

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 889/2013
(22) Anmeldetag: 15.11.2013
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2015

(51) Int. Cl.: **F16C 33/10** (2006.01)
F16C 33/14 (2006.01)
B23K 26/00 (2014.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2009293684 A
EP 1591678 A1
JP 2005321048 A
JP 2013160338 A
DE 102008037871 A1
DE 102010004529 A1

(71) Patentanmelder:
Fachhochschule Vorarlberg GmbH
6850 Dornbirn (AT)

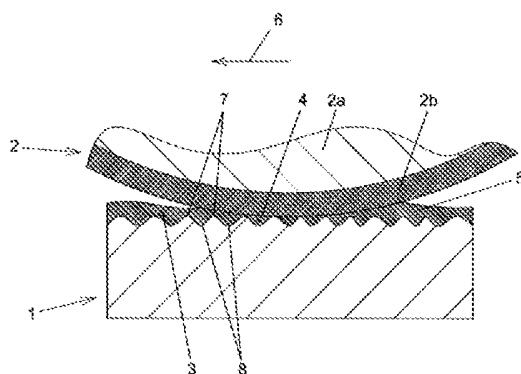
(72) Erfinder:
Zehetner Johann
6850 Dornbirn (AT)
Stroj Sandra
6971 Hard (AT)
Diem Alexander
6850 Dornbirn (AT)
Heidegger Stefan
6863 Egg (AT)

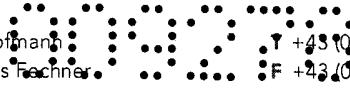
(74) Vertreter:
Hofmann R. Mag. Dr., Fechner Th. Dr.
Rankweil

(54) **Gleitlager**

(57) Gleitlager mit einem ersten Lagerteil (1) und einem zweiten Lagerteil (2), welche sich gegeneinander abstützende und sich mittels eines flüssigen oder pastösen Schmierstoffs (5) geschmiert aneinander gleitende Lageroberflächen (3, 4) aufweisen, wobei die Lageroberfläche (3) des ersten Lagerteils (1) von einem Metall ausgebildet wird und mit einer Ripple-Struktur versehen ist, welche aufeinanderfolgende Wellenkämme (7) und dazwischenliegende Vertiefungen (8) aufweist. Die Lageroberfläche (4) des zweiten Lagerteils (2) wird von einem Gleitlack (2b) auf der Basis von MoS₂ oder Grafit ausgebildet, mit dem ein Grundkörper (2a) des zweiten Lagerteils (2) beschichtet ist.

Fig. 1



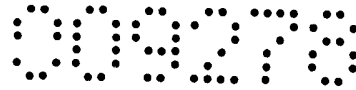


Zusammenfassung

Ein Lager weist ein erstes Lagerteil (1) und ein zweites Lagerteil (2) auf, welche sich gegeneinander abstützende und mittels eines flüssigen oder pastösen Schmierstoffs (5) sich geschmiert relativ zueinander bewegende Lageroberflächen (3, 4) aufweisen. Die Lageroberfläche (3) des ersten Lagerteils (1) wird von einem Metall und die Lageroberfläche (4) des zweiten Lagerteils (2) wird von einer Gleitschicht (2b) 5 ausgebildet, mit der ein Grundkörper (2a) des zweiten Lagerteils (2) beschichtet ist. Die Lageroberfläche (3) des ersten Lagerteils (1) ist mit einer Ripple-Struktur versehen, welche aufeinanderfolgende Wellenkämme (7) und dazwischenliegende Vertiefungen (8) aufweist. (Fig. 1)

Die Erfindung bezieht sich auf ein Lager mit einem ersten Lagerteil und einem zweiten Lagerteil, welche sich gegeneinander abstützende und sich mittels eines flüssigen oder pastösen Schmierstoffs geschmiert relativ zueinander bewegende Lageroberflächen aufweisen, wobei die Lageroberfläche des ersten Lagerteils von einem Metall und die Lageroberfläche des zweiten Lagerteils von einer Gleitschicht ausgebildet wird, mit der ein Grundkörper des zweiten Lagerteils beschichtet ist.

