

(12)

Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 734/2005 (51) Int. Cl.⁸: **F16C 33/20** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 2005-04-29 **B32B 27/00** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 2008-01-15 **C08G 73/10** (2006.01)

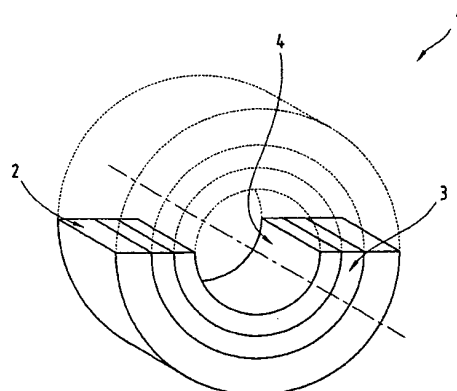
(56) Entgegenhaltungen:
EP 1065138A2 DE 10107129A1
US 4532054A US 5217814A
US 2002/155304A1 US 2003/134141A1

(73) Patentanmelder:
MIBA GLEITLAGER GMBH
A-4663 LAAKIRCHEN (AT)
TAIHO KOGYO CO., LTD.
471-8502 AICHI (JP)

(54) LAGERELEMENT

- (57) Die Erfindung betrifft ein Lagerelement (1) mit einem metallischen Stützkörper (2), einer darüber angeordneten Lagermetallschicht (3) sowie einer über dieser angeordneten Polymerschicht (4) aus einem Polyimidharz, Molybdändisulfid (MoS_2) und Graphit. Der Anteil des Polyimidharzes an der Polymerschicht (4) ist ausgewählt aus einem Bereich von 60 % bis 80 %, der Anteil von MoS_2 aus einem Bereich von 15 % bis 25 % und der Anteil an Graphit aus einem Bereich von 5 % bis 15 %. Das MoS_2 ist in Form von Plättchen mit einer mittleren Länge ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 10 μm und einer oberen Grenze von 40 μm und einer mittleren Breite ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 10 μm und einer oberen Grenze von 40 μm und einer mittleren Höhe ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 nm und einer oberen Grenze von 20 nm enthalten.

Fig.1



Die Erfindung betrifft ein Lagerelement mit einem metallischen Stützkörper, einer darüber angeordneten Lagermetallschicht sowie einer über dieser angeordneten Polymerschicht, wobei die Polymerschicht ein Polyimidharz, Molybdändisulfid (MoS_2) und Graphit umfasst, wobei der Anteil des Polyimidharzes an der Polymerschicht des Lagerelementes ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 60 % und einer oberen Grenze von 80 %, der Anteil an MoS_2 ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 15 % und einer oberen Grenze von 25 % und der Anteil an Graphit ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 5 % und einer oberen Grenze von 15 %.

Beschichtungen tribologisch beanspruchter Bauteile bzw. Flächen sollen verschiedensten Anforderungen genügen. Zum einen wird eine möglichst reibungsarme Beschichtung gewünscht, welche relativ weich ist und sich dem zufolge gut an durch verschleißbedingten Abrieb sowie den Gleitpartner anpassen kann. Andererseits muss eine genügend hohe mechanische Stabilität und Festigkeit gegeben sein, um neben den statischen auch dynamische Schwingungsbelastungen aufnehmen zu können und somit die Dauerfestigkeit und die Lebensdauer zu steigern. Die Entwicklungen, beispielsweise in der Motorenindustrie, gehen in Richtung höherer spezifischer Leistungen, um insbesondere in Hinblick auf immer strenger werdende Abgasnormen den Wirkungsgrad und damit die Wirtschaftlichkeit und die Umweltverträglichkeit von Verbrennungskraftmaschinen zu erhöhen. Von dieser Entwicklung sind eine Vielzahl von Komponenten eines Verbrennungsmotors betroffen, wie beispielsweise die durch die sehr hohen Drehmomente und die zur Optimierung des Verbrennungsprozesses stetig steigenden Zünddrücke, beispielsweise eines direkteinspritzenden Turbodieselmotors, sehr hoch belasteten Radialgleitlager. Durch die leistungsfähigen Einspritzsysteme dieser Motoren werden ebenso die Komponenten der Einspritzpumpen und deren Messinstrumente bzw. durch die höheren Leistungen auch andere Bauteile, wie Stößel, Stifte oder Rollen, welche gleitbeansprucht werden, diesen hohen Belastungen ausgesetzt. Häufig werden Aluminiumlegierungen für diese Komponenten eingesetzt, da damit grundsätzlich ein gutes Verhältnis zwischen erzielbaren Eigenschaften und aufzuwendenden Kosten erreicht werden kann.

Jüngste Entwicklungen auf diesem Gebiet zeigen - obwohl deren prinzipieller Einsatz in diesem Bereich bereits seit einigen Jahren bekannt ist - vermehrt den Einsatz von so genannten Gleitlacken.

So beschreibt z.B. die DE 22 06 400 A einen Verbundwerkstoff mit metallischem Stützkörper und einer mittels Klebstoff mit dem Stützkörper verbundenen Reib- bzw. Gleitschicht aus thermisch hoch belastbaren Kunststoffen, die wärmhärtbare Polyimidharze und die Laufeigenschaften des Lagers verbessernde Zusätze, wie Polytetrafluorethylen, metallische Lagerlegierungen oder dgl. enthält, wobei die Reib- bzw. die Gleitschicht die Polyimidharze und die Laufeigenschaften verbessernden Zusätze als Gemisch feinkörniger oder feinpulvriger Form, und als Bindemittel Polyimid-Lack enthält, der sowohl das feinkörnige bzw. feinpulvrige Gemisch in der Reib- bzw. Gleitschicht zusammenbindet als auch die Reib- bzw. Gleitschicht selbst mit dem Stützkörper verbindet. Die Gleitschicht kann dabei zwischen 70 und 20 Gew.-% wärmehärtbare Polyimidharze und etwa 30 bis 80 Gew.-% selbstschmierende Zusätze enthalten. Als selbstschmierende Zusätze werden Graphit, Molybdändisulfid sowie Oxide genannt.

