

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

|      |                    |              |      |           |                   |           |
|------|--------------------|--------------|------|-----------|-------------------|-----------|
| (21) | Anmeldenummer:     | A 50927/2016 | (51) | Int. Cl.: | <b>F16C 33/12</b> | (2006.01) |
| (22) | Anmeldetag:        | 17.10.2016   |      |           | <b>C22C 13/00</b> | (2006.01) |
| (43) | Veröffentlicht am: | 15.04.2018   |      |           | <b>C22C 18/00</b> | (2006.01) |

|      |                                                                                                                                                                   |      |                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (56) | Entgegenhaltungen:<br>JP H10330871 A<br>US 1915212 A<br>JP 2003322153 A<br>DE 102013006388 A1<br>WO 2015022426 A2<br>US 5597656 A<br>JP H0796386 A<br>FR 628802 A | (71) | Patentanmelder:<br>Miba Gleitlager Austria GmbH<br>4663 Laakirchen (AT)                           |
|      |                                                                                                                                                                   | (72) | Erfinder:<br>Davis Brian<br>4812 Pinsdorf (AT)<br>Dipl.Ing. Hädicke Lukas<br>4813 Altmünster (AT) |
|      |                                                                                                                                                                   | (74) | Vertreter:<br>Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt<br>GmbH<br>4580 Windischgarsten (AT)        |

(54) **Mehrschichtgleitlagerelement**

(57) Die Erfindung betrifft ein Mehrschichtgleitlagerelement umfassend eine Stützsicht und eine Gleitsicht, wobei die Gleitsicht aus einem Weißmetall umfassend die Elemente Zinn, Zink und Kupfer besteht, wobei der Anteil an Kupfer zwischen 2 Gew.-% und 8 Gew.-% und der Anteil an Zink zwischen 35 und 50 Gew.-%, bevorzugt zwischen 39 und 47 Gew.-%, liegt und den Rest Zinn bildet. Bevorzugt weist zumindest 50% des Zinkanteils eine maximale Korngröße von 250 µm auf. Bevorzugt ist das Weißmetall eine Gusslegierung, insbesondere eine Schleudergusslegierung.

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

Die Erfindung betrifft ein Mehrschichtgleitlagerelement umfassend eine Stützschiicht und eine Gleitschiicht, wobei die Gleitschiicht aus einem Weißmetall umfassend die Elemente Zinn, Zink und Kupfer besteht, wobei der Anteil an Kupfer zumindest 0,5 Gew.-% und der Anteil an Zink zwischen 35 Gew.-% und 50 Gew.-% beträgt und den Rest Zinn bildet.

Die Erfindung betrifft ein Mehrschichtgleitlagerelement umfassend eine Stützschiicht und eine Gleitschiicht, wobei die Gleitschiicht aus einem Weißmetall umfassend die Elemente Zinn, Zink und Kupfer besteht, wobei der Anteil an Kupfer zumindest 0,5 Gew.-% beträgt.

Durch die steigenden Belastungen im Motor und dadurch auf die Lager wird vom Markt eine höherfeste Gleitschiicht gewünscht welche allerdings keine merklich schlechteren Fresseigenschaften hat oder zumindest kein Spontanversagen wie das häufig verwendete AlSn40 zeigt. Zur Lösung dieses Problems sind seitens der Gleitlagerhersteller unterschiedlichste Lösungen, insbesondere unterschiedlichste Legierungen, bekannt.

