

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 502 506 A4 2007-04-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 550/2006**

(22) Anmeldetag: **30.03.2006**

(43) Veröffentlicht am: **15.04.2007**

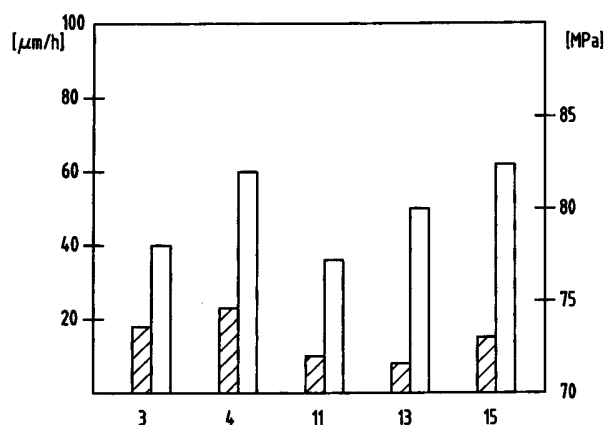
(51) Int. Cl.⁸: **C22C 5/06** (2006.01),
C22C 9/00 (2006.01),
C22C 32/00 (2006.01),
F16C 17/00 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

MIBA GLEITLAGER GMBH
A-4663 LAAKIRCHEN (AT)

(54) LAGERELEMENT

(57) Die Erfindung beschreibt eine Gleitschicht aus einer Legierung auf Silber- oder Kupferbasis für ein Lagerelement. Silber oder Kupfer bilden jeweils mit den aus der Herstellung dieser Metalle unvermeidbaren Verunreinigungen, die Matrix und Bismut ist in einem Mengenanteil enthalten, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 Gew.-% im Falle von Silber bzw. 0,5 Gew.-% im Falle von Kupfer und jeweils einer oberen Grenze von 49 Gew.-%.



AT 502 506 A4 2007-04-15

003261

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Erfindung beschreibt eine Gleitschicht aus einer Legierung auf Silber- oder Kupferbasis für ein Lagerelement. Silber oder Kupfer bilden jeweils mit den aus der Herstellung dieser Metalle unvermeidbaren Verunreinigungen, die Matrix und Bismut ist in einem Mengenanteil enthalten, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 Gew.-% im Falle von Silber bzw. 0,5 Gew.-% im Falle von Kupfer und jeweils einer oberen Grenze von 49 Gew.-%.

(Fig. 1)

Die Erfindung betrifft eine Gleitschicht aus einer Legierung auf Silber- oder Kupferbasis für ein Lagerelement sowie ein damit ausgerüstetes Lagerelement umfassend ein Stützelement, die Gleitschicht und eine dazwischen angeordnete Lagermetallschicht.

Gleitlager zeichnen sich unter anderem dadurch aus, dass Sie eine relativ weiche Gleitschicht aufweisen, um damit eine Anpassung an das gelagerte Element, beispielsweise eine Welle, sowie eine gewisse Einbettfähigkeit von Fremdpartikel zu ermöglichen. Um diese tribologischen Eigenschaften zu erfüllen, wurden bislang im Stand der Technik hauptsächlich Gleitschichten vorgeschlagen die Zinn oder Blei enthielten. Blei ist jedoch hinsichtlich seiner Toxizität unerwünscht und wurde gerade in letzter Zeit vermehrt versucht Lösungen zu finden, um das Blei zu eliminieren.

Für hoch belastete Gleitlageranwendungen im LKW-Bereich wurden neue Schichtsysteme, wie z.B. SnCu6/NiSn/Ni-Laufschichten bzw. Laufschichten aus reinem Bismut bzw. einer Bismutlegierung, wobei das Bismut die Matrix bildet, vorgeschlagen. Letztgenannte Gleitschichten sind aus der DE 100 32 624 A und der DE 10 2004 015 827 A bekannt. Diese Bismutgleitschichten zeichnen sich durch eine bestimmte Orientierung der Kristallite aus.