Aus der EP 0 939 106 A ist ein Gleitschichtmaterial bekannt, das als Matrixmaterial PTFE oder PTFE in Kombination mit anderen Fluorthermoplasten, deren Schmelzpunkt über 260°C liegt, enthält, wobei mindestens ein pulverförmiges Polyaramid enthalten ist, dessen Anteil bezogen auf die Gesamtmenge aus PTFE oder der Mischung aus PTFE und anderen Fluorthermoplasten und dem Polyaramid 10 bis 50 Vol.-% beträgt.

Auch in der EP 1 236 914 A ist ein Gleitlager beschrieben, welche eine Harzbeschichtung auf einer Lagermetallschicht aufweist, wobei die Harzbeschichtung ein wärmehärtbares Harz mit bestimmten physikalischen Eigenschaften in einer Menge von 70 bis 30 Vol.-% versetzt mit selbstschmierenden Zusätzen in einem Ausmaß von 30 bis 70 Vol.-% aufweist und wobei die

Härte nach Vickers nicht größer als 20 ist. Das Harz kann beispielsweise ein Polyamidimidharz sein. Als selbstschmierende Zusätze werden Molybdändisulfid, Graphit, Bornitrid, Wolframdisulfid, Polytetrafluorethylen, Blei etc. genannt.

- 5 Polymere zur Verwendung als Beschichtungsmaterial von Gleitelementen werden auch noch in folgenden Dokumenten beschrieben:

10 US 5,525,246 A, JP 60-1424 A, EP 0 984 182 A, JP 04-83914 A, JP 07-247493 A, GB 2 337 306 A, JP 09-79262 A, JP 2001/173644 A, DE 20 00 632 A, DE 33 43 309 A, DE 32 21 785 A, WO 97/38046 A, EP 0 340 839 A, EP 0 044 577 A, EP 0 340 838 A, DE 24 15 327 A, EP 060 725 A, DE 198 14 756 A, US 4,618,270 A, DE 25 04 833 A, FR 21 33 320 A, GB 2 384 033 B, JP 53-007780 A.

15 Die EP 1 065 138 A2 beschreibt eine Gleiskette für Kettenfahrzeuge, bestehend aus Kettenbuchsen, Kettenbolzen und Kettengliedern, wobei zur Bildung eines Scharniergelenks die innenliegenden Kettengliederenden auf die Kettenbuchsen und die außenliegenden Kettengliederenden auf die Kettenbuchsen axial überragenden Enden der Kettenbolzen aufgepresst sind. Um dieses kostengünstiger herzustellen und die Lebensdauer beim Betrieb in abrasiven Medien, wie z.B. Sand oder dgl., zu verbessern, wird die Mantelfläche des Kettenbolzens und
20 die Innenmantelfläche der Kettenbuchse mit einem Gleitlack beschichtet, der aus einem Bindemittel aus Kunststoff auf Polyamid-Polyimid-Basis oder aus Molekülstrukturen mit Amid-Imid-Monomeren besteht, der mit Molybdändisulfid und Graphit gemischt ist. Der Anteil an Molybdändisulfid am Gleitlack beträgt zwischen 10 und 30 Vol.-%, derjenige des Graphits zwischen 3 und 20 Vol.-%.

25 Aus der US 4,532,054 A ist eine nicht metallische Zusammensetzung für Lager bekannt, welche ein Polyetherimidharz sowie als Modifizierungsmittel und Verstärkungsmittel ein Fluorpolymer, wie z.B. PTFE, einen Festschmierstoff, ausgewählt aus einer Gruppe umfassend Molybdändisulfid, Graphit oder ein Silikon, Molybdändisulfid enthaltende Schmiermittel oder eine Mischung
30 davon und als Verstärkungsmittel ein Element aus der Gruppe umfassend Glasfasern, Kohlenstofffasern, umfasst. Diese Zusammensetzung kann in eine Großzahl an Formen durch Spritzguss geformt werden.

35 Die US 2003/0134141 A1 beschreibt ein Kreuzkopflager für einen Schiffsmotor, umfassend eine Lagerlegierungsschicht und eine Beschichtung, die ein synthetisches Harz umfasst und an die Lagerlegierungsschicht gebunden ist. Die Beschichtung kann weiters einen Festschmierstoff, Hartpartikel oder ein Metallpulver enthalten. Der Harzanteil der Beschichtung kann zwischen 30 und 95 Vol.-% betragen, jener des Festschmierstoffes zwischen 5 und 70 Vol.-%, jener der Hartpartikel soll nicht mehr als 5 Vol.-% betragen und der Anteil an dem Metallpulver soll nicht
40 mehr als 10 Vol.-% betragen.

