



(19) österreichisches
patentamt

(10) AT 506 641 B1 2011-01-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 547/2008
(22) Anmeldetag: 07.04.2008
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2011

(51) Int. Cl. : C22C 5/06 (2006.01)
F16C 17/00 (2006.01)
F16C 33/06 (2006.01)
F16C 33/24 (2006.01)

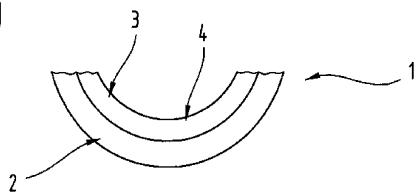
(56) Entgegenhaltungen:
JP 11-269580A JP 11-257355A
GB 2337306A

(73) Patentinhaber:
MIBA GLEITLAGER GMBH
A-4663 LAAKIRCHEN (AT)
KS GLEITLAGER GMBH
D-68789 ST. LEON-ROT (DE)

(54) GLEITLAGER

(57) 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, Zink, Germanium, und gegebenenfalls zumindest ein Element aus einer Gruppe umfassend Indium, Zinn, Antimon, Kupfer und Aluminium, wobei der Gesamtgehalt aller 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 maximal 49 Gew.-% beträgt.

Fig.1



Beschreibung

[0001] 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.

[0002] Die Verwendung von Silber bzw. Legierungen mit Silber als Funktionsschichten von Lagern ist aus dem Stand der Technik bereits bekannt.

[0003] 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.

[0004] Aus der US 2002/0026855 A1 ist eine zweiphasige Sintergleitschicht mit einer Kupferlegierungsphase bekannt, die bis zu 40 Gew.-% Silber enthalten kann.

[0005] Die US 5,911,513 A beschreibt eine Gleitschicht auf Zinn- oder Aluminiumbasis mit Anteilen zwischen 0,1 und 25 Gew.-% an Silber.

[0006] Aus der AT 502 506 A4 ist eine Gleitschicht auf Silberbasis bekannt, mit einem Bismutanteil zwischen 2 und 49 Gew.-%.

[0007] Die JP 2007-032758 A beschreibt eine Gleitschicht aus einer Legierung mit 1 bis 20 Gew.-% Silber.

[0008] Aus der WO 2005/015036 A1 und der WO 2005/015037 A1 ist jeweils eine Bismut-Gleitschicht mit 0 bis 20 Gew.-% Silber bekannt.

[0009] 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.

[0010] Aus der JP 2003-322152 A ist eine silberbasierte Gleitschicht mit DLC als Festschmierstoff bekannt.

[0011] Die US 6,354,919 B1 beschreibt eine bleifreie Gleitschicht aus einer Zinnbasislegierung mit 2 bis 10 Gew.-% Silber.

[0012] Die US 2002/0162751 A1 beschreibt ein Gleitelement mit einer Hartchromschicht, die mit galvanisch abgeschiedenem Silber beschichtet ist.

[0013] 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.

[0014] Gemäß der EP 0 908 539 A2 kann eine kupferbasierte Gleitschicht einen Silberanteil von bis maximal 20 Gew.-% aufweisen.

[0015] Nach der JP 11-050296 A kann eine bismutbasierte Gleitschicht zwischen 0,5 und 10 Gew.-% Silber aufweisen.

[0016] Eine Gleitschicht mit 1 bis 15 Gew.-% Silber beschreibt die JP 4-202640 A.

[0017] Aus der WO 89/01094 A1 ist eine Laufschicht aus einer Legierung mit Silber als Hauptlegierungsbestandteil bekannt, die zwischen 15 Vol.-% und 40 Vol.-% eines Weichmetalls als Einlagerung enthält.