Der Einsatz von Weißmetallen für eine Gleitschiicht eines Mehrschichtgleitlagers ist aus dem Stand der Technik bekannt. Die derzeitigen Legierungen sind geprägt durch die Anwendung der Mischkristallverfestigung (Zusatz von Sb, Bi, Cd) und durch die Härtung durch primäre Ausscheidungen (Zusatz von Cu, Ni, Co). Das Risiko bei primären Ausscheidungen ist die prozessmäßig beim Schleuderguss schwer zu kontrollierende Seigerung aufgrund von Fliehkräften und der Verringerung der Duktilität aufgrund dem erhöhtem Sprödphasenanteil. Kaltverfestigung durch Verpressen und Feinkornverfestigung (Zusatz von Te, As) sind aufgrund der relativ hohen Temperaturen für Weißmetalle nicht oder nur kurzzeitig wirksam. Zudem sind die Kosten der Legierungen sind zu einem großen Ausmaß durch den hohen Zinnanteil verursacht.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Mehrschichtgleitlagers mit einer Gleitschiicht aus einem Weißmetall, das in der Herstellung kosten-

günstiger ist, als die derzeit bekannten Mehrschichtgleitlager auf Basis von einem Weißmetall.

Die Aufgabe der Erfindung wird bei dem eingangs genannten Mehrschichtgleitlager dadurch gelöst, dass der Anteil an Zink zwischen 35 Gew.-% und 50 Gew.-% beträgt und den Rest Zinn bildet.

Von Vorteil ist dabei, dass durch den hohen Anteil an Zink die durch Zinn verursachten relativ hohen Kosten des Mehrschichtgleitlagers deutlich gesenkt werden können, da der Preis von Zink bei ca. 1/10 von jenem von Zinn liegt. Nachdem Zink und Zinn aus demselben Herstellungsverfahren gewonnen werden, ist auch nicht damit zu rechnen, dass sich dieses Verhältnis ändert. Die Gleitschicht mit der angegebenen Zusammensetzung weist zudem eine höhere Festigkeit als derzeit in Mehrschichtgleitlagern eingesetzte Weißmetalle auf, wobei aber der Verlust an Duktilität der Legierung überraschenderweise relativ gering ist. Trotz des hohen Anteils an Zink bleiben die guten Fresseigenschaften des Zinns erhalten. Die Gleitschicht weist ebenfalls eine höhere Dauerfestigkeit auf. Dies ist im Sinne des Schadensfortschritts, dass also bei gleicher Belastung und Zeit weniger Schäden auftreten und/oder eine höhere Belastung bei gleicher Zeit zum selben Schaden führt, von Vorteil.

Eine weitere Verbesserung dieser Eigenschaften der Gleitschicht kann erreicht werden, wenn der Anteil an Zink zwischen 39 Gew.-% und 47 Gew.-% beträgt.

Nach einer anderen Ausführungsvariante des Mehrschichtgleitlagers kann vorgesehen sein, dass der Anteil an Kupfer zwischen 2 Gew.-% und 8 Gew.-% beträgt. Es kann damit eine weitere Verbesserung der Festigkeit der Gleitschicht erreicht werden, da Kupfer Mischkristalle sowie primär ausgeschiedene Hartphasen mit Zink bildet.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante des Mehrschichtgleitlagers kann ein Anteil von zumindest 50 % des gesamten Zinkanteils mit einer maximalen Korngröße von 250 µm vorliegen. Durch diese Feinkörnigkeit der Weißmetalllegierung

kann eine weitere Verbesserung der Dauerfestigkeit der Gleitschicht erreicht werden.

Vorzugsweise ist das Weißmetall eine Gusslegierung, insbesondere eine Schleudergusslegierung. Gussverfahren sind im Vergleich zu anderen Verfahren zur Herstellung von Gleitlagerschichten relativ schnell durchführbar. Zudem zeigt sich insbesondere bei Gusslegierungen der Vorteil der verringerten Seigerung der angegebenen Zusammensetzung des Weißmetalls.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Beschreibung und der darin angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Einführend sei festgehalten, dass die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene Ausführungsform des Mehrschichtgleitlagers bezogen und bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen sind.

Sämtliche Angaben in der Beschreibung zu Zusammensetzungen sind in Gew.-% zu verstehen, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist.

Weiter beziehen sich Angaben zu Normen auf die zum Anmeldetag vorliegender Anmeldung letztgültige Fassung, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist.