Die DE 101 07 129 A1 beschreibt eine Riemenspannungs-Einstellungsvorrichtung, die auch dann, wenn das Gleitlager durch die Wärme eines Automotors auf eine hohe Temperatur erhitzt wird, weniger dazu neigt, abgenutzt zu werden, und in der die Gelenkwelle nicht fest-
45 frisst. Die Riemenspannungs-Einstellungsvorrichtung weist eine stationäre Gelenkwelle, einen auf der Gelenkwelle mittels eines Gleitlagers aus einem synthetischen Harz drehbar gelagerten Arm, eine Spannrolle, die auf den Arm an einem Ende desselben befestigt ist, um einen Riemen zu spannen, und einen Dämpfer, der eine Kolbenstange aufweist, die an das andere Ende des Armes anstößt, auf. Die Spannrolle wird durch Kippen des Arms unter der Einwirkung der
50 Kraft der Kolbenstange gegen den Riemen gepresst, wodurch die Spannung des Riemens eingestellt wird. Die innere Umfangsoberfläche des genannten Gleitlagers, die mit der genannten Gelenkwelle in Gleitkontakt steht, ist so geformt, dass sie eine Oberflächenrauheit (Ra) von nicht mehr als 6,3 µm aufweist. Das Gleitlager ist hergestellt aus einer Harzzusammensetzung, die 65 bis 85 Vol.-% eines thermoplastischen Polyimidharzes, eines aromatischen Polyetherketonharzes oder einer Mischung der Harze und 15 bis 35 Vol.-% eines Tetrafluorethylenharzes
55

umfasst. In der Harzzusammensetzung kann ferner 1 bis 5 Vol.-% Graphit enthalten sein.

Aus der US 5,217,814 A ist es bekannt, auf ein Sintergleitlager, bestehend aus einer metallischen Stützschi-
5 chte und einer kupferbasierenden Sinterschicht zur Verbesserung der Gleiteigenschaften die Poren der Sinterschicht mit einem Harz und einem Festschmierstoff zu füllen. Die Kupferpartikel weisen einen Durchmesser von 30 bis 200 µm auf, die Porosität der Sinterschicht beträgt zwischen 5 und 70 %. Als Festschmierstoffe werden MoS₂ und Graphit verwendet. Der Anteil der Zusätze beträgt in Summe zwischen 30 und 80 Gew.-%. Dabei ist Molybdändisulfid in einem Anteil zwischen 10 und 50 Gew.-% und Graphit in einem Anteil zwischen 2
10 und 40 Gew.-% enthalten. Das Harz kann unter anderem auch ein Polyamidimid sein. Der Anteil des Harzes liegt bevorzugt im Bereich zwischen 20 und 70 Gew.-%.

Die US 2002/0155304 A1 beschreibt ein Gleitlager mit einer Lagerlegierungsschicht und einer darauf angeordneten Harzschicht. Diese enthält Polybenzimidazol und einen Festschmierstoff.
15 Die Harzschicht wird auf die aufgeraute Oberfläche der Lagermetallschicht aufgetragen. Als Bindeschicht zwischen der Lagerlegierungsschicht und der Harzschicht kann eine polyamidimidbasierende Harzschicht verwendet werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Lagerelement mit einer Polymerbeschichtung zur
20 Verfügung zu stellen, welches verbesserte Eigenschaften aufweist.

Diese Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass MoS₂-Plättchen enthalten sind, die eine mittlere Länge, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 10 µm und einer oberen Grenze von 40 µm und eine mittlere Breite, ausgewählt aus einem Bereich mit einer
25 unteren Grenze von 10 µm und einer oberen Grenze von 40 µm und eine mittlere Höhe, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 nm und einer oberen Grenze von 20 nm aufweisen.

Im Vergleich zu bereits im Gleitlagerbereich verwendeten Gleitlackbeschichtungen, zeigt die
30 Zusammensetzung überraschenderweise, trotz des hohen Anteils an MoS₂ und Graphit im Polyimidharz, eine nicht zu erwartende Verbesserung der Verschleißfestigkeit des Lagerelementes. Nicht zu erwartend deshalb, da mit abnehmenden Polyimidharz, das u.a. als Bindemittel für die reibungsvermindernden Zusätze angesehen werden kann, zu erwarten wäre, dass der Zusammenhalt der Schicht verschlechtert wird, dass diese letztendlich „zerbröselt“. Durch
35 den gewählten Anteil an MoS₂ und Graphit, insbesondere das Verhältnis des Anteils an MoS₂ zu Graphit, tritt dies nicht auf, wobei die Anmelderin zum gegenständlichen Zeitpunkt hierfür keine erklärende Theorie hat. Es wird jedoch eine Interaktion zwischen den MoS₂- und Graphitteilchen vermutet.

Neben der verbesserten Verschleißfestigkeit wird mit dem erfindungsgemäßen Lagerelement
40 weiters eine Verbesserung des Kavitationswiderstandes erreicht. Darüber hinaus wurde auch eine verminderte Korrosionsanfälligkeit festgestellt.

Von Vorteil ist weiters, dass die erfindungsgemäße Polymerschicht direkt auf die Lagermetall-
45 schicht aufgebracht werden kann, d.h. dass eine, bei herkömmlichen aus dem Stand der Technik bekannten Gleitlagern üblicherweise verwendete, Nickelschicht als Diffusionssperre nicht mehr erforderlich ist, sodass ein erfindungsgemäßes Lagerelement nicht nur hinsichtlich seiner mechanischen Eigenschaft zumindest gleichwertig mit üblichen Mehrschichtgleitlagern ist, sondern darüber hinaus ein entsprechender Kostenvorteil bei der Herstellung des erfindungs-
50 gemäßen Lagerelementes erzielt werden kann.

Weiters ist von Vorteil, dass die erfindungsgemäße Polymerschicht nicht auf spezielle Lager-
elemente beschränkt ist, sondern nach derzeitigem Wissen auf jedem Lagermetall aufgetragen werden kann.