[0018] Die JP 62-292890 A beschreibt Gleitlagerung für Hochvakumanwendungen mit einer Silber-Gold-Legierungsschicht als Gleitschicht.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] Die JP 11-269580 A beschreibt ein Radiallager, bestehend aus einer Stützmetallschicht aus Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt, einer darauf angeordneten Lagermetallschicht aus einer Kupfer-Zinn-Basislegierung mit maximal 15 Gew.-% Zinn und einer auf dieser Gleitoberfläche angeordneten Schicht, die im Wesentlichen aus Silber besteht und zwischen 0,01 µm bis 2,0 µm Schichtdicke aufweist. Auf dieser Silberschicht ist eine weitere Schicht auf Bleibasis angeordnet, mit einer Dicke zwischen 1 µm und 25 µm. Die Silberschicht kann bis maximal 5 Gew.-% zumindest eines der Elemente Kupfer, Indium, Antimon, Aluminium oder Zinn enthalten. Das Zinn aus der Kupfermatrix der Lagermetallschicht diffundiert in diese Silberschicht aufgrund der Reibungswärme auf der Gleitoberfläche des Lagers und bildet damit eine konzentrierte Schicht und eine stabile Komponente mit verbesserter, Notlaufeigenschaft und Korrosionsbeständigkeit.

[0022] Die JP 11-257355 A beschreibt ein Gleitelement, bestehend aus einer Stahlstützschale, einer darauf angeordneten Lagermetallschicht aus einer Kupfer-Zinn-Legierung, einer auf dieser angeordneten Nickel-Bindeschicht sowie einer weiteren Schicht auf dieser Nickelschicht bestehend aus einer Silberlegierung mit Zinn, Wismut, oder Antimon. Es soll damit ein Gleitelement zur Verfügung gestellt werden, welches dieselben Gleiteigenschaften aufweist, wie ein Gleitlager mit einem Bleibasis-Material.

[0023] Die GB 2 337 306 A beschreibt ein Mehrschicht-Gleitlager, bestehend aus einer Stützmetallschicht, einer darauf angeordneten Kupfer-Legierungsschicht, einer auf dieser angeordneten Silberschicht, sowie einer Harzsenschicht auf der Silberschicht. Die Silberschicht weist eine Schichtdicke zwischen 3 µm und 50 µm auf. Die Harzsenschicht weist eine Schichtdicke zwischen 2 µm und 20 µm auf und ist aus einem Thermoplast, wie beispielsweise Polytetrafluorethylen oder einem aromatischen Polyetherketonharz, bzw. aus einem Epoxyharz oder einem Polyamidimidharz, etc. gebildet. Als Festschmierstoffe werden Molybdändisulfid im Harz verwendet. Die Kupferschicht kann weiters Blei, Zinn, Mangan, Chrom, Zink enthalten. Die Silberschicht kann einerseits aus reinem Silber oder aus einer Silberlegierung mit Antimon, Palladium, Kupfer oder Blei bestehen.

[0024] 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.-%.

[0025] 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.

[0026] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schicht für hoch belastete Gleitlager zur Verfügung zu stellen.

[0027] 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, Mangan, Nickel, Zink, Germanium, und gegebenenfalls zumindest ein Element aus einer Gruppe umfassend Indium, Zinn, Antimon, Kupfer und Aluminium enthält, wobei der Gesamtgehalt aller 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 maximal 49 Gew.-% beträgt.

[0028] Von Vorteil ist dabei, dass sich die Funktionsschicht durch eine relativ hohe Härte auszeichnet. Zudem zeigen Schichten mit der erfindungsgemäßen Zusammensetzung eine deutlich 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 Auflagengröße 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 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.

[0029] Bevorzugte Anteile der einzelnen Legierungsbestandteile sind in den Ansprüche 2 bis 11 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 Verschleißeigenschaften erreicht werden kann. Diese Angaben sind als Bereichsangaben von 0 Gew.-% bis zum jeweiligen maximalen Anteil der Metalle zu verstehen.

[0030] Zur weiteren Optimierung der Verschleißfestigkeit kann in der Silberbasislegierung der Funktionsschicht zumindest eine Hartphase entsprechend Anspruch 12 und/oder Partikel entsprechend Anspruch 13 bis 17 enthalten sein, die sowohl metallisch als auch nicht metallisch sein können und/oder zumindest eine Art von Weichpartikel bzw. Weichphasen entsprechend Anspruch 18.