Aus dem Stand der Technik sind weiters Kupfer-Basis-Legierungen bekannt, die Bismut enthalten. So beschreibt z.B. die GB 2 355 016 A eine Kupferlegierung, die 0,5 Gew.-% bis 15 Gew.-% Zinn, 1 Gew.-% bis 20 Gew.-% Bismut und 0,1 Vol.-% bis 10 Vol.-% Hartpartikel enthält, die einen mittleren Durchmesser von 1 bis 45 µm aufweisen. Das Bismut liegt dabei dispergiert in der Legierung vor. Die Hartpartikel können aus Boriden, Siliziden, Oxiden, Nitriden, Carbiden und/oder intermetallischen Phasen gebildet sein. Die Legierung kann weiters Eisen, Aluminium, Zink, Mangan, Kobalt, Nickel, Silizium und/oder Phosphor in einem Ausmaß von nicht mehr als 40 Gew.-% enthalten. Zur Ver-

besserung der Gleitfähigkeit können bis zu 20 Vol.-% von MoS₂, WS₂, BN und/oder Graphit enthalten sein. Die Legierung wird pulvermetallurgisch hergestellt und z.B. für Buchsen oder Druckscheiben verwendet.

Bei all diesen bekannten Gleitschichten kann jedoch beobachtet werden, dass sie der zunehmenden Belastung von Gleitlagern nicht im erforderlichen Ausmaß Stand halten bzw. andere Erfordernisse, wie z.B. geringe Toxizität etc., nicht erfüllen.

Es ist die Aufgabe der Erfindung eine bleifreie Gleitschicht bzw. ein entsprechendes Lagerelement anzugeben.

Diese Aufgabe der Erfindung wird jeweils eigenständig durch die erfindungsgemäße Gleitschicht, bei der Silber oder Kupfer, mit jeweils aus der Herstellung dieser Metalle unvermeidbaren Verunreinigungen, die Matrix bilden und Bismut in einem Mengenanteil, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 Gew.-% im Falle von Silber, bzw. 0,5 Gew.-% im Falle von Kupfer und jeweils einer oberen Grenze von 49 Gew.-% enthalten ist bzw. durch ein Lagerelement, welches die erfindungsgemäße Gleitschicht enthält, gelöst.

Überraschender Weise wurde festgestellt, dass in den binären Legierungen von Silber und Bismut bzw. Kupfer und Bismut, das Bismut nicht nur die Aufgabe der Weichphase, welche für die Einbettfähigkeit der Gleitschicht verantwortlich ist, übernehmen kann, sondern Bismut auch zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit beiträgt. Es werden damit ähnlich gute Eigenschaften erzielt, wie dies bereits aus Bleibronzen, welche im Stand der Technik für diese Zwecke eingesetzt wurden, bekannt sind.

Die untere Grenze für den Bismutanteil mit 2 Gew.-% im Fall von Silber bzw. 0,5 Gew.-% im Fall von Kupfer wurde im Hinblick darauf gewählt, dass unterhalb dieses Anteils in den binären Legierungen Bismut als Mischkristall mit Silber bzw. Kupfer vorliegt, sodass es zu keiner Dispersion in der Matrix aus Silber bzw. Kupfer kommt. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass diese Grenzen auf den derzeit aus den Phasendiagrammen zur Verfügung stehenden Daten basieren, wobei in diesen Phasendiagramme gewisse, messtechnisch begründete Ungenauigkeiten enthalten sind, sodass auch geringfügig unter diesen Grenzen

2,5 Vol.-%. Beispielsweise kann der Anteil 0,1 Vol.-% oder 0,9 Vol.-% oder 1,5 Vol.-% oder 2 Vol.-% oder 3,5 Vol.-% oder 4 Vol.-% oder 4,5 Vol.-% betragen.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Beispiele näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 die Verschleißfähigkeit verschiedener Gleitschichten.

Einführend sei festgehalten, dass die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene Ausführungsvariante bezogen und bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen sind. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

Ein erfindungsgemäßes Lagerelement besteht aus einem Stützelement, einer Gleitschicht und einer zwischen dem Stützelement und der Gleitschicht angeordneten Lagermetallschicht.