Es ist bekannt, bei geschmierten Lagern in einer der sich gegeneinander bewegend Lageroberflächen rinnenförmige Schmierstofftaschen oder ähnliche Vertiefungen einzubringen, um die Reibung zu verringern. Die Schmierstofftaschen bilden ein Reservoir für den darin gesammelten Schmierstoff, was eine gleichmäßige Schmierung unter Ausbildung eines mehr oder weniger durchgängigen Schmierstofffilms unterstützt. Auch können beispielsweise durch Verschleiß gebildete oder von Verschmutzungen herrührende Partikel in den Schmierstofftaschen aufgenommen werden, sodass die von solchen Partikeln herrührenden negativen Effekte zumindest verringert werden. Solche Schmierstofftaschen in Form von Mikroporen können beispielsweise mittels Lasern hergestellt werden, wie dies beispielsweise aus der WO 98/14710 hervorgeht. Wenn die Oberfläche, in welche die Mikroporen eingebracht werden, aus Metall besteht, so entstehen die Mikroporen durch Aufschmelzen und anschließendes Verdampfen von Metall mittels der Laserstrahlung. In einem Bereich, der an die so ausgebildete Vertiefung anschließt, ist die Leistungsdichte hoch genug um das Metall in einer Oberflächenlage zu schmelzen, aber nicht um es zu verdampfen. Dadurch entsteht ein überstehender Rand um die Vertiefung, dessen Höhe durch Auswahl geeigneter Prozessparameter möglichst gering gehalten werden muss. Dieser überstehende Rand beeinträchtigt das Reibverhalten.



Aus der DE 103 55 685 A1 geht ebenfalls die Ausbildung von Schmierstofftaschen mittels Laserstrahlung hervor. Die Schmierstofftaschen sind in eine an der Oberfläche erzeugte verschleißfeste Schicht eingebracht. Vorausgehend erfolgt eine Vorbearbeitung der Oberfläche durch Honen, Schrupphonen oder Feinspindeln.

5

Auch in der EP 1 275 864 A1 wird eine Ausbildung von Schmierstofftaschen, insbesondere durch Laserbearbeitung, beschrieben. Das Verfahren umfasst die Vorbearbeitung der Oberfläche durch Vorhonen, Drehen, Vorschleifen oder Fräsen, die Ausbildung der Schmierstofftaschen, insbesondere durch Laserbearbeitung, Elektronenstrahlbearbeitung oder Funkenerosion, sowie das Fertigbearbeiten in zwei Stufen, nämlich Entgraten und Endbearbeiten. Die Herstellung ist somit relativ aufwendig.

10

Bekannt ist auch die Ausbildung von als Schmierstofftaschen dienenden Vertiefungen rein durch mechanische Bearbeitung, insbesondere durch Honen, vgl. z.B. die DE 10 2009 010 791 A1. Aufgrund von relativ scharfen Kanten kommt es zu einem höheren Einlaufverschleiß.

15

Auch bei mittels Schmierstoffen geschmierten Lageroberflächen ist es bekannt, bei zumindest einer der Gleitoberflächen eine Gleitschicht einzusetzen, insbesondere in Form eines Gleitlacks, z.B. auf Basis von MoS₂, PTFE, Grafit oder auf Harzbasis.

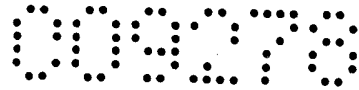
20

Gleitschichten, insbesondere in Form von Gleitlacken, werden häufig zur Trockenschmierung eingesetzt, bei der zwischen den relativ zueinander sich bewegendenden Lageroberflächen kein flüssiger oder pastöser Schmierstoff eingesetzt wird.

25

Zur Verschleiß- und Reibungsminderung unter Trockenlaufbedingungen, d.h. ohne Einsatz von flüssigen oder pastösen Schmierstoffen, werden auch superharte Beschichtungen in Form von tetraedrisch gebundenen amorphen Kohlenstoffschichten (TA-C) eingesetzt. In der Veröffentlichung K.Guenther, S. Weissmantel, F. Marquart, M. Pfeiffer, NWK 12, 14. 4. 2011,

30



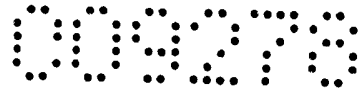
Wernigerode/Deutschland, ISBN: 978-3-00-034329-2, S. 23 bis 28, werden solche tetraedrisch gebundene amorphe Kohlenstoffschichten (TA-C) mit einer laserinduzierten Ripple-Struktur versehen, um dadurch den Reibungskoeffizienten und den Verschleiß unter Trockenlaufbedingungen, d.h. ohne Einsatz von flüssigem oder pastösen Schmierstoff, zu reduzieren. Eine Verminderung der Reibung ergibt sich allerdings nur bei geringen Lasten. Die Verringerung der Reibung wurde auf die Verringerung der realen Kontaktfläche zwischen beiden Reibpartnern zurückgeführt. Bei höheren Lasten kommt es zu einem relativ hohen Verschleiß.