[0031] Weitere Ausführungsvarianten der Erfindung sind in den Ansprüchen 19 bis 26 charakterisiert und können die damit erreichten Effekte der nachfolgenden Beschreibung entnommen werden.

[0032] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0033] Es zeigen jeweils in stark schematisch vereinfachter Darstellung:

[0034] Fig. 1 eine Seitenansicht eines Zweischicht-Gleitlagers in Form einer Gleitlagerhalbschale;

[0035] Fig. 2 bis Fig. 5 jeweils einen Ausschnitt aus Ausführungsvarianten des Schichtaufbaus von Gleitlagern;

[0036] Fig. 6 einen Ausschnitt einer Pleuelstange im Bereich des Pleuelauges in Seitenansicht.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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 Laufschicht 4.

[0040] Der Schichtaufbau des Gleitlagers 1 nach Fig. 2 umfasst zwischen dem Stützelement 2

und der als Laufschicht 4 ausgebildeten Funktionsschicht 3 als Zwischenschicht eine so genannte Lagermetallschicht 5.

[0041] 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.

[0042] 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 Antifrettenschicht 7, um das Gleitlager 1 besser vor Korrosion und/oder Reibverschweißung zu schützen, oder eine Einbauhilfsschicht.

[0043] In Fig. 4 ist eine Ausführungsvariante des Schichtaufbaus des Gleitlagers 1 gezeigt, bei der die Funktionsschicht 3 als Bindeschicht 8 sich zwischen dem Stützelement 2 und der Lagermetallschicht 5 befindet. Auf der Lagermetallschicht 5 ist eine Laufschicht 9 angeordnet, die zu voranstehend genannter Laufschicht 4 (Fig. 1) unterschiedlich ist. Die Funktionsschicht 3 als Zwischenschicht kann aber die Funktion einer so genannten Diffusionssperrsicht 10 haben.

[0044] Zum Unterschied dazu ist bei der Ausführungsvariante nach Fig. 5 die Funktionsschicht 3 zwischen der Lagermetallschicht 5 und der Laufschicht 9 angeordnet, wiederum um beispielsweise als Bindeschicht 8 und/oder Diffusionssperrsicht 10 zu fungieren.

[0045] 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 Laufschichten 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 Laufschichten 9 aus Gleitlacken genannt.

[0046] 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.

[0047] Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, dass Bindeschichten 8 bekanntlich zur Verbesserung der Haftfestigkeit des Schichtverbundes und Diffusionssperrsichten 10 zur Vermeidung der Diffusion einzelner Bestandteile einer Schicht in eine andere Schicht dienen.

[0048] 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 Laufschicht 4 bzw. 9, sowie zwischen den einzelnen Schichten Binde- und/oder Diffusionssperrsichten (8, 10) und gegebenenfalls auf der Rückseite des Lagers die Antifrettenschicht 7 aufweist. Die Funktionsschicht 3 kann auch bei Mehrschichtlagern als Laufschicht 4 und/oder Lagermetallschicht 5 und/oder Binde- bzw. Diffusionssperrsicht (8, 10), als Schicht auf dem Rücken des Gleitlagers 1, etc. ausgebildet sein.

[0049] Es sind auch Ausführungen von Gleitlagern möglich, bei denen mehr als eine Schicht durch die Funktionsschicht 3 gebildet ist, beispielsweise die Laufschicht 4 und die Lagermetallschicht 5 sowie gegebenenfalls die Bindeschicht 8 und/oder die Diffusionssperrsicht 10, wenngleich bei diesen Varianten der Erfindung diese Schichten normalerweise eine unterschiedliche Zusammensetzung aufweisen.

[0050] 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.

[0051] 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 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 Funktionsschicht als Gleitschicht 5 maximal 10 Gew.-% bzw. 14 Gew.-% beträgt.

[0052] 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 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.-%.

[0053] Diese bevorzugten Anteile begründen sich damit, dass, obwohl mit höheren Anteilen zwar Kostenvorteile erzielbar sind, oberhalb der Grenze der angegebenen Mengenanteile unter Umständen Phasen auftreten, die schlechter verformbar sind. Beispielsweise Zinn kann in höheren Anteilen auch harte Phasen bilden, wodurch die Anpassungsfähigkeit des Gleitlagers 1 aufgrund verringelter 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 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.