Das Stützelement ist üblicherweise aus Stahl oder einem dazu vergleichbaren Werkstoff gebildet und gibt dem Lagerelement die erforderliche Festigkeit

Die Lagermetallschicht kann jede bekannte Lagermetallschicht sein, beispielsweise eine Aluminium-Zinn-Legierung, eine Kupfer-Legierung, eine Aluminium-Legierung, etc.

Beispiele hierfür sind:

1. Lagermetalle auf Aluminiumbasis (nach DIN ISO 4381 bzw. 4383):
AlSn6CuNi, AlSn20Cu, AlSi4Cd, AlCd3CuNi, AlSi11Cu, AlSn6Cu, AlSn40,
AlSn25CuMn, AlSi11CuMgNi;
2. Lagermetalle auf Kupferbasis (nach DIN ISO 4383):
CuSn10, CuAl10Fe5Ni5, CuZn31Si1, CuPb24Sn2, CuSn8Bi10;

3. Lagermetalle auf Zinnbasis:

SnSb8Cu4 , SnSb12Cu6Pb .

Selbstverständlich können auch andere als die genannten Lagermetalle auf Basis von Aluminium-, Nickel-, Kupfer-, Silber-, Zinn-, Eisen- oder Chromschichten verwendet werden.

Gegebenenfalls kann zwischen der Gleitschicht und der Lagermetallschicht und/oder der Lagermetallschicht und dem Stützelement zumindest eine weitere Schicht angeordnet sein. Diese kann z.B. als Diffusionssperre oder als Bindeschicht wirken. Beispiele hierfür sind Aluminiumschichten, Zinnschichten, Kupferschichten, Nickelschichten. Selbstverständlich können diese Schichten auch durch Legierungen gebildet werden.

Unter einem erfindungsgemäßen Lagerelement wird insbesondere ein Gleitlager verstanden. Dies kann beispielsweise die Form einer Halblagerschale ausgebildet sein, wobei für das Lager selbst zwei Halblagerschalen in an sich bekannter Weise zusammengestellt werden. Andererseits ist es auch möglich, dass das Lagerelement eine Lagerbuchse ist, ein Anlauftring, etc. ist. Des Weiteren ist es möglich, dass die Gleitschicht direkt auf ein Element einer Lagerbaugruppe aufgetragen wird, beispielsweise in das Auge einer Pleuelstange. Die Gleitschicht besteht erfindungsgemäß aus einer binären Legierung mit einer Silber- oder Kupfermatrix, in der Bismut dispergiert vorliegt.

Von der Gleitschicht wurden folgende Testmuster stellvertretend für Legierungen aus dem gesamten, beanspruchten Bereich des Bismutgehaltes angefertigt.

Tabelle 1:

Nummer	Ag [Gew.-%]	Bi [Gew.-%]
1	99	1
2	95	5
3	90	10
4	88	12
5	82	18

6	75	25
7	70	30
8	65	35
9	60	40
10	52	48

Tabelle 2:

Nummer	Cu [Gew.-%]	Bismut [Gew.-%]
11	98	2
12	97	7
13	90	10
14	85	15
15	78	22
16	70	30
17	65	35
18	60	40
19	56	54
20	51	49

Die erfindungsgemäße Gleitschicht wurde galvanisch auf ein Halbfertigfabrikat aufgetragen. Dieses Halbfertigfabrikat wurde durch Plattieren der Lagermetallschicht auf das Stützelement hergestellt.

Da das elektrochemische Potential der Schichtkomponenten Silber bzw. Kupfer und Bismut bei entsprechender Komplexierung relativ eng beieinander liegen, ist es möglich mit schwacher Komplexbildung einen stabilen Elektrolyten zu formulieren. Die beiden folgenden Elektrolyte sind jeweils alternativ zu sehen.

Elektrolyt 1:

Silber als $\text{KAg}(\text{CN})_2$	22 g/l.
Bismut $\text{BiO}(\text{NO}_3) \cdot \text{H}_2\text{O}$	7g/l.
KOH	35g/l.
$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	60 g/l
Tensid	0,1 g/l

Die Beschichtung wurde mit einer Stromdichte von $0,75 \text{ A/dm}^3$ bei einer Temperatur des Bades von 25°C durchgeführt.

Elektrolyt 2:

Silber als Methansulfonat (MSA)	30 g/l
Bismut als Methansulfonat (MSA)	7 g/l
Eiweißaminosäure	100 g/l
Tensid	0,1 g/l

Die Beschichtung wurde in einer Stromdichte von 1 A/dm^3 bei einer Temperatur von 25°C durchgeführt.

Anstelle der Silbersalze in den obigen Elektrolyten 1 und 2 können auch Kupfersalze verwendet werden, wie z.B. Cu-Methansulfonat, Cu-Flouorborat, Cu-Sulfat, Cu-Pyrophosphat, Cu-Phosphonat, etc..

Es sei an dieser Stelle bemerkt, dass neben der galvanischen Beschichtung auch das Walzplattieren einer bereits fertigen Schicht aus der erfindungsgemäßen Legierung auf die Lagermetallschicht möglich ist. Da dieses Verfahren bereits aus dem Stand der Technik bekannt ist sei der Fachmann an die einschlägige Literatur verwiesen.

Des Weiteren ist es möglich, die Gleitschicht mittels PVD-Verfahren herzustellen. Insbesondere Kathodensputtern ist hier von Vorteil. Dafür können jeweils zwei Kathoden, eine bestehend aus Silber oder Kupfer die andere aus Bismut verwendet werden. Es ist hierbei auch möglich innerhalb der Schicht einen Konzentrationsgradienten von Bismut herzustellen, indem die Kathoden mit unterschiedlichen Leistungen über den Beschichtungsverlauf betrieben werden.

Durch einen derartigen Gradienten in der Schicht ist es möglich die Gleitschicht im Bereich des zu lagernden Elementes, beispielsweise der Welle, mit einem hohen Bismutanteil auszugestalten, sodass die Einbettfähigkeit sowie die Schmierfähigkeit in diesem Bereich verbessert ist. Im Bereich des Überganges zur Lagermetallschicht kann der Bismutgehalt in der Legierung niedriger sein, wodurch die erfindungsgemäße Gleitschicht eine höhere Strukturfestigkeit aufweisen kann. Für das Verfahren bedeutet dies, dass zum Beginn der Abscheidung die Leistung der Bismutkathode am geringsten ist und langsam – entweder schrittweise oder kontinuierlich – während der Beschichtung bis zum Endwert gesteigert wird.

Die Ergebnisse der an den Testmustern 3, 4, 11, 13 und 15 durchgeführten Prüfungen sind in Fig. 1 stellvertretend für sämtliche weiteren Testmuster dargestellt. Dabei ist auf der X-Achse die Nummer des jeweiligen Testmusters aufgetragen, die linke Y-Achse bezeichnet die Verschleißrate in $\mu\text{m}/\text{h}$ Laufzeit, die rechte Y-Achse die Belastung bei Fressen des Gleitlagers in MPa. Korrespondierend dazu zeigt jeweils der linke Balken die Verschleißrate und der rechte Balken die Belastung der einzelnen Muster.

Die Tests wurden mit einem Schmieröl des Typs SAE 10 durchgeführt. Die Oberflächengeschwindigkeit betrug 12,6 m/s. Die Schichtdicke der Gleitschicht betrug 20 μm .

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die Dicke der Gleitschicht durchaus variieren kann, wobei im Rahmen der Entwicklung Schichtdicken im Bereich zwischen 2 μm und 25 μm hergestellt und ausgetestet worden. So wurden Gleitschichten mit einer Dicke von 4 μm , 8 μm , 12 μm , 15 μm , 20 μm und 25 μm hergestellt.

Die Härten der getesteten Gleitschichten bewegten sich nach Vickers im Bereich von 65 HV bis 170 HV. Es wurden aber auch Härten, ausgewählt aus dem Bereich mit einer unteren Grenze von HV 85 und einer oberen Grenze von HV 120 hergestellt.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, sind sämtliche getesteten Muster hinsichtlich ihrer Belastbarkeit vergleichbar mit aus dem Stand der Technik bekannten Bleibronzen. Hinsichtlich der Fressbelastung konnte festgestellt werden, dass Legierungen mit einem Bismutzusatz, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 10 Gew.-% und einer oberen Grenze von 30 Gew.-% besser abschnitten.

Wie bereits erwähnt ist es möglich die Verschleißfestigkeit der Gleitschicht durch die Einlagerung von Nanopartikeln zu verbessern. Diese können eine Korngröße aufweisen, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 10 nm und einer oberen Grenze von 100 nm. Bevorzugt wird die Herstellung der Gleitschicht so durchgeführt, dass diese Hartpartikel in der dispergierten Bismutphase eingelagert werden. Die Gleitschicht selber kann dazu schmelzmetallurgisch hergestellt werden und beispielsweise durch Walzplattierung mit der Lagermetallschicht verbunden werden. Als besonders geeignet haben sich hierbei Partikel herausgestellt, ausgewählt aus einer Gruppe umfassend TiO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3 , Diamant. Der Anteil der Nanopartikel an der jeweiligen binären Legierung beträgt zwischen 0,05 Vol.-%, vorzugsweise 0,5 Vol.-%, und 5 Vol.-%, vorzugsweise 3 Vol.-%, bezogen auf die jeweilige Silber-Bismut- bzw. Kupfer-Bismut-Legierung aus in Summe 100 Gew.-% Silber bzw. Kupfer und Bismut.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mit umfassen. Z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mitumfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereich beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1 oder 5,5 bis 10.

Die Ausführungsbeispiele beschreiben mögliche Ausführungsvarianten des Lagerelements bzw. der Gleitschicht, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich

sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt. Es sind also auch sämtliche denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombinationen einzelner Details der dargestellten und beschriebenen Ausführungsvariante möglich sind, vom Schutzzumfang mitumfasst.

Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrunde liegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Patentansprüche

1. Gleitschicht aus einer Legierung auf Silber- oder Kupferbasis für ein Lager-
element, dadurch gekennzeichnet, dass Silber oder Kupfer, jeweils mit den aus der Herstel-
lung dieser Metalle unvermeidbaren Verunreinigungen, die Matrix bilden und Bismut in
einem Mengenanteil ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 Gew.-
% im Falle von Silber bzw. 0,5 Gew.-% im Falle von Kupfer und jeweils einer oberen
Grenze von 49 Gew.-% enthalten ist.
2. Gleitschicht nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Bismut in einem
Mengenanteil ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 10 Gew.-% im
und einer oberen Grenze von 30 Gew.-% enthalten ist.
3. Gleitschicht nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der Legierung
Hartpartikel enthalten sind mit einer Korngröße, ausgewählt aus einem Bereich mit einer
unteren Grenze von 10 nm und einer oberen Grenze von 100 nm.
4. Gleitschicht nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Hartpartikel
aus einer Gruppe umfassend Oxide, Carbide, Nitride, wie z.B. Titandioxid, Zirkoniumdi-
oxid, Aluminiumoxid, Wolframcarbid, Siliziumnitrid sowie auch aus Diamant und Mi-
schungen von zumindest zwei verschiedenen Werkstoffen daraus, ausgewählt sind.
5. Gleitschicht nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,
dass der Anteil der Hartpartikel bezogen auf die Ag/Bi- bzw. Cu/Bi-Legierung ausgewählt
ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,05 Vol- % und einer oberen Grenze
von 5 Vol- %.

6. Lagerelement, insbesondere Gleitlager, umfassend ein Stützelement, eine Gleitschicht und eine dazwischen angeordnete Lagermetallschicht, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitschicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche gebildet ist.

Miba Gleitlager GmbH

durch


(Dr. Ötner)

003061

Fig.1