Die Erzeugung von Ripple-Strukturen (=Riffelstrukturen) ist auf unterschiedlichen Oberflächen bekannt, beispielsweise aus der DE 10 2005 035 896 A1 und den Veröffentlichungen B.Tan und K.Venkatakrishnan, „A femtosecond laser-induced periodical surface structure on crystalline silicon“, J. Micromech. Microeng. **16** (2006) 1-6, und Y. Han, X. Zhao, and S. Qu, „Polarization dependent ripples induced by femtosecond laser on dense flint (ZF₆) glass“, OPTICS EXPRESS, Vol. 19, No. 20 (2011) 19150-19155, sowie aus den in diesen Schriften genannten Publikationen. Als Einsatzgebiete sind insbesondere die Markierung von Objekten und der Einsatz in mikroelektronischen, mikroelektromechanischen und mikrooptischen Systemen genannt.

Aufgabe der Erfindung ist es ein verbessertes, mit einem flüssigen oder pastösen Schmierstoff geschmiertes Lager der eingangs genannten Art bereitzustellen, welches sich auch für den Einsatz bei höheren Belastungen eignet.

Erfindungsgemäß gelingt dies durch ein Lager mit dem Merkmal des Anspruchs 1.

Gemäß der Erfindung wird bei einem Lager, dessen relativ zueinander sich bewegende Lageroberflächen mittels eines flüssigen oder pastösen Schmierstoffs geschmiert sind, wobei die Lageroberfläche des ersten Lagerteils von einem Metall gebildet wird und die Lageroberfläche des zweiten Lagerteils von einer Gleitschicht gebildet wird, die Lageroberfläche des ersten Lagerteils mit einer Ripple-Struktur versehen.



Es wurde festgestellt, dass durch die Erfindung ein Lager, insbesondere Gleitlager, mit verringerter Reibung und günstigem Verschleißverhalten bereitgestellt werden kann. Insbesondere kann erreicht werden, dass sich der Verschleiß gegenüber einem

5 herkömmlichen Lager zumindest nicht erhöht. Die Lageroberfläche des ersten Lagerteils mit der Ripple-Struktur kann vorteilhafterweise in einem einzelnen Arbeitsschritt ausgebildet werden.

Eine Ripple-Struktur (=Riffelstruktur) ist eine gewellte Struktur der Oberfläche,

10 welche die Oberfläche über den Bereich, über den sie sich erstreckt, vollflächig bedeckt und welche Wellenkämme aufweist, wobei zwischen aufeinanderfolgenden Wellenkämmen Vertiefungen liegen.

Im Allgemeinen ist diese Wellenstruktur aber, zumindest über größere

15 Ausdehnungen, nicht periodisch. Mit anderen Worten geht der Autokorrelationskoeffizient der Oberflächenstruktur über Größenordnungen von 20 μm gegen Null, und zwar in alle Richtungen.

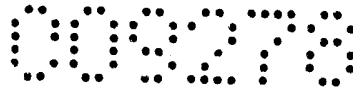
Vorteilhafterweise weisen die Wellenkämme der Ripple-Struktur der Lageroberfläche

20 des ersten Lagerteils eine Vorzugsrichtung auf, d.h. sie erstrecken sich im Mittel parallel zu einer bestimmten Richtung, eben der Vorzugsrichtung, besitzen aber gegenüber dieser über ihre Längserstreckungen Abweichungen, d.h. liegen zumindest abschnittsweise winkelig zu dieser. Speziell können die Winkel gegenüber der Vorzugsrichtung zumindest für den Großteil der Wellenkämme, insbesondere für

25 mehr als 90% der Wellenkämme, zumindest über den überwiegenden Teil des Verlaufs dieser Wellenkämme, insbesondere zumindest über mehr als 90% des Verlaufs