

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Oktober 2009 (15.10.2009)

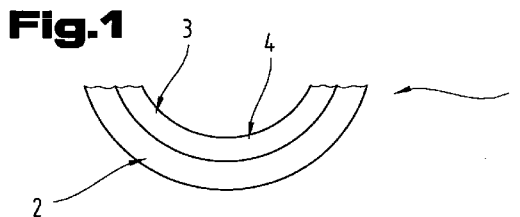
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/124331 A2

PCT

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
F16C 33/12 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/AT2009/000137
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
7. April 2009 (07.04.2009)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
A 547/2008 7. April 2008 (07.04.2008) AT
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** MIBA GLEITLAGER GMBH [AT/AT]; Dr. Mitterbauer-Strasse 3, A-4663 Laakirchen (AT). **KS GLEITLAGER GMBH** [DE/DE]; Am Bahnhof 14, 68789 St. Leon-Rot (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** ZIDAR, Jakob [AT/AT]; Maximilianstrasse 19/1, A-4813 Altmünster (AT).
- (74) **Anwalt: OFNER, Clemens;** Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt GmbH, Rosenauerweg 16, A-4580 Windischgarsten (AT).
- (81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) **Title:** SLIDING BEARING

(54) **Bezeichnung:** GLEITLAGER



(57) **Abstract:** The invention relates to a sliding bearing (1) comprising a supporting element (2) on top of which at least one additional functional layer (3) is arranged which is produced of a silver-based alloy with silver as the main constituent of the alloy. The functional layer (3) contains, in addition to silver, at least one element from the group including gallium, manganese, nickel, copper, zinc, germanium, indium, tin, antimony and aluminum, the total weight of said elements accounting for 0.01% by weight to 70% by weight and forming the remainder silver containing the process-related impurities, with the proviso that the content of each of the elements gallium, manganese, nickel, zinc, germanium and antimony in the binary silver-based alloys is not more than 49% by weight, the indium content being not more than 10% by weight, the tin or copper content in the functional layer embodied as an overlay being not more than 10% by weight and 14% by weight, respectively.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Gleitlager (1) umfassend ein Stützelement (2) auf dem zumindest eine weitere Funktionsschicht (3) aus einer Silberbasislegierung mit Silber als Hauptlegierungsbestandteil angeordnet ist. Die Funktionsschicht (3) enthält neben Silber zumindest ein Element aus einer Gruppe umfassend Gallium, Mangan, Nickel, Kupfer, Zink, Germanium, Indium, Zinn, Antimon, und Aluminium, wobei der Gesamtgehalt dieser Elemente zwischen 0,01 Gew.-% und 70 Gew.-% beträgt und den Rest Silber mit den herstellungsbedingten Verunreinigungen bildet, mit der Maßgabe, dass in binären Silberbasislegierungen der Anteil jedes der Elemente Gallium, Mangan, Nickel, Zink, Germanium, Antimon maximal 49 Gew.-% beträgt, der Anteil an Indium maximal 10 Gew.-% beträgt, der Anteil an Zinn bzw. Kupfer in der Ausbildung der Funktionsschicht als Laufschicht maximal 10 Gew.-% bzw. 14 Gew.-% beträgt.



WO 2009/124331 A2

Gleitlager

5 Die Erfindung betrifft ein Gleitlager, umfassend ein Stützelement, auf dem zumindest eine weitere Funktionsschicht aus einer Silberbasislegierung mit Silber als Hauptlegierungsbestandteil angeordnet ist, wobei gegebenenfalls zwischen der Funktionsschicht und dem Stützelement oder auf der Funktionsschicht zumindest eine weitere Schicht angeordnet ist.

10 Die Verwendung von Silber bzw. Legierungen mit Silber als Funktionsschichten von Lagern ist aus dem Stand der Technik bereits bekannt.

So beschreibt die EP 1 306 569 A2 einen Achszapfen mit einer Buchse, die außen mit einer Kupferbasislegierung beschichtet ist, die zwischen 15 und 90 Gew.-% Silber enthält.

15 Aus der US 2002/0026855 A1 ist eine zweiphasige Sintergleitschicht mit einer Kupferlegierungsphase bekannt, die bis zu 40 Gew.-% Silber enthalten kann.

20 Die US 5,911,513 A beschreibt eine Gleitschicht auf Zinn- oder Aluminiumbasis mit Anteilen zwischen 0,1 und 25 Gew.-% an Silber.

Aus der AT 502 506 A4 ist eine Gleitschicht auf Silberbasis bekannt, mit einem Bismutanteil zwischen 2 und 49 Gew.-%.

25 Die JP 2007-032758 A beschreibt eine Gleitschicht aus einer Legierung mit 1 bis 20 Gew.-% Silber.

Aus der WO 2005/015036 A1 und der WO 2005/015037 A1 ist jeweils eine Bismut-Gleitschicht mit 0 bis 20 Gew.-% Silber bekannt.