Die Erfindung betrifft ein metallisches Mehrschichtgleitlagerelement, insbesondere ein mehrschichtiges Radialgleitlagerelement. Dieses weist eine metallische, radial äußere Stützschiicht (auch als Rückmetallschiicht bezeichnenbar) auf, auf der auf der radialen Innenoberfläche eine Gleitschiicht aufgebracht ist. In der einfachsten, bevorzugten Ausführungsvariante besteht das Mehrschichtgleitlagerelement aus diesen beiden Schichten, sodass also die Gleitschiicht mit der Stützschiicht verbunden ist.

Es ist auch möglich, dass die Gleitschiicht direkt auf einem Stützelement, das insbesondere die Stützschiicht bildet, angeordnet ist. Diese Direktbeschichtung wird beispielsweise bei Pleuellaugen angewandt.

Gegebenenfalls kann zwischen der Stützschrift und der Gleitschicht zumindest eine weitere Schicht angeordnet sein, beispielsweise eine Lagermetallschicht und/oder eine Bindschicht und/oder eine Diffusionssperrschicht.

Das Mehrschichtgleitlagerelement bildet zusammen mit zumindest einem weiteren Gleitlagerelement – je nach konstruktivem Aufbau kann auch mehr als ein weiteres Gleitlagerelement vorhanden sein - ein Gleitlager aus, wie dies an sich bekannt ist. Dabei ist bevorzugt das im Betrieb des Gleitlagers höher belastete Gleitlagerelement durch das Gleitlagerelement 1 nach der Erfindung gebildet, ist also beispielsweise im Hauptlager die untere Halbschale oder im Kreuzkopf die obere Halbschale. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass zumindest eines der zumindest einen weiteren Gleitlagerelemente durch das Mehrschichtgleitlagerelement nach der Erfindung gebildet wird.

Das Mehrschichtgleitlagerelement kann in Form einer Halbschale ausgebildet sein. Es ist weiter möglich, dass das Mehrschichtgleitlagerelement als Gleitlagerbuchse ausgebildet ist. In diesem Fall ist das Mehrschichtgleitlagerelement gleichzeitig das Gleitlager. Weiter besteht die Möglichkeit einer anderen Teilung, beispielsweise einer Drittelteilung, sodass das Mehrschichtgleitlagerelement mit zwei weiteren Gleitlagerelementen zu einem Gleitlager kombiniert wird, wobei zumindest eines der beiden weiteren Gleitlagerelemente ebenfalls durch das Mehrschichtgleitlagerelement gebildet sein kann. In diesem Fall deckt das Mehrschichtgleitlagerelement nicht einen Winkelbereich von 180 ° sondern einen Winkelbereich von 120° ab.

Es sind aber auch andere geometrische Ausführungen des Mehrschichtgleitlagerelements möglich. Beispielsweise kann dies ein Anlaufring, ein Axiallager, etc. sein.

Das Mehrschichtgleitlagerelement wird insbesondere in der Motorenindustrie bzw. in Motoren eingesetzt.

Die Stützschrift besteht vorzugsweise aus einem Stahl, kann aber auch aus anderen geeigneten Werkstoffen, wie z.B. einer Bronze, bestehen.

Die Werkstoffe für die gegebenenfalls vorhanden weiteren Schichten können dem Stand der Technik entsprechend ausgebildet bzw. zusammengesetzt sein. Es sei dazu auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen.

Die Gleitschicht besteht aus einem Weißmetall, also einer Sn-Zn-Legierung. Der Anteil des Zinks ist dabei ausgewählt aus einem Bereich von 35 Gew.-% und 50 Gew.-%. Zusätzlich enthält die Gleitschicht zumindest 0,5 Gew.-% Kupfer. Den Rest auf 100 Gew.-% bildet das Zinn.

Es sei erwähnt, dass das Weißmetall auch übliche Verunreinigungen enthalten kann, die aus der Herstellung der Metalle, aus denen das Weißmetall hergestellt wird, stammen. Die jeweiligen Anteile der Metalle an den in dieser Beschreibung erwähnten Zusammensetzungen der Gleitschicht umfassen also gegebenenfalls diese Verunreinigungen.