In Ausführungsvarianten der Erfindung kann der Anteil des Polyimidharzes ausgewählt sein aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 65 % und einer oberen Grenze von 75 % bzw. einer unteren Grenze von 67,5 % und einer oberen Grenze von 72,5 % bzw. kann der Anteil des Polyimidharzes 70 % betragen.

5

Ebenso ist es vorteilhaft, dass der Anteil von MoS₂ ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 17 % und einer oberen Grenze von 22 % bzw. einer unteren Grenze von 18,5 % und einer oberen Grenze von 21,5 % bzw. dass der Anteil von MoS₂ 20 % beträgt.

10

Des weiteren ist in Weiterbildungen vorgesehen, dass der Anteil an Graphit ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 7 % und einer oberen Grenze von 13 % bzw. einer oberen Grenze von 8,5 % und einer oberen Grenze von 11,5 % bzw. dass der Anteil an Graphit 10 % beträgt.

15

Bei all diesen Ausführungsvarianten - bzw. bei sämtlichen noch folgenden Angaben zu unteren und oberen Bereichsgrenzen - ist es möglich, dass die jeweiligen Anteile bei Bedarf auch aus den jeweiligen Randbereichen zwischen den unteren Grenzen bzw. oberen Grenzen ausgewählt werden.

20

Als besonders vorteilhaft hat sich herausgestellt, wenn als Polyimidharz für die Polymerschicht ein Polyamidimidharz verwendet wird.

25

Durch die voranstehend genannten Maßnahmen ist es nicht nur möglich eine Optimierung hinsichtlich sämtlicher Eigenschaften der Polymerschicht zu erreichen, sondern ist es damit auch möglich gezielt einzelne Eigenschaften, wie z.B. die Verschleißfestigkeit, Korrosionsbeständigkeit, den Widerstand gegen die Reibverschweißung, etc., an den jeweiligen Einsatzfall anzupassen, selbst wenn damit einhergeht, dass die weiteren Eigenschaften der Polymerschicht nicht im selben Ausmaß verbessert werden.

30

Die MoS₂-Plättchen können auch eine mittlere Länge, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 15 µm und einer oberen Grenze von 35 µm bzw. einer unteren Grenze von 18 µm und einer oberen Grenze von 25 µm und eine mittlere Breite, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von einer unteren Grenze von 15 µm und einer oberen Grenze von 35 µm, bzw. einer unteren Grenze von 18 µm und einer oberen Grenze von 25 µm und

35

eine mittlere Höhe, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von einer unteren Grenze von 5 nm und einer oberen Grenze von 15 nm bzw. einer unteren Grenze von 5 nm und einer oberen Grenze von 8 nm aufweisen.

40

Ebenso ist es möglich, dass ein Graphit mit einer Korngröße, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 µm und einer oberen Grenze von 8 µm enthalten ist.

45

Das Verhältnis von MoS₂ zu Graphit kann gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ausgewählt sein aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 1,5 : 1 und einer oberen Grenze von 4,5 : 1.

50

Es kann damit das selbstschmierende Verhalten der Polymerschicht über weite Grenzen variiert werden, sodass gegebenenfalls unter Berücksichtigung der jeweiligen Anteile an MoS₂ bzw. Graphit, d.h. bei Variesierung der Anteilsverhältnisse diese beiden Zusatzstoffe zum Polyimidharz, wiederum zumindest einen der Eigenschaften der Polymerschicht dem jeweiligen Anwendungsfall besonders angepasst werden kann.

55

Die Lagermetallschicht kann durch eine Legierung gebildet sein, ausgewählt aus einer Gruppe umfassend Aluminiumbasislegierungen, Zinnbasislegierungen, Bleibasislegierungen, Kupferbasislegierungen, CuPb-Basislegierungen, AlSn-Basislegierungen, Legierungen auf AlZn-, AlSi-, AlSnSi-, CuAl-, CuSn-, CuZn-, CuSnZn-, CuZnSn-, CuBi- sowie AlBi-Basis, wobei diese

hinlänglich in Bezug auf ihre Eigenschaften aus der einschlägigen Literatur zu Lagerelementen bekannt sind, sodass sich eine weitere Erörterung an dieser Stelle erübrigt. Es wird dadurch der Vorteil erreicht, dass die Haftfestigkeit der Polymerschicht auf diesen Lagermetallstoffen auch ohne die Verwendung von gegebenenfalls erforderlichen Haftvermittlerschichten verbessert ist.

Ebenso ist es möglich, insbesondere bei einer ausreichenden Haftfestigkeit, dass die Lagermetallschicht direkt auf dem Stützkörper angeordnet ist, also wiederum ohne die Anordnung von Zwischenschichten und Haftvermittlern, wodurch sich der Aufbau des Lagerelementes vereinfachen lässt und damit gegebenenfalls auch die Herstellungskosten gesenkt werden können.