30 Die JP 2004-307960 A beschreibt eine Gleitschicht aus einer Silberbasislegierung mit 0,05 bis 30 Gew.-% Sulfide bildende Metallpartikel, die keine Mischkristalle mit Silber bilden, sowie 0,05 und 30 Gew.-% Hartpartikel.

- 2 -

Aus der JP 2003-322152 A ist eine silberbasierte Gleitschicht mit DLC als Festschmierstoff bekannt.

5 Die US 6,354,919 B1 beschreibt eine bleifreie Gleitschicht aus einer Zinnbasislegierung mit 2 bis 10 Gew.-% Silber.

Die US 2002/0162751 A1 beschreibt ein Gleitelement mit einer Hartchromschicht, die mit galvanisch abgeschiedenem Silber beschichtet ist.

10 Aus der JP 2002-060869 A ist eine Gleitschicht aus einer Kupferbasislegierung mit 2 bis 4 % Silber und 1 bis 10 % Zinn bekannt. Silber und Zinn liegen dabei bevorzugt als feste Lösungen in der Kupfermatrix vor.

15 Gemäß der EP 0 908 539 A2 kann eine kupferbasierte Gleitschicht einen Silberanteil von bis maximal 20 Gew.-% aufweisen.

Nach der JP 11-050296 A kann eine bismutbasierte Gleitschicht zwischen 0,5 und 10 Gew.-% Silber aufweisen.

20 Eine Gleitschicht mit 1 bis 15 Gew.-% Silber beschreibt die JP 4-202640 A.

Aus der WO 89/01094 A1 ist eine Laufschrift aus einer Legierung mit Silber als Hauptlegierungsbestandteil bekannt, die zwischen 15 Vol.-% und 40 Vol.-% eines Weichmetalls als Einlagerung enthält.

25 Die JP 62-292890 A beschreibt Gleitlagerung für Hochvakuumanwendungen mit einer Silber-Gold-Legierungsschicht als Gleitschicht.

30 Aus der US 2,473,059 A ist ein Lager auf Aluminiumbasis bekannt, mit 5 bis 25 Gew.-% Zinn, 5 bis 12 Gew.-% Silizium und 0,5 bis 10 Gew.-% Silber.

Die US 605,593 A beschreibt eine Gleitlagerhalbschale mit einer Lagerlegierung aus einer Kupferlegierung mit 5 bis 20 Gew.-% Silber und 30 bis 40 % Blei.

In „Neue Lagermaterialien mit guten Trockenlaufeigenschaften“, Dr. H. B. Hintermann, Schweizer Archiv, Vol. 38, Februar 1972, Seiten 51-59, sind Silber-Indium-Legierungen für Lagerelemente beschrieben, mit einem Indiumanteil zwischen 10 und 70 Gew.-%.

5 Schließlich beschreibt „Tribological Properties of Environmentally Friendly Three-Layer Engine Bearings“, A. Norito, et al., Int. J. of Applied Mechanics and Engineering, 2002, Vol. 7, special issue: SITC 2002, Seiten 263-268, Beschichtungen basierend auf Silber-Graphit-Kompositmaterialien.

10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schicht für hoch belastete Gleitlager zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe der Erfindung wird durch das eingangs genannte Gleitlager gelöst, bei dem die Funktionsschicht neben Silber zumindest ein Element aus einer Gruppe umfassend Gallium,
15 Mangan, Nickel, Kupfer, Zink, Germanium, Indium, Zinn, Antimon und Aluminium enthält, wobei der Gesamtgehalt dieser Elemente zwischen 0,01 Gew.-% und 70 Gew.-% beträgt und den Rest Silber mit den herstellungsbedingten Verunreinigungen bildet, mit der Maßgabe, dass in binären Silberbasislegierungen der Anteil jedes der Elemente Gallium, Mangan, Nickel, Zink, Germanium, Antimon maximal 49 Gew.-% beträgt, der Anteil an Indium maximal
20 10 Gew.-% beträgt, der Anteil an Zinn bzw. Kupfer in der Ausbildung der Funktionsschicht als Laufschrift maximal 10 Gew.-% bzw. 14 Gew.-% beträgt.

Von Vorteil ist dabei, dass sich die Funktionsschicht durch eine relativ hohe Härte auszeichnet. Zudem zeigen Schichten mit der erfindungsgemäßen Zusammensetzung eine deutlich
25 verbesserte Korrosionsfestigkeit gegenüber Reinsilber bzw. den bekannten Silberschichten für Gleitlager zumindest teilweise aufgrund geringerer Neigung zur Silbersulfidbildung mit den schwefelhaltigen Verbindungen des Schmieröls. Neben diesen verbesserten Eigenschaften kann mit den erfindungsgemäßen Schichten auch ein deutlicher Kostenvorteil erreicht werden, da durch das Zulegieren von kostengünstigeren Metallen der Silberanteil bei gleicher
30 Auflagenstärke der Schicht sinkt. Aufgrund der Härte weist die erfindungsgemäße Funktionsschicht eine verbesserte Verschleißfestigkeit auf, beispielsweise bedingt durch Bildung von phosphorhaltigen Verschleißschutzschichten bzw. Reaktionsschichten durch Reaktion von Mangan, Zink oder Aluminium mit phosphorhaltigen Verbindungen des Schmieröls, sodass