Vorzugsweise beträgt der Anteil an Zink an der Gleitschicht zwischen 39 Gew.-% und 47 Gew.-%, insbesondere zwischen 42 Gew.-% und 47 Gew.-%.

Nach einer weiteren Ausführungsvariante des Mehrschichtgleitlagerelements kann vorgesehen sein, dass der Anteil an Kupfer zwischen 2 Gew.-% und 8 Gew.-% Kupfer beträgt. Vorzugsweise enthält das Weißmetall bei dieser Ausführungsvariante zwischen 4 Gew.-% und 7 Gew.-% Kupfer.

Die Gleitschicht besteht also aus den Metallen Zinn, Zink und Kupfer sowie den gegebenenfalls vorhandenen Verunreinigungen.

Nach einer anderen Ausführungsvariante des Mehrschichtgleitlagerelementes kann vorgesehen sein, dass ein Anteil von zumindest 50 %, insbesondere zumindest 65 %, der Körner des gesamten Zinkanteils mit einer maximalen Korngröße von 250 µm vorliegt. Vorzugsweise beträgt die Korngröße der Zinkkörner zwischen 30 µm und 150 µm, insbesondere zwischen 30 µm und 100 µm. Die Korngröße wird gemäß DIN EN ISO 643 bestimmt.

Bevorzugt wird die Weißmetall-Gleitschicht nach einem Gussverfahren, insbesondere nach einem Schleudergussverfahren, hergestellt bzw. auf der entsprechen-

den Schicht abgeschieden. Das Weißmetall ist also bevorzugt eine Gusslegierung, insbesondere eine Schleudergusslegierung.

Im Zuge der Evaluierung der Einsatzfähigkeit des Mehrschichtgleitlagers wurden die in Tabelle 1 angegebenen Zusammensetzungen hergestellt und getestet. Die Angaben zur Zusammensetzung sind in Gew.-% zu verstehen.

Es wurden jeweils Zweischichtgleitlager hergestellt, wobei für die Stützschiicht ein Stahl der Qualität C10 verwendet wurde. Das Aufgießen der Weißmetall-Gleitschiicht erfolgte mit folgenden Parametern:

Legierung: Gießtemperatur 600°C

Stahlrohling: bei 350°C feurverzinnter Stahlrohling

Tabelle 1: Beispielzusammensetzungen der Weißmetall-Gleitschiicht:

| Bsp.                | Sn  | Zn  | Cu   | HB2.5/31,25 <sup>(1)</sup> | Rp02 <sup>(2)</sup> | % HM07 <sup>(4)</sup> | Kostenvorteil |
|---------------------|-----|-----|------|----------------------------|---------------------|-----------------------|---------------|
| HM07 <sup>(3)</sup> | 88% |     | 3,5% | 28,00                      | 57,00               | 100%                  | 0%            |
| G4                  | 69% | 28% | 3,0% | 23,90                      | 47,00               | 82%                   | 18%           |
| G5                  | 71% | 27% | 2,0% | 23,10                      | 44,00               | 77%                   | 16%           |
| G6                  | 58% | 39% | 4%   | 41,05                      | 53,00               | 93%                   | 29%           |
| G7                  | 49% | 47% | 4%   | 47,51                      | 58,00               | 102%                  | 37%           |
| G8                  | 56% | 39% | 5%   | 39,89                      | 55,00               | 96%                   | 31%           |
| G9                  | 54% | 40% | 7%   | 40,74                      | 49,00               | 86%                   | 32%           |
| G10                 | 45% | 48% | 7%   | 49,00                      | 73,00               | 128%                  | 41%           |
| G11                 | 52% | 43% | 5%   | 44,63                      | 58,00               | 102%                  | 35%           |

(1) HB2,5/31,25: Brinellhärte, Kugeldurchmesser 2,5 mm, Prüfkraft 31,25 p

(2) Rp0,2: 0,2 % Dehngrenze in [MPa]

(3) HM07 ist eine kommerziell erhältliche Weißmetalllegierung die neben Zinn insgesamt 8,5 Gew.-% andere Legierungselemente (7,5 Gew.-% Antimon, 3,5 Gew.-% Kupfer, 0,2 Gew.-% Nickel, 1 Gew.-% Zink) enthält.