Als vorteilhaft hat sich im Zuge der Erprobung des erfindungsgemäßen Lagerelementes auch herausgestellt, dass es von Vorteil ist, wenn die Oberfläche der Polymerschicht einen arithmetischen Mittenrauwert R_a nach DIN EN ISO 4287 bzw. ASME B 46.1 aufweist, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von $0,2\text{ }\mu\text{m}$ und einer oberen Grenze von $1,5\text{ }\mu\text{m}$ bzw. einer unteren Grenze von $0,5\text{ }\mu\text{m}$ und einer oberen Grenze von $1,0\text{ }\mu\text{m}$ bzw. einer unteren Grenze von $0,8\text{ }\mu\text{m}$ und einer oberen Grenze von $0,9\text{ }\mu\text{m}$, bzw. wenn gemäß weiteren Ausführungsvarianten die Oberfläche der Polymerschicht eine maximale Rauheitsprofilhöhe R_z nach DIN EN ISO 4287 bzw. ASME B 46.1 aufweist, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von $0,5\text{ }\mu\text{m}$ und einer oberen Grenze von $10\text{ }\mu\text{m}$ bzw. einer unteren Grenze von $3\text{ }\mu\text{m}$ und einer oberen Grenze von $8\text{ }\mu\text{m}$ bzw. einer unteren Grenze von $5\text{ }\mu\text{m}$ und einer oberen Grenze von $6\text{ }\mu\text{m}$.

Durch diese Maßnahmen wird einerseits erreicht, dass während der Einlaufphase aufgrund der Profilsitzen eine - in Bezug auf die gesamte innere Oberfläche des Lagerelementes gesehen - geringere Kontaktfläche zur zu lagernden Welle ausgebildet wird und damit eine geringere Reibung, als allein aufgrund der Materialauswahl bzw. einer Polyimidharz-Stahl-Paarung zu erwarten wäre, vorherrscht und andererseits nach dieser Einlaufphase dieser Spitzen gegebenenfalls soweit abgeschliffen sind, dass die Lagerung die erforderlichen Spieltoleranzen aufweist.

Die Polymerschicht kann eine mittlere Dicke aufweisen, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von $1\text{ }\mu\text{m}$ und einer oberen Grenze von $40\text{ }\mu\text{m}$ bzw. einer unteren Grenze von $3\text{ }\mu\text{m}$ und einer oberen Grenze von $30\text{ }\mu\text{m}$ bzw. einer unteren Grenze von $4\text{ }\mu\text{m}$ und einer oberen Grenze von $25\text{ }\mu\text{m}$, wodurch das Lagerelement wiederum an den jeweiligen Anwendungsfall, wie z.B. Großlager oder Kleinlager, angepasst werden kann und damit bei langfristig zuverlässig sichergestellten, gleichbleibenden Eigenschaften des Lagerelementes eine entsprechende Kostenoptimierung erzielbar ist.

Insbesondere ist das Lagerelement als Gleitlagerschale bzw. -halbschale oder Lagerbuchse ausgebildet.

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

Es zeigen jeweils in schematisch vereinfachter Darstellung:

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Lagerelement in Form einer Gleitlagerhalbschale;

Fig. 2 ein Diagramm, in dem die jeweilige Grenzlast in Abhängigkeit von variierenden Anteilen an MoS_2 und Graphit, dargestellt ist.

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. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

Das Lagerelement 1 nach Fig. 1 ist aus einem Stützkörper 2, einer Lagermetallschicht 3 sowie einer Polymerschicht 4 als Laufschrift aufgebaut. Der Stützkörper 2 besteht üblicherweise aus Stahl, kann aber selbstverständlich auch aus vergleichbaren Werkstoffen bestehen, mit welchen die selbe bzw. eine ähnliche Funktion, nämlich die Bereitstellung der mechanischen Festigkeit des Lagerelementes 1, realisiert werden kann. Die mechanische Festigkeit des gesamten Lagerelementes 1 ist dabei abhängig vom jeweiligen Einsatzgebiet, sodass beispielsweise auch verschiedenste Kupferlegierungen, wie z.B. Messing, Bronzen, Verwendung finden können. Zudem wird durch den Stützkörper 2 eine gewisse Formstabilität gewährleistet.

Die Lagermetallschicht 3 ist durch eine Lagermetalllegierung gebildet. Diese besteht bei diesem Ausführungsbeispiel aus einer Aluminiummatrix in der zumindest eine Weichphase sowie Hartpartikel eingelagert sind. Die zumindest eine Weichphase kann dabei durch zumindest ein Element aus einer ersten Elementgruppe umfassend Zinn, Antimon, Indium und Wismut gebildet sein. Die Hartpartikel können z.B. aus zumindest einem Element aus einer zweiten Elementgruppe umfassend Kupfer, Mangan, Kobalt, Chrom und Eisen bzw. durch die Elemente Scandium und/oder Zirkonium gebildet sein. Ebenfalls möglich ist, dass diese Hartpartikel durch intermetallische Phasen insbesondere aus den letztgenannten Elementen bzw. den Elementen der zweiten Elementgruppe mit Aluminium bzw. durch aus den genannten Elementen gebildete intermetallische Phasen aufgebaut sind.

Selbstverständlich können aber auch jegliche andere, aus dem Stand der Technik bekannte Weichphasen und/oder Hartpartikel in der Lagermetalllegierung enthalten sein.

Mit Hilfe der Weichphase ist es möglich, dem Lagerelement 1 Notlaufeigenschaften zu verleihen, wenn in der Polymerschicht 4 infolge des Betriebes des Lagerelementes 1 Fehlstellen entstehen und somit die Lagermetallschicht 3 zumindest annähernd direkt mit einem zu lagern- den Bauteil, wie z.B. einer Welle, in Kontakt kommt. Es wird damit dem Lagerelement 1 auch eine Einbettfähigkeit für aus dem Abrieb infolge der Verwendung des Lagerelementes 1 stam- mende Festpartikel verliehen. Die Hartpartikel verleihen der Aluminiumlegierung die erforderliche mechanische Festigkeit.

