mangansilizide kleiner Körnung gebildet.

[0007] Aus der JP 20 509 28 ist eine weitere Aluminiumbronze mit 8,5-15 Gew.-% Al, 0,1-8 Gew.-% Mn, 0,1-3,5 Gew.-% Si sowie als Wahlkomponente 0,1-6 Gew.-% Fe, Ni und/oder Co sowie unvermeidbare Verunreinigungen, Rest Kupfer, bekannt, aus der Sintermetallurgisch Synchronringe mit einer bestimmten Porosität hergestellt werden.

[0008] Aluminiumbronzen haben gegenüber sonstigen Kupferlegierungen, z.B. Messingen den Vorteil, dass aufgrund des verwendeten Aluminiums eine Reduzierung des Teilgewichts 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 Alu-

miniumbronzen gut schweißbar.

[0009] 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.

[0010] Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung eine Legierung vor aus 7,5 - 10% Al, 5 - 14% Mn, 1,5- 4 % Si, 5 - 9 % Fe, 0 - 0,5 % Pb, Rest Kupfer und übliche Verunreinigungen bis insgesamt 1 %. Alle Angaben erfolgen in Gewichtsprozent.

[0011] 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.

[0012] Eine Weiterbildung der 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 kann der erfindungsgemäßen Aluminiumbronze wahlweise bis zu 0,5 % Blei beigegeben sein.

[0015] Nachfolgend werden beispielhaft im Versuch hergestellte Legierungen erläutert.

[0016] Die erste Versuchslegierung weist 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.

[0017] Die zweite Versuchslegierung des Typs FeMn-Si 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.

[0018] Eine Vergleichslegierung 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.

[0019] Man erkennt, dass höhere Gehalte an Eisen, Mangan und Silizium vorteilhaft für einen hohen Verschleißwiderstand sind.

[0020] Diese Eigenschaften der erfindungsgemäßen Legierungen sind in Vergleich zu setzen mit den Eigenschaften derzeit am Markt befindlicher sehr guter Messinglegierungen für Synchronringe, bei denen der Verschleißwiderstand etwa 650 -700 km/g und der Reibungsbeiwert etwa 0,115 bis 0,120 beträgt.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] Die Form der intermetallischen Phasen ist bei einem 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.

Mn, 1,5 - 4% Si, 5 - 9% Fe, 0 - 0,5% Pb, 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 8 - 9% Al, 7 - 8% Fe, 5 - 7% Mn und 3 - 4% Si, Rest Kupfer und übliche Verunreinigungen bis insgesamt 1 % aufweist.

Claims

1. Aluminium bronze containing 7.5 - 10% Al, 5 - 14% Mn, 1.5 - 4% Si, 5 - 9% Fe, 0 - 0.5% Pb, the rest being copper and the usual impurities up to a total of 1%, having a high resistance to wear and tear and a high coefficient of friction, as a material for synchronous rings.
2. Aluminium bronze according to Claim 1, **characterized in that** it has a content of 8 - 9% Al, 7 - 8% Fe, 5 - 7% Mn and 3 - 4% Si, the rest being copper and the usual impurities up to a total of 1%.

Revendications

1. Bronze à l'aluminium, comportant 7,5 à 10 % d'Al, 5 à 14 % de Mn, 1,5 à 4 % de Si, 5 à 9 % de Fe, 0 à 0,5 % de Pb, les reste étant constitué par du cuivre et les impuretés habituelles jusqu'à au total 1 %, ayant une bonne résistance à l'usure et un coefficient de frottement élevé, utilisé comme matériau pour des bagues de synchronisation.
2. Bronze à l'aluminium selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** présente une teneur de 8 à 9 % d'Al, 7 à 8 % de Fe, 5 à 7 % de Mn et 3 à 4 % de Si, le reste étant constitué par du cuivre et les impuretés habituelles jusqu'à en tout 1 %.

Patentansprüche

1. Aluminiumbronze enthaltend 7,5 - 10% Al, 5 - 14%