(4) Auf HM07 bezogener Wert RP0,2

Wie aus der Tabelle 1 zu ersehen ist, weist die Weißmetall-Gleitschicht deutliche Kostenvorteile gegenüber HM07 auf. Eine Legierungsvariante mit 50 Gew.-% Zinn, 43 Gew.-% Zink und 7 Gew.-% Kupfer kostet im Vergleich zu HM07 50% weniger. Im Verbund mit Stahl verringert sich der Kostenvorteil auf ca. 20%.

Das Zink ist in der Gleitschicht vorzugsweise weitgehend homogen verteilt enthalten. Mit weitgehend ist gemeint, dass eine Abweichung der Anzahl der Zinkkörner pro Volumeneinheit ( $1 \text{ cm}^3$  Legierung) von 3 % zulässig ist.

Wie voranstehend ausgeführt, ist es von Vorteil wenn ein Anteil von zumindest 50 %, insbesondere zumindest 65 %, des gesamten Zinkanteils mit einer maximalen Korngröße von  $250 \mu\text{m}$  vorliegt. Vorzugsweise beträgt die Korngröße der Zinkkörner zwischen  $30 \mu\text{m}$  und  $150 \mu\text{m}$ , insbesondere zwischen  $30 \mu\text{m}$  und  $100 \mu\text{m}$ . Erreicht wird dies durch kornfeinende Elemente aus der Gruppe Al, Ag, As, Se.

Die Ausführungsbeispiele beschreiben mögliche Ausführungsvarianten, wobei auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

## **P a t e n t a n s p r ü c h e**

1. Mehrschichtgleitlagerelement umfassend eine Stützschiicht und eine Gleitschiicht, wobei die Gleitschiicht aus einem Weißmetall umfassend die Elemente Zinn, Zink und Kupfer besteht, wobei der Anteil an Kupfer zumindest 0,5 Gew.-% beträgt, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Zink zwischen 35 Gew.-% und 50 Gew.-% beträgt und den Rest Zinn bildet.
2. Mehrschichtgleitlagerelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Zink zwischen 39 Gew.-% und 47 Gew.-% beträgt.
3. Mehrschichtgleitlagerelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Kupfer zwischen 2 Gew.-% und 8 Gew.-% beträgt.
4. Mehrschichtgleitlagerelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Anteil von zumindest 50 % des gesamten Zinkanteils mit einer maximalen Korngröße von 250 µm vorliegt.
5. Mehrschichtgleitlagerelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Weißmetall eine Gusslegierung, insbesondere eine Schleudergusslegierung, ist.

## **P a t e n t a n s p r ü c h e**

1. Mehrschichtgleitlagerelement umfassend eine Stützschrift und eine Gleitschicht, wobei die Gleitschicht aus einem Weißmetall umfassend die Elemente Zinn, Zink und Kupfer besteht, wobei der Anteil an Zink zwischen 35 Gew.-% und 50 Gew.-% beträgt, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Kupfer zwischen 2 Gew.-% und 8 Gew.-% beträgt und den Rest Zinn bildet.
2. Mehrschichtgleitlagerelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Zink zwischen 39 Gew.-% und 47 Gew.-% beträgt.
3. Mehrschichtgleitlagerelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Anteil von zumindest 50 % des gesamten Zinkanteils mit einer maximalen Korngröße von 250 µm vorliegt.
4. Mehrschichtgleitlagerelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Weißmetall eine Gusslegierung, insbesondere eine Schleudergusslegierung, ist.