[0054] Es sei erwähnt, dass die angegebenen Grenzwerte als Bereichsangabe von 0 Gew.-% bis zur jeweiligen Bereichsgrenze verstanden werden sollen.

[0055] 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.-% 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 Anteil an Indium zwischen 5 Gew.-% und 20 Gew.-% und/oder der Anteil an Zinn zwischen 2 Gew.-% und 10 Gew.-% und/oder der Anteil an Antimon zwischen 3 Gew.-% und 15 Gew.-% und/oder der Anteil an Aluminium zwischen 2 Gew.-% und 5 Gew.-% beträgt.

[0056] Neben den bereits angesprochenen binären Legierungen besteht im Rahmen der Erfindung die Möglichkeit, die Funktionsschicht 3 aus Mehrkomponentenlegierungen, also beispielsweise ternären oder quartären Legierungen herzustellen bzw. ist es gegebenenfalls möglich, mehr als vier Metalle, also beispielsweise fünf, sechs, sieben, acht oder mehr miteinander zu legieren.

[0057] Je nach verwendetem weiterem Legierungselement erfolgt die Härtung durch Ausscheidung von Silbermischkristallen mit dem jeweiligen Metall oder in Form von röntgenamorphen Silberlegierungen oder durch Ausscheidung(en) in den Mischkristallen gehärteten Silbermischkristallen oder durch intermetallische Phasen des Silbers mit dem bzw. den Legierungselementen oder der Legierungselemente untereinander.

[0058] Für Testzwecke wurden im Rahmen der Erfindung folgende Zusammensetzungen für die Funktionsschicht 3 hergestellt, wobei die Zahlenwerte in der Tabelle 1 als Gew.-% zu verstehen sind. Den Rest auf 100 Gew.-% bildet jeweils Silber. Es versteht sich von selbst, dass sämtliche eingesetzte Metalle je nach Reinheitsgrad auch herstellungsbedingte Verunreinigungen aufweisen können. Die Härte wurde nach Vickers mit einer Prüfkraft von 10 Kilopond (kP) bzw. bei Dünnschichten in Form der Mikrohärte nach Vickers mit einer Prüfkraft von 10 pond gemessen.

[0059] Tabelle 1:

Nr.	Ga	Mn	Ni	Cu	Zn	Ge	In	Sn	Sb	Al	Härte
1		30									92
2		15									87
3					45						120
4					30						108
5					15						93
6	13										75
7	8										88
8	3										90
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

[0060] Die Beispiele 1 bis 38 stellen dabei die Ausführungen der Funktionsschicht 3 als Laufschicht 4 dar, die Beispiele 39 bis 44 Ausführungen der Funktionsschicht 3 als Lagermetallschicht 5, die Beispiele 45 bis 46 Ausführungen der Funktionsschicht 3 als Bindeschicht 8, die Beispiele 47 bis 51 Ausführungen der Funktionsschicht 3 als Diffusionssperrsicht 10 und die Beispiele 52 bis 58 Ausführungen der Funktionsschicht 3 Antifrettingschicht 7.

[0061] Generell sei angemerkt, dass die Härte durch Weichglühen um bis zu 20 % absinken kann. Durch galvanische, beispielsweise cyanidische, Abscheidung oder PVD-Abscheidung (Gasphasenabscheidung) der Schichten kann die Härte um bis zu 50 % zunehmen.

[0062] Die Korrosionsfestigkeit wurde nach einem Ölkoktest 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 Legierungen konnte diese Schichtdicke auf 1 µm bis 2,5 µm reduziert werden.

[0063] Beispiele für erfindungsgemäße Funktionsschichten 3 sind AgZn₁₅, AgMn₁₀, AgA₁₆, oder ähnliche.

[0064] Zur weiteren Verbesserung der Matrix bzw. der Silberlegierungen besteht die Möglichkeit, diesen weitere Metalle zur Ausbildung von Hartphasen zuzulegieren. Insbesondere wird zumindest ein Element aus einer weiteren Elementgruppe umfassend Chrom, Eisen, Kobalt, Molybdän, Wolfram, Titan, Bor 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 können aber auch nichtmetallische Partikel, wie beispielsweise Metall-nitride, 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.