Als Lagermetallschicht 3 eignen sich insbesondere Legierungen auf Zinn-, Wismut-, Indium-, Blei- oder Aluminiumbasis sowie Legierungen auf, gegebenenfalls hochbleihaltiger, CuPb- oder auf AlSn- bzw. auf AlBi-Basis. Insbesondere sind höherzinnhaltige Zinnbasislegierungen von Vorteil. Auch bleifrei Kupferbasislegierungen sind verwendbar.

Einsetzbare Lagermetalle auf Kupferbasis wären beispielsweise CuPb22Sn2, CuPb10Sn10, CuPb15Sn7, CuSn6, CuSn4 Zn1. Insbesondere bleifreie Kupferlegierungen auf CuAl-, CuSn-, CuZn-, CuSnZn-, CuZnSn- sowie CuBi-Basis sind in Hinblick auf die geringere Umweltbelastung von Vorteil.

Einsetzbare Lagermetalle auf Zinnbasis wären beispielsweise SnSb8Cu4, SnSb12Cu6Pb.

Einsetzbare Lagermetalle auf Bleibasis wären beispielsweise PbSb10Sn6, PbSb15Sn10, PbSb15SnAs.

Lagermetalle auf Aluminiumbasis können z.B. AlSn40, AlSn20, AlSn25, AlSn10, AlSn6, etc. bilden.

Es ist weiters möglich Lagermetalle auf AlZn-Basis, wie z.B. AlZn₄SiPb, oder AlSi-Basis, wie z.B. AlSi₁₁CuMgNi, oder AlSnSi-Basis, wie z.B. AlSn₂₀Si₄, zu verwenden.

Erfindungsgemäß besteht die Polymerschicht 4 aus einem Polyimidharz, Molybdändisulfid, sowie Graphit, wobei der Anteil des Polyimidharzes an der Polymerschicht 4 ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 60 % und einer oberen Grenze von 80 %, der Anteil MoS₂, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 15 % und einer oberen Grenze von 25 % und der Anteil an Graphit, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 5 % und einer oberen Grenze von 15 %.

Falls erforderlich, kann diese Polymerschicht 4 zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit weitere Zusätze enthalten, wie beispielsweise Fasermatrizes, wie z.B. Aramidfasern, Hartstoffe, wie z.B. Carbide, Oxide, Nitride. Derartige Zusatzstoffe sind bereits aus dem Stand der Technik für diese Art von Polymerschichten 4 für Lagerelemente 1 bekannt, beispielsweise aus der EP 1 263 914 A1. So ist es z.B. möglich Hartstoffe aus CrO₂, Fe₃O₄, PbO, ZnO, CdO, Al₂O₃, SiO₂, SnO₂, SiC, Si₃N₄ zu verwenden, wobei sich deren Anteil in den üblichen Grenzen, wie z.B. in dieser EP-A1 angeführt, bewegen kann.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn Hartpartikel zur Anpassung des Reibwertes verwendet werden, welche bereits in der Laufschrift 3 enthalten sind.

Es ist insbesondere auch von Vorteil, wenn ein Verhältnis zwischen den Anteilen von MoS₂ und Graphit in der Polymerschicht 4 ausgewählt ist aus einem Bereich von 1,5:1 bis 4,5:1, beispielsweise 1,5:1 bis 2,5:1.

Mit der erfindungsgemäßen Zusammensetzung für die Polymerschicht 4 ist es möglich, eine Laufschrift mit guten Gleit- und Notlaufeigenschaften, die gegebenenfalls sogar einen Trockenlauf ermöglicht, zu realisieren. Diese zeichnet sich insbesondere durch Wartungsarmut auf. Es ist ein schmierstoffarmer bzw. schmierstofffreier Betrieb möglich.

Gebendenfalls lässt sich eine Schmierung durch Wasser erzielen, was insbesondere von Vorteil ist, wenn das erfindungsgemäße Lagerelement 1 z.B. für Pumpen verwendet wird. Neben einer entsprechenden Gewichtsreduzierung ist auch eine geringere Kantenpressungsempfindlichkeit beobachtbar.

Das erfindungsgemäße Lagerelement 1 kann anstelle der Ausbildung als Gleitlagerhalbschale, wie in Fig. 1 dargestellt, auch anderwärtig verwendet werden, beispielsweise als Anlauftring, Gleitbuchse, etc., insbesondere zur Verwendung in der Motorenindustrie.

In der Tabelle 1 sind Beispiele für Zusammensetzungen, ausgewählt aus den erfindungsgemäßen Bereichen der Anteile des Polyimidharzes, von MoS₂ sowie Graphit für die Polymerschicht 4 zusammengestellt, wobei diese selbstverständlich nicht beschränkend für die Erfindung verstanden werden sollen, sondern diese Beispiele lediglich den Erfindungscharakter belegen.

Tabelle 1:

Nr.	PA I (%)	MoS ₂ (%)	Graphit (%)
1	60	25	15
2	62	25	13
3	65	20	15

Nr.	PA I (%)	MoS ₂ (%)	Graphit (%)
4	68	17	15
5	70	20	10
6	72	20	8
7	61	25	14
8	65	23	12
9	70	25	5
10	75	15	10
11	65	25	10
12	77	15	8
13	78	12	10
14	80	15	5

Mit dieser Zusammensetzung wurden jeweils Lagerelemente 1 hergestellt, bestehend aus einer Stahlstützschale, auf der ein CuPb22Sn2 Lagermetall und darauf die Polymerschicht 4 aufgebracht ist. Es hat sich in den folgenden Untersuchungen gezeigt, dass sich mit dieser Zusammensetzung sehr ähnliche Eigenschaften des Lagerelementes 1 ergeben, sodass im Folgenden lediglich beispielhaft diese Eigenschaften anhand eines Lagerelementes 1 diskutiert werden mit einer Polymerschicht 4, enthaltend 70 % Polyimidharz, 20 % MoS₂ und 10% Graphit.

Bezogen auf eine Grenzlasterlast gegen Reibverschleiß von 100 % für dieses erfindungsgemäße Lager zeigt im Vergleich dazu ein Standardlager aus dem Stand der Technik mit einer PTFE-Beschichtung auf AlSn 40 lediglich einen um ca. 87 % schlechteren Wert unter denselben Versuchsbedingungen.

Die Verschleißfestigkeit wurde an einem Lager mit denselben Abmessungen und denselben Schmierbedingungen gemessen. Es hat sich gezeigt, dass die erfindungsgemäße Polymerschicht 4 im Vergleich mit einer PTFE-Schicht einem ca. 8 mal besseren Wert bzgl. der Verschleißfestigkeit erreicht.

Bei weiterführenden Untersuchungen wurde die erfindungsgemäße Polymerschicht 4 dieser Zusammensetzung zum einen auch auf eine Lagermetallschicht aus CuPb22Sn2 bzw. AlSn 25 aufgetragen und konnte dabei herausgefunden werden, dass die Verschleißfestigkeit innerhalb von +/- 5 % von jenem Wert, der mit AlSn40 erreicht wird, variiert, woraus folgt, dass die erfindungsgemäße Polymerschicht 4 zumindest auf allen gängigen Lagermetallen aufgetragen werden kann, ohne dass sich die hervorragenden Eigenschaften gravierend ändern.

Auch hinsichtlich der Korrosion konnten entsprechende Verbesserungen erreicht werden.

In Fig. 2 ist die Fressgrenzlasterlast in Prozent gegen den Graphitanteil sowie den MoS₂-Anteil jeweils in Prozent aufgetragen, wobei für die Zusammensetzung 70 % Harz, 20 % MoS₂ und

10 % Graphit der Wert 100 % normiert ist, und können die jeweils erreichten Werte aus Tabelle 2 entnommen werden. Aus dieser Grafik ist sehr deutlich erkennbar, dass die erfindungsgemäße zusammengesetzte Polymerschicht 4, d.h. damit versehene Lagerelemente 1 deutlich bessere Werte hinsichtlich der Fressgrenzlast aufweisen, als dies bei entsprechenden Polyimidharzschichten, welche aus dem Stand der Technik bekannt sind, der Fall ist.

Tabelle 2:

Graphit [%]	5	10	15
MoS ₂ [%]			
15			91,8
20	98	100	
40	65,8		67,4
60	47,5		

Im Hinblick auf das selbstschmierende Verhalten wurde gefunden, dass eine Verbesserung der Eigenschaften erreicht werden kann, wenn MoS₂-Plättchen eingesetzt werden, mit den bereits eingangs erwähnten Abmessungen.

Ebenso ist es von Vorteil, wenn der Graphit mit einer Korngröße ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 µm und einer oberen Grenze von 8 µm eingesetzt wird.

Eine weitere Verbesserung der Eigenschaften, insbesondere der Verschleißbeständigkeit gegenüber Kavitation sowie der Korrosionsbeständigkeit, sowohl im Einlaufverhalten als auch im Dauerlaufbetrieb, ist zu erreichen, wenn mit der erfindungsgemäß zusammengesetzten Polymerschicht 4 ein Lagerelement 1 hergestellt wird, bei dem diese Polymerschicht 4 ein Rauheitsprofil aufweist mit Werten für die Rauheitsprofilhöhe Rz nach den DIN ISO 4287 bzw. ASME B 46.1 bzw. arithmetischen Mittenrauwerten Ra ebenfalls nach dem DIN ISO 4287 bzw. ASME B 46.1, entsprechend den bereits angeführten Werten bzw. ausgewählt aus den angeführten Bereichen.

Die Herstellung des erfindungsgemäßen Lagerelementes 1 erfolgt derart, dass auf einen metallischen Stützkörper 2 die Lagermetallschicht 3 mit aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, wie z.B. Walzen, Gießen, Sintern, elektrolytische Abscheidung, mit Hilfe Sputterverfahren, erzeugt wird. Auf diese Lagermetallschicht 3 kann die erfindungsgemäße Polymerschicht 4 ebenfalls mit aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, wie z.B. Sprühverfahren oder Streichverfahren, erzeugt werden, wobei diese Polymerschicht abschließend noch wärmebehandelt werden kann. Entsprechende Vorbehandlungen sind ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannt, sodass sich eine weitere Erörterung an dieser Stelle erübrigt.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Lagerelementes 1 dieses bzw. dessen Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Bezugszeichenaufstellung

1 Lagerelement

- 2 Stützkörper
- 3 Lagermetallschicht
- 4 Polymerschicht

5

Patentansprüche:

1. Lagerelement (1) mit einem metallischen Stützkörper (2), einer darüber angeordneten Lagermetallschicht (3) sowie einer über dieser angeordneten Polymerschicht (4), wobei die Polymerschicht (4) ein Polyimidharz, Molybdädisulfid (MoS_2) und Graphit umfasst, und wobei zwischen den Schichten gegebenenfalls weitere Schichten angeordnet sind, wie z.B. eine Bindefolie, wobei der Anteil des Polyimidharzes an der Polymerschicht (4) ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 60 % und einer oberen Grenze von 80 %, der Anteil von MoS_2 ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 15 % und einer oberen Grenze von 25 % und der Anteil an Graphit ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 5 % und einer oberen Grenze von 15 %, *dadurch gekennzeichnet*, dass MoS_2 -Plättchen mit einer mittleren Länge ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 10 μm und einer oberen Grenze von 40 μm und einer mittleren Breite ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 10 μm und einer oberen Grenze von 40 μm und einer mittleren Höhe ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 nm und einer oberen Grenze von 20 nm enthalten sind.
2. Lagerelement (1) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Polyimidharz ein Polyamidimidharz ist.
3. Lagerelement (1) nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein Verhältnis von MoS_2 zu Graphit ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 1,5 : 1 und einer oberen Grenze von 4,5 : 1.
4. Lagerelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Graphit mit einer Korngröße enthalten ist ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 μm und einer oberen Grenze von 8 μm .
5. Lagerelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Polymerschicht (4) direkt auf der Lagermetallschicht (3) angeordnet ist.
6. Lagerelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Lagermetallschicht (3) direkt auf dem Stützkörper (2) angeordnet ist.
7. Lagerelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Oberfläche der Polymerschicht (4) einen arithmetischen Mittenrauwert R_a nach DIN EN ISO 4287 aufweist, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,2 μm und einer oberen Grenze von 1,5.
8. Lagerelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Oberfläche der Polymerschicht (4) eine maximale Rauheitsprofilhöhe R_z nach DIN EN ISO 4287 aufweist, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,5 μm und einer oberen Grenze von 10 μm .
9. Lagerelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Polymerschicht (4) eine mittlere Dicke aufweist, ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 1 μm und einer oberen Grenze von 40 μm .
10. Lagerelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*,

dass dieses als Gleitlagerhalbschale oder Anlaufring oder Lagerbuchse ausgebildet ist.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

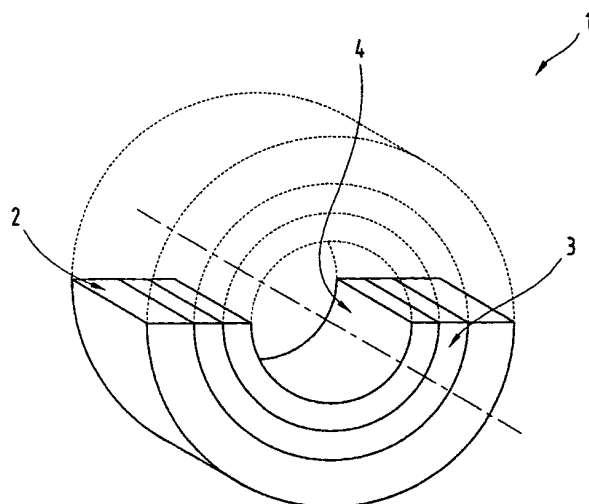
40

45

50

55

Fig.1





österreichisches
patentamt

Blatt: 2

AT 501 811 B1 2008-01-15

Int. Cl. 8: **F16C 33/20** (2006.01)

B32B 27/00 (2006.01)

C08G 73/10 (2006.01)

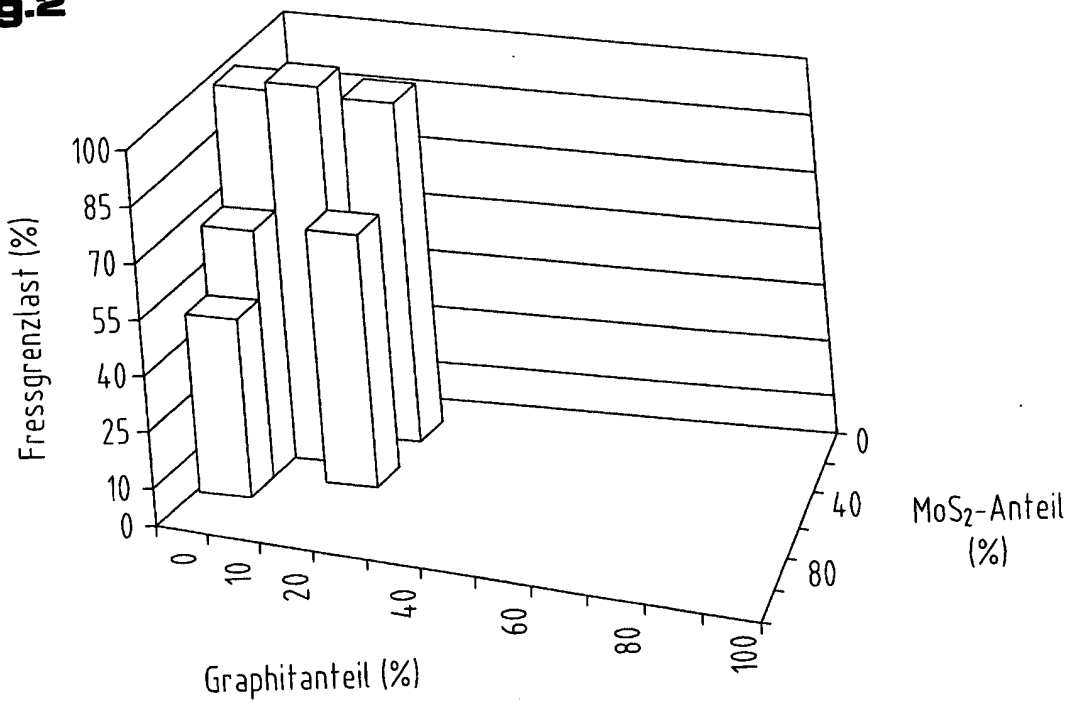


Fig.2