- 4 -

die erfindungsgemäßen Gleitlager einer höheren Belastung über einen längeren Zeitraum Stand halten. Die Sulfidbildung mit Legierungselementen, wie z.B. Mangan, Nickel, Kupfer oder Zink kann aber auch zur Verbesserung der Gleitfähigkeit führen. Mit den zulegierten Metallen kann aber nicht nur die Härte der Funktionsschicht zur Verfügung gestellt werden, sondern ist damit auch eine verbesserte Duktilität dieser Schicht erreichbar, beispielsweise mit Gallium oder Indium. Das erfindungsgemäße Gleitlager weist also insgesamt eine verbesserte Dauerfestigkeit bzw. Ermüdungsfestigkeit auf.

Bevorzugte Anteile der einzelnen Legierungsbestandteile sind in den Ansprüche 2 bis 9 angegeben. Es konnte im Rahmen von Testläufen erfindungsgemäßer Gleitlager beobachtet werden, dass bei Silberlegierungen mit den in diesen Ansprüchen näher gekennzeichneten maximalen Anteilen der einzelnen Legierungsbestandteile eine weitere Verbesserung der Verschleißigenschaften erreicht werden kann. Diese Angaben sind als Bereichsangaben von 0 Gew.-% bis zum jeweiligen maximalen Anteil der Metalle zu verstehen.

Zur weiteren Optimierung der Verschleißfestigkeit kann in der Silberbasislegierung der Funktionsschicht zumindest eine Hartphase entsprechend Anspruch 10 und/oder Partikel entsprechend Anspruch 11 enthalten sein, die sowohl metallisch als auch nicht metallisch sein können und/oder zumindest eine Art von Weichpartikel bzw. Weichphasen entsprechend Anspruch 12.

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

Es zeigen jeweils in stark schematisch vereinfachter Darstellung:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines Zweischicht-Gleitlagers in Form einer Gleitlagerhalbschale;

Fig. 2 bis Fig. 5 jeweils einen Ausschnitt aus Ausführungsvarianten des Schichtaufbaus von Gleitlagern;

Fig. 6 einen Ausschnitt einer Pleuelstange im Bereich des Pleuelauges in

Seitenansicht.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

10

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 mit umfasst 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.

15

Die Fig. 1 bis 6 zeigen unterschiedliche Schichtaufbauten für Gleitlager 1. Jedes dieser Gleitlager 1 weist ein Stützelement 2 auf, auf dem eine erfindungsgemäße Funktionsschicht 3, gegebenenfalls unter Anordnung von Zwischenschichten aufgebracht ist.

20

So ist das Gleitlager 1 nach Fig. 1 als so genanntes Zweischicht-Lager in Form einer Gleitlagerhalbschale ausgebildet. Dabei ist die Funktionsschicht 3 unmittelbar mit dem Stützelement 2 verbunden und bildet eine Laufschrift 4.

25

Der Schichtaufbau des Gleitlagers 1 nach Fig. 2 umfasst zwischen dem Stützelement 2 und der als Laufschrift 4 ausgebildeten Funktionsschicht 3 als Zwischenschicht eine so genannte Lagermetallschicht 5.

30

Die Lagermetallschicht 5 kann prinzipiell aus den üblichen, aus dem Stand der Technik bekannten Lagermetallen für derartige Gleitlager 1 bestehen, beispielsweise aus Aluminium- oder Kupferbasislegierungen.

- 6 -

Bei der Ausführungsvariante des Gleitlagers 1 nach Fig. 3 ist die Funktionsschicht 3 wiederum direkt mit dem Stützelement 2 verbunden, allerdings ist diese Funktionsschicht 3 auf der Rückseite, d.h. einem Lagerrücken 6, des Gleitlagers 1 angeordnet, also nicht wie bei den Ausführungsvarianten nach Fig. 1 bzw. 2, einem zu lagernden Bauteil zugewandt. Diese Funktionsschicht 3 nach Fig. 3 bildet beispielsweise eine so genannte Antifrettingschicht 7, um das Gleitlager 1 besser vor Korrosion und/oder Reibverschleißung zu schützen, oder eine Einbauhilfsschicht.

In Fig. 4 ist eine Ausführungsvariante des Schichtaufbaus des Gleitlagers 1 gezeigt, bei der die Funktionsschicht 3 als Bindschicht 8 sich zwischen dem Stützelement 2 und der Lagermetallschicht 5 befindet. Auf der Lagermetallschicht 5 ist eine Laufschrift 9 angeordnet, die zu voranstehend genannter Laufschrift 4 (Fig. 1) unterschiedlich ist. Die Funktionsschicht 3 als Zwischenschicht kann aber die Funktion einer so genannten Diffusionssperrschicht 10 haben.

Zum Unterschied dazu ist bei der Ausführungsvariante nach Fig. 5 die Funktionsschicht 3 zwischen der Lagermetallschicht 5 und der Laufschrift 9 angeordnet, wiederum um beispielsweise als Bindschicht 8 und/oder Diffusionssperrschicht 10 zu fungieren.

Es können bei den Ausführungen nach den Fig. 4 und 5 die Lagermetallschicht 5 durch aus dem Stand der Technik bekannte Legierungen gebildet sein, ebenso können die Laufschriften 9 aus herkömmlichen Werkstoffen, die für diese Zwecke aus dem Stand der Technik bekannt sind, bestehen. Als Beispiele hierfür seien Aluminium, Kupfer, Indium, Bismut, Zinn oder Blei sowie deren Legierungen mit einem höheren Anteil an Weichphasen, harte Sputterschichten ebenso wie Laufschriften 9 aus Gleitlacken genannt.

Fig. 6 zeigt schließlich eine Ausführungsvariante der Erfindung, bei der die Funktionsschicht 3 ebenfalls direkt mit dem Stützelement 2 verbunden ist, wobei in diesem Fall das Stützelement 2 nicht eine gesonderte Gleitlagerhalbschale bildet, sondern eine Pleuelstange 11 und ist dabei ein Pleuelauge 12 direkt mit der Funktionsschicht 3 beschichtet.

- 7 -

Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, dass Bindschichten 8 bekanntlich zur Verbesserung der Haftfestigkeit des Schichtverbundes und Diffusionssperrschichten 10 zur Vermeidung der Diffusion einzelner Bestandteile einer Schicht in eine andere Schicht dienen.

5 Diese Ausführungsvarianten der Schichtaufbauten nach den Fig. 1 bis 6 stellen nur einige Beispiele von im Rahmen der Erfindung möglichen Ausführungsvarianten dar. Selbstverständlich sind auch andere Ausführungen mit mehr als den dargestellten Schichten möglich, in dem beispielsweise ein derartiges Gleitlager 1 sowohl das Stützelement 2, die Lagermetallschicht 5, die Laufschiicht 4 bzw. 9, sowie zwischen den einzelnen Schichten Binde- und/oder
10 Diffusionssperrschichten (8, 10) und gegebenenfalls auf der Rückseite des Lagers die Antifrettingschicht 7 aufweist. Die Funktionsschicht 3 kann auch bei Mehrschichtlagern als Laufschiicht 4 und/oder Lagermetallschicht 5 und/oder Binde- bzw. Diffusionssperrschicht (8, 10), als Schicht auf dem Rücken des Gleitlagers 1, etc. ausgebildet sein.

15 Es sind auch Ausführungen von Gleitlagern möglich, bei denen mehr als eine Schicht durch die Funktionsschicht 3 gebildet ist, beispielsweise die Laufschiicht 4 und die Lagermetallschicht 5 sowie gegebenenfalls die Bindschicht 8 und/oder die Diffusionssperrschicht 10, wengleich bei diesen Varianten der Erfindung diese Schichten normalerweise eine unterschiedliche Zusammensetzung aufweisen.

20 Generell sei angemerkt, dass unter Gleitlagern 1 im Sinne der Erfindung nicht nur die dargestellten Ausführungsvarianten verstanden werden sollen, sondern generell Lager, die einer tribologischen Beanspruchung unterliegen und die ein weiteres Bauteil drehbeweglich lagern. Beispiel hierfür sind die oben angesprochenen Gleitlagerhalbschalen, ebenso wie Kolbenbolzen, Lagerzapfen, Pleuelaugen, Lagerbuchsen, Anlaufringe, etc, wobei diese Gleitlager 1 sowohl gesonderte Bauteile sein können oder aber auch durch Direktbeschichtung hergestellt werden können, wie dies im Falle der Fig. 6 ersichtlich ist.

30 Erfindungsgemäß ist die Funktionsschicht 3 aus einer Silberbasislegierung hergestellt, wobei Silber den Hauptlegierungsbestandteil bildet, also im Bezug auf die Zusammensetzung der Legierung, den höchsten Mengenanteil aufweist. Neben Silber enthält die Silberbasislegierung zumindest ein Element aus einer Gruppe umfassend Gallium, Mangan, Nickel, Kupfer, Zink, Germanium, Indium, Zinn, Antimon und Aluminium, wobei der Gesamtgehalt dieser

- 8 -

weiteren Legierungselemente zwischen 0,01 Gew.-% und 70 Gew.-% beträgt. Bei binären Legierungen ist der Mengenanteil an Silber zumindest 51 Gew.-%. Weiters ist vorgesehen, dass der Anteil an Indium generell maximal 10 Gew.-% in binären erfindungsgemäßen Silberbasislegierungen beträgt, der Anteil an Zinn bzw. Kupfer in der Ausbildung der Funktions-
5 schicht als Gleitschicht 5 maximal 10 Gew.-% bzw. 14 Gew.-% beträgt.

In bevorzugten Ausführungsvarianten beträgt der Anteil an Gallium maximal 15 Gew.-% und/oder der Anteil an Mangan maximal 35 Gew.-% und/oder der Anteil an Nickel maximal 8 Gew.-% und/oder der Anteil an Zink maximal 40 Gew.-% und/oder der Anteil an Germanium
10 maximal 15 Gew.-% und/oder der Anteil an Indium maximal 35 Gew.-% und/oder der Anteil an Antimon maximal 25 Gew.-% und/oder der Anteil an Aluminium maximal 15 Gew.-%.

Diese bevorzugten Anteile begründen sich damit, dass, obwohl mit höheren Anteilen zwar Kostenvorteile erzielbar sind, oberhalb der Grenze der angegebenen Mengenanteile unter
15 Umständen Phasen auftreten, die schlechter verformbar sind. Beispielsweise Zinn kann in höheren Anteilen auch harte Phasen bilden, wodurch die Anpassungsfähigkeit des Gleitlagers 1 aufgrund verringerter Duktilität verringert werden kann. Insbesondere bei höheren Mengenanteilen an Gallium und Indium können diese auch als eigene Phase auftreten, wodurch die Temperaturbelastbarkeit sinkt. Darüber hinaus konnte beobachtet werden, dass mit höheren
20 Mengenanteilen an den Legierungselementen unter Umständen die positiven Eigenschaften der Silberlegierung, nämlich die geringe Affinität zu Stahl bzw. Eisen, teilweise verloren gehen. Unter Umständen zeigen Silberlegierungen mit höheren Anteilen an Legierungselementen auch eine erhöhte Fressneigung.

25 Es sei erwähnt, dass die angegebenen Grenzwerte als Bereichsangabe von 0 Gew.-% bis zur jeweiligen Bereichsgrenze verstanden werden sollen.

Anhand der Daten aus den Versuchsergebnissen mit erfindungsgemäßen Gleitlagern 1 konnte festgestellt werden, dass es vorteilhaft ist, wenn der Anteil an Gallium zwischen 2 Gew.-%
30 und 8 Gew.-% und/oder der Anteil an Mangan zwischen 5 Gew.-% und 15 Gew.-% und/oder der Anteil an Nickel zwischen 1 Gew.-% und 2 Gew.-% und/oder der Anteil an Kupfer zwischen 1 Gew.-% und 5 Gew.-% und/oder der Anteil an Zink zwischen 10 Gew.-% und 30 Gew.-% und/oder der Anteil an Germanium zwischen 1 Gew.-% und 5 Gew.-% und/oder der

- 10 -

9			5							112	
10			2							98	
11				14						115	
12				10						95	
13				5						88	
14						15				91	
15						10				85	
16						4				81	
17							10			80	
18							8			92	
19							4			110	
20								10		84	
21								8		82	
22								5		79	
23									20	83	
24									12	80	
25									8	79	
26									22	83	
27									15	81	
28									3	78	
29										18	90
30										8	87
31										5	83
32		8			25						121
33	1	5			10			8			118
34		12	4								105
35		15			35			20			135
36	2		3	6		1	5				108
37					22					8	111
38		4		4							93
39		10			30						101
40	1	8			25						99
41		5			5					25	88
42			10		5		2			3	101
43	5	10		2	15			20			112
44		5	4	3					10		101
45		5									87
46					10						88
47					3						80

48			1					2			78
49							3		4		80
50		1									80
51					1						81
52			4								84
53	1									8	79
54										4	75
55									8		77
56					10						91
57		5									89
58					2						85

Die Beispiele 1 bis 38 stellen dabei die Ausführungen der Funktionsschicht 3 als Laufschi-
 4 dar, die Beispiele 39 bis 44 Ausführungen der Funktionsschicht 3 als Lagermetallschicht 5,
 die Beispiele 45 bis 46 Ausführungen der Funktionsschicht 3 als Bindschicht 8, die Beispie-
 5 47 bis 51 Ausführungen der Funktionsschicht 3 als Diffusionssperrschicht 10 und die Beispie-
 le 52 bis 58 Ausführungen der Funktionsschicht 3 Antifrettingschicht 7.

Generell sei angemerkt, dass die Härte durch Weichglühen um bis zu 20 % absinken kann.
 Durch galvanische, beispielsweise cyanidische, Abscheidung oder PVD-Abscheidung (Gas-
 10 phasenabscheidung) der Schichten kann die Härte um bis zu 50 % zunehmen.

Die Korrosionsfestigkeit wurde nach einem Ölkochtest bei einer Temperatur von 160 °C und
 einer Kochzeit von 50 h bestimmt. Die Korrosionsschicht wurde als Ag₂S bestimmt. Reines
 Silber wies eine Dicke der Korrosionsschicht von ca. 5 µm auf. Mit den erfindungsgemäßen
 15 Legierungen konnte diese Schichtdicke auf 1 µm bis 2,5 µm reduziert werden.

Beispiele für erfindungsgemäße Funktionsschichten 3 sind AgZn15, AgMn10, AgAl6, oder
 ähnliche.

20 Zur weiteren Verbesserung der Matrix bzw. der Silberlegierungen besteht die Möglichkeit,
 diesen weitere Metalle zur Ausbildung von Hartphasen zuzulegieren. Insbesondere wird zu-
 mindest ein Element aus einer weiteren Elementgruppe umfassend Chrom, Eisen, Kobalt,
 Molybdän, Wolfram, in einem Anteil zwischen 0,1 Vol.-% und 30 Vol.-%, insbesondere in
 einem Anteil von 2 Vol.-% bis 10 Vol.-%, bezogen auf die gesamte Legierung zulegiert. Es

- 12 -

können aber auch nichtmetallische Partikel, wie beispielsweise Metallnitride, Metallcarbide, Metalloxide, etc, in einem Anteil von 0,1 Vol.-% und 30 Vol.-%, insbesondere in einem Anteil von 2 Vol.-% bis 10 Vol.-%, der jeweiligen Silberbasislegierung zulegiert werden. Beispiele hierzu sind aus Tabelle 2 ersichtlich, wobei die angegebenen Zahlenwerte in Vol.-% zu verstehen sind, jeweils bezogen auf die gesamte Silberbasislegierung. Die Legierungsnummer in Spalte 1 bezieht sich dabei auf die jeweilige Zusammensetzung aus Tabelle 1.

Generell konnte festgestellt werden, dass durch diesen Zusatz eine weitere Härtesteigerung dieser Silberbasislegierungen um bis zu 20 % erreicht werden kann, sodass die Belastbarkeit derartiger Gleitlager 1 deutlich verbessert ist oder dass bei zumindest annähernd gleicher Härte der Legierungen die Verschleißbeständigkeit verbessert wird.

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass, obwohl keine Mischungen an Hartphasen angegeben sind, es selbstverständlich möglich mehrere unterschiedliche Hartphasen zu verwenden.

Wiederum sei darauf hingewiesen, dass sich die Beispiele 1 bis 38 aus Tabelle 2 auf die Ausführung der Funktionsschicht 3 als Laufschiicht 4.

Durch diese Hartphasenbildner bzw. Hartphasen ist es zudem möglich, auch Silberbasislegierungen für erfindungsgemäße Gleitlager 1 zu verwenden, bei denen die Elemente der ersten Elementgruppe mit Silber keine Mischkristalle bilden bzw. in einem Anteil zugesetzt sind, wo keine Mischkristallbildung auftritt.

Die verwendeten Partikel können dabei eine mittlere Partikelgröße zwischen 10 nm und 100 μm , insbesondere zwischen 50 nm und 10 μm , aufweisen, wobei auch Ausführungen mit zwei unterschiedlichen Partikelgrößenfraktionen möglich sind, z.B. eine erste Partikelfraktion Partikel mit einer mittleren Partikelgröße von 10 μm bis 30 μm und eine zweite Partikelfraktion Partikel mit einer mittleren Partikelgröße zwischen 60 μm und 90 μm aufweist.

Gegebenenfalls können in der Silbermatrix aus Fasern eingelagert sein, insbesondere anorganische, wie z.B. Glas, Kohlenstoff, beispielsweise Kohlenstoff-Nanotubes, Whisker, Metallfasern, beispielsweise aus Cu oder Stahl, sowie Mischungen daraus, um die Härte bzw. das Gleitverhalten der Schichten zu verbessern.

- 14 -

8					22						
9		2									
10			2								
11						1					
12					10						
13										18	
14										5	
15							5				
16					8						
17	20										
18				15							
19				4							
20	4							17			
21	15							6			
22	25										
23		6									
24			6								
25				6							
26					2						
27					1						
28						4					
29		10									
30				5							
31							6				
32	2										
33		2									
34			2								
35				2							
36				4							
37							7		8		
38									17		

Die Dicke der Funktionsschicht 3 kann zwischen 1 μm und 1 mm betragen, je nachdem welche Funktion die erfindungsgemäße Funktionsschicht 3 ausüben soll. Beispielsweise beträgt die Schichtdicke für Zwischenschichten in Form von Bindschichten 8 oder Diffusionssper-

5 schichten 10 oder für Antifrettingschichten 7 zwischen 1 μm und 5 μm . In der Ausführung der Funktionsschicht 3 als Laufschiicht 4 beträgt die Schichtdicke zwischen 5 μm und 100 μm ,

- 15 -

bevorzugt zwischen 10 μm und 30 μm . Für Direktbeschichtungen oder als Lagermetallschicht 5 werden Schichtdicken bis zu 1 mm angewandt.

5 Es besteht im Rahmen der Erfindung weiters die Möglichkeit, bei der Ausführung der Funktionsschicht 3 als Laufschrift 4 auf diese eine oder mehrere weiche Einlaufschichten aufzutragen, beispielsweise aus Indium, Bismut, Zinn oder Blei sowie deren Legierungen. Eine derartige Einlaufschicht kann eine Schichtdicke zwischen 1 μm und 20 μm , insbesondere zwischen 3 μm und 10 μm , aufweisen.

10 Die erfindungsgemäße Funktionsschicht 3 kann mit herkömmlichen, aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren hergestellt bzw. aufgebracht werden. Beispielsweise können die einzelnen Metalle, gegebenenfalls als Vorlegierungen, schmelzmetallurgisch durch Aufgießen oder Walzplattieren verarbeitet werden. Ebenso ist es möglich, die Funktionsschicht 3 durch
15 Sputter-Verfahren abzuscheiden oder mittels galvanischer Verfahren. Für letztere Abscheidungsverfahren werden die Metalle in Form von Salzen, wie beispielsweise Silber als $\text{KAg}(\text{CN}_2)$ oder als Methansulfonat (MSA), wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist, eingesetzt und in insbesondere basischer oder schwefelsaurer Lösung verarbeitet. Auch Sinterverfahren sind für die Herstellung der Funktionsschicht 3 anwendbar. Insbesondere durch Sputterverfahren lassen sich sehr feinkörnige Legierungen erzeugen.

20 Es ist im Rahmen der Erfindung auch möglich, von zumindest einem Legierungselement innerhalb der Funktionsschicht 3 einen Konzentrationsgradienten auszubilden.

25 Auch umgekehrte Konzentrationsgradienten, d.h. dass die Zunahmen des Anteils an dem jeweiligen Element von der Lauffläche in Richtung auf das Lagerinnere verläuft, sind im Rahmen der Erfindung möglich.

30 Die Zusammensetzung der Funktionsschicht 3 kann nicht nur auf die Anordnung dieser Funktionsschicht 3 im Schichtverbund angepasst sein, sondern auch auf die weiteren Schichten des Gleitlagers 1. Beispielsweise kann in der Ausführung der Funktionsschicht 3 als Lagermetallschicht 5 diese eine höhere Härte als die darauf angeordnete Laufschrift 9 aufweisen. Es sind aber auch umgekehrte Härteverläufe des Schichtaufbaus möglich, wie diese bereits aus dem

- 16 -

Stand der Technik bekannt sind, sodass also die Funktionsschicht 3 als Lagermetallschicht 5 weicher ist als die Laufschrift 9.

5 Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Schichtaufbaus dieser bzw. dessen Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

10

15

20

25

30

Bezugszeichenaufstellung

	1	Gleitlager
5	2	Stützelement
	3	Funktionsschicht
	4	Laufschicht
	5	Lagermetallschicht
10	6	Lagerrücken
	7	Antifrettingschicht
	8	Bindschicht
	9	Laufschicht
	10	Diffusionssperrschicht
15	11	Pleuelstange
	12	Pleuelaube
	13	
	14	
20	15	
25		
30		
35		
40		
45		
50		

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Gleitlager (1) umfassend ein Stützelement (2) auf dem zumindest eine weitere Funktionsschicht (3) aus einer Silberbasislegierung mit Silber als Hauptlegierungsbestandteil angeordnet ist, wobei gegebenenfalls zwischen der Funktionsschicht (3) und dem Stützelement (2) oder auf der Funktionsschicht (3) zumindest eine weitere Schicht angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsschicht (3) neben Silber zumindest ein Element aus einer Gruppe umfassend Gallium, Mangan, Nickel, Kupfer, Zink, Germanium, Indium, Zinn, Antimon, und Aluminium enthält, wobei der Gesamtgehalt dieser Elemente zwischen 0,01 Gew.-% und 70 Gew.-% beträgt und den Rest Silber mit den herstellungsbedingten Verunreinigungen bildet, mit der Maßgabe, dass in binären Silberbasislegierungen der Anteil jedes der Elemente Gallium, Mangan, Nickel, Zink, Germanium, Antimon maximal 49 Gew.-% beträgt, der Anteil an Indium maximal 10 Gew.-% beträgt, der Anteil an Zinn bzw. Kupfer in der Ausbildung der Funktionsschicht als Laufschrift maximal 10 Gew.-% bzw. 14 Gew.-% beträgt.
2. Gleitlager (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Gallium maximal 15 Gew.-% beträgt.
3. Gleitlager (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Mangan maximal 35 Gew.-% beträgt.
4. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Nickel maximal 8 Gew.-% beträgt.
5. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Zink maximal 40 Gew.-% beträgt.
6. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Germanium maximal 15 Gew.-% beträgt.
7. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Indium maximal 35 Gew.-% beträgt.

- 19 -

8. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Antimon maximal 25 Gew.-% beträgt.

5 9. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Aluminium maximal 15 Gew.-% beträgt.

10. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass in der Silberbasislegierung zumindest ein Hartphasen bildendes Element aus einer weiteren Elementgruppe bestehend aus Chrom, Eisen, Kobalt, Molybdän, Wolfram, Titan, Bor in einem Anteil zwischen 0,1 Vol.-% und 30 Vol.-% enthalten ist.

15 11. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in der Funktionsschicht (3) Partikel in einem Anteil zwischen 0,1 Vol.-% und 30 Vol.-% enthalten sind, die eine höhere Härte aufweisen als Silber.

20 12. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in der Funktionsschicht (3) Weichpartikel bzw. Weichphasen in einem Anteil zwischen 0,1 Vol.-% und 30 Vol.-% enthalten sind, ausgewählt aus einer Weichphasengruppe umfassend Blei, Bismut, Zinn, Indium, Polymerpartikel, mit der Maßgabe, dass die zulegierten Elemente aus der Gruppe Gallium, Mangan, Nickel, Kupfer, Zink, Germanium, Indium, Zinn, Antimon, und Aluminium ungleich dem bzw. den Element(en) der Weichphasengruppe ist.

25

30

1/1

Fig.1

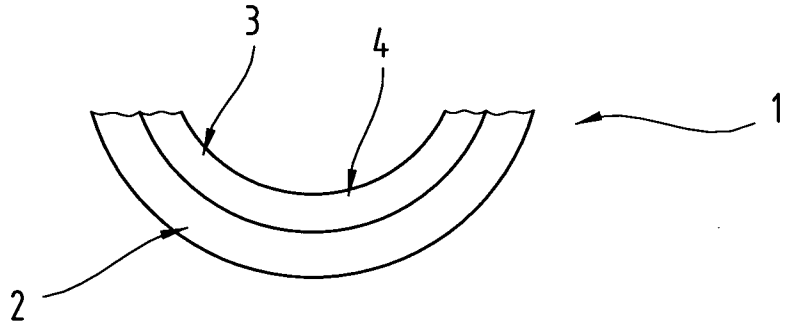


Fig.2

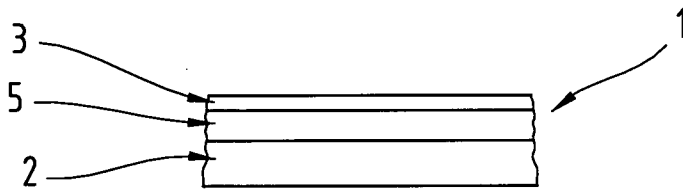


Fig.3

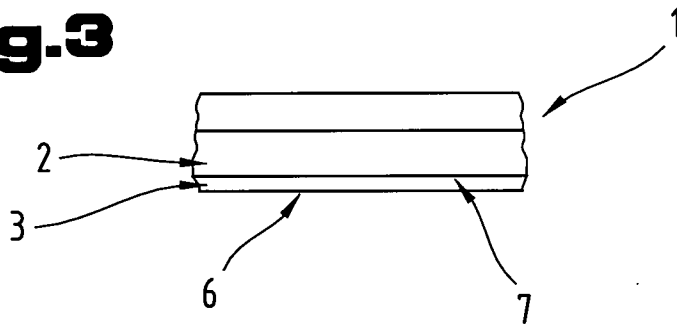


Fig.6

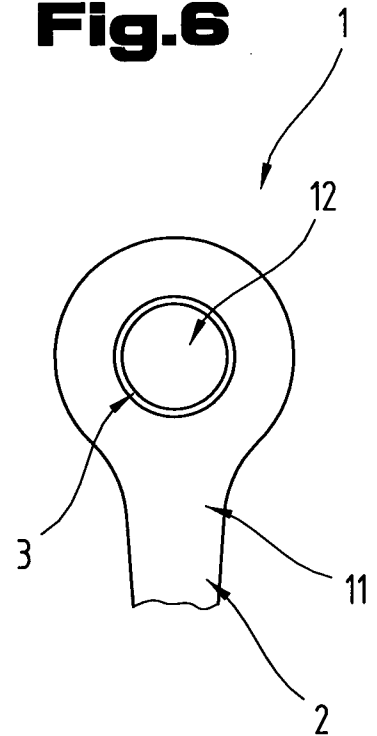


Fig.4

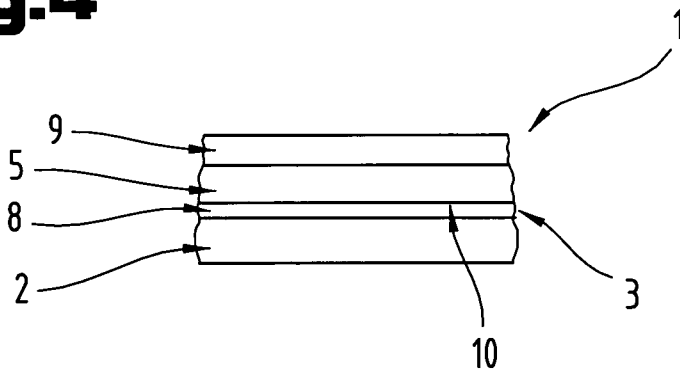


Fig.5