[0065] 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.

[0066] Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass, obwohl keine Mischungen an Hartphasen angegeben sind, es selbstverständlich möglich mehrere unterschiedliche Hartphasen zu verwenden.

[0067] Wiederum sei darauf hingewiesen, dass sich die Beispiele 1 bis 38 aus Tabelle 2 auf die

Ausführung der Funktionsschicht 3 als Laufschicht 4 beziehen.

[0068] 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.

[0069] 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.

[0070] Gegebenenfalls können in der Silbermatrix auch Fasern eingelagert sein, insbesondere anorganische, wie z.B. Glas, Kohlenstoff, beispielsweise Kohlenstoff-Nanotubes, Whisker, Metalfasern, beispielsweise aus Cu oder Stahl, sowie Mischungen daraus, um die Härte bzw. das Gleitverhalten der Schichten zu verbessern.

[0071] Es ist auch möglich, den Silberlegierungen amorphen Kohlenstoff in einem Anteil ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,01 Gew.-% und einer oberen Grenze von 5 Gew.-%, insbesondere aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,1 Gew.-% und einer oberen Grenze von 1 Gew.-%, zuzusetzen.

[0072] Es ist auch möglich, den Silberlegierungen geringe Mengen an Kornverfeinerern, z.B. Zirkonium, Scandium, Titan, Bor, zuzusetzen. Beispielsweise können die Legierungen Anteile zwischen 0,01 Gew.-% und 5 Gew.-% dieser Elemente aufweisen, wobei auch hier wieder Mischungen dieser Elemente möglich sind. Titan und Bor können aber auch als Hartphasenbildner fungieren.

[0073] Zur Erhöhung der Einbettfähigkeit der Funktionsschicht 3 für Fremdpartikel aus dem Abrieb bzw. um eine Verbesserung der Antiblockiereigenschaften oder eine verringerte Fressneigung sowie eine bessere Anpassungsfähigkeit an den zu lagernden Bauteil zu erreichen, können aber auch Weichpartikel bzw. Weichphasen in einem Anteil zwischen 0,1 Vol.-% und 30 Vol.-%, insbesondere in einem Anteil zwischen 2 Vol.-% und 20 Vol.-%, bzw. in einem Anteil zwischen 2 Vol.-% und 10 Vol.-%, enthalten sind, ausgewählt aus einer Weichphasengruppe umfassend Blei, Bismut, Zinn, Indium, Polymerpartikel, wie z.B. PTFE, PA, PAI, etc., 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. Beispiele hierfür sind ebenfalls in Tabelle 2 enthalten, wobei die Zahlenwerte wiederum in Vol.-% zu verstehen sind und sie lfd. Nr. sich auf die Zusammensetzung entsprechend Tabelle 1 bezieht. Bezüglich Kohlenstoff ist in Tabelle 2 amorpher Kohlenstoff gemeint und sind die Angaben in Gew.-% zu verstehen.

[0074] Tabelle 2:

Nr.	WC	CrO ₃	Al ₂ O ₃	SiC	Si ₃ N ₄	SiO ₂	C	Pb	Bi	Sn	In
1							2,5				
2					8						8
3								5			
4							1				
5					2						5
6				6							
7	10										
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	

[0075] 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 Bindeschichten 8 oder Diffusionssperrschichten 10 oder für Antifrettenschichten 7 zwischen 1 µm und 5 µm. In der Ausführung der Funktionsschicht 3 als Laufschicht 4 beträgt die Schichtdicke zwischen 5 µm und 100 µm, bevorzugt zwischen 10 µm und 30 µm. Für Direktbeschichtungen oder als Lagermetallschicht 5 werden Schichtdicken bis zu 1 mm angewandt.

[0076] Es besteht im Rahmen der Erfindung weiters die Möglichkeit, bei der Ausführung der Funktionsschicht 3 als Laufschicht 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.

[0077] 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 Sputter-Verfahren abzuscheiden oder mittels galvanischer Verfahren. Für letztere Abscheideverfahren werden die Metalle in Form von Salzen, wie beispielsweise Silber als KAg(CN₂) 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.

[0078] Es ist im Rahmen der Erfindung auch möglich, von zumindest einem Legierungselement innerhalb der Funktionsschicht 3 einen Konzentrationsgradienten auszubilden.

[0079] 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.

[0080] 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 Laufschicht 9 aufweisen. Es sind aber auch umgekehrte Härteverläufe des Schichtaufbaus möglich, wie diese bereits aus dem Stand der Technik bekannt sind, sodass also die Funktionsschicht 3 als Lagermetallschicht 5 weicher ist als die Laufschicht 9.

[0081] 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.

BEZUGSZEICHENAUFSTELLUNG

- 1 Gleitlager
- 2 Stützelement
- 3 Funktionsschicht
- 4 Laufschicht
- 5 Lagermetallschicht
- 6 Lagerrücken
- 7 Antifrettingschicht
- 8 Bindeschicht
- 9 Laufschicht
- 10 Diffusionssperrsicht
- 11 Pleuelstange
- 12 Pleuelauge

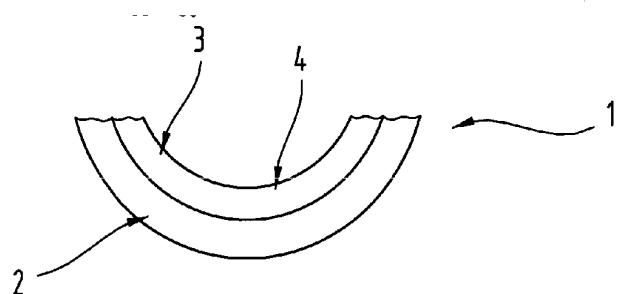
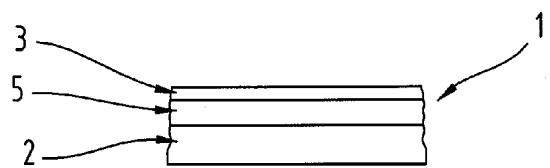
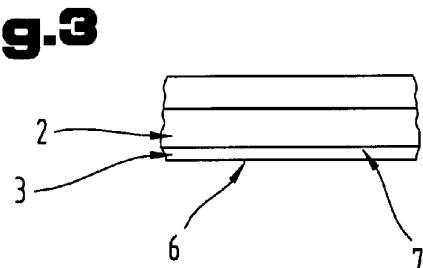
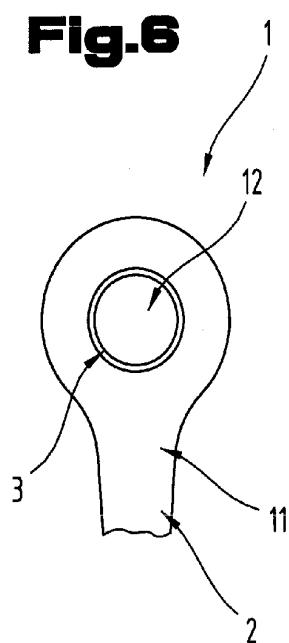
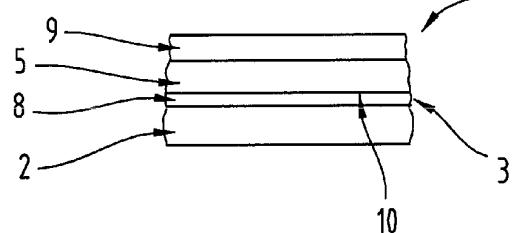
Patentansprüche

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, Zink, Germanium, und gegebenenfalls zumindest ein Element aus einer Gruppe umfassend Indium, Zinn, Antimon, Kupfer und Aluminium enthält, wobei der Gesamtgehalt aller 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 maximal 49 Gew.-% beträgt.
2. Gleitlager (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil an Kupfer zwischen 1 Gew.-% und 5 Gew.-% beträgt.
3. Gleitlager (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil an Zinn zwischen 2 Gew.-% und 10 Gew.-% beträgt.
4. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil an Gallium maximal 15 Gew.-%, insbesondere zwischen 2 Gew.-% und 8 Gew.-%, beträgt.
5. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil an Mangan maximal 35 Gew.-%, insbesondere zwischen 5 Gew.-% und 15 Gew.-%, beträgt.

6. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil an Nickel maximal 8 Gew.-%, insbesondere zwischen 1 Gew.-% und 2 Gew.-%, beträgt.
7. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil an Zink maximal 40 Gew.-%, insbesondere zwischen 10 Gew.-% und 30 Gew.-%, beträgt.
8. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil an Germanium maximal 15 Gew.-%, insbesondere zwischen 1 Gew.-% und 5 Gew.-%, beträgt.
9. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil an Indium maximal 35 Gew.-%, insbesondere zwischen 5 Gew.-% und 20 Gew.-%, beträgt.
10. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil an Antimon maximal 25 Gew.-%, insbesondere zwischen 3 Gew.-% und 15 Gew.-%, beträgt.
11. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil an Aluminium maximal 15 Gew.-%, insbesondere zwischen 2 Gew.-% und 5 Gew.-%, beträgt.
12. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **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.-%, insbesondere zwischen 2 Vol.-% und 10 Vol.-%, enthalten ist.
13. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Silberbasislegierung nichtmetallische Partikel aus Gruppe umfassend Metallnitride, Metallcarbide, Metalloxide, in einem Anteil zwischen 0,1 Vol.-% und 30 Vol.-%, insbesondere zwischen 2 Vol.-% und 10 Vol.-%, enthalten sind.
14. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **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.
15. Gleitlager (1) nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Partikel eine mittlere Partikelgröße zwischen 10 nm und 100 µm, insbesondere zwischen 50 nm und 10 µm, aufweisen.
16. Gleitlager (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Partikel in zwei unterschiedlichen Partikelgrößenfraktionen enthalten sind.
17. Gleitlager (1) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass 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.
18. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Funktionsschicht (3) Weichpartikel bzw. Weichphasen in einem Anteil zwischen 0,1 Vol.-% und 30 Vol.-% insbesondere zwischen 2 Vol.-% und 20 Vol.-%, vorzugsweise zwischen 2 Vol.-% und 10 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.
19. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Silberbasislegierung eine Silbermatrix aufweist und in der Silbermatrix Fasern eingelagert sind.

20. Gleitlager (1) nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fasern ausgewählt sind aus einer Gruppe umfassend Glasfasern, Kohlenstofffasern, Whisker, Metallfasern, sowie Mischungen daraus.
21. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Silberbasislegierung amorpher Kohlenstoff in einem Anteil ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0.01 Gew.-% und einer oberen Grenze von 5 Gew.-%, insbesondere aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0.1 Gew.-% und einer oberen Grenze von 1 Gew.-%, enthalten ist.
22. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Silberbasislegierung Zirkonium und/oder Scandium in einem Anteil zwischen 0,01 Gew.-% und 5 Gew.-% dieser Elemente enthalten ist.
23. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Funktionsschicht (3) als Bindeschicht (8) oder Diffusionssperrsichten (10) oder für Antifrettingschichten (7) ausgebildet ist und eine Schichtdicke zwischen 1 µm und 5 µm aufweist.
24. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Funktionsschicht (3) als Laufschicht (4) ausgebildet ist und eine Schichtdicke zwischen 5 µm und 100 µm, bevorzugt zwischen 10 µm und 30 µm, aufweist.
25. Gleitlager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Funktionsschicht (3) als Laufschicht (4) ausgebildet ist und auf diese eine oder mehrere weiche Einlaufschichten aus Indium, Bismut, Zinn oder Blei sowie deren Legierungen aufgetragen sind.
26. Gleitlager (1) nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einlaufschicht eine Schichtdicke zwischen 1 µm und 20 µm, insbesondere zwischen 3 µm und 10 µm, aufweist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Fig.1**Fig.2****Fig.3****Fig.6****Fig.4****Fig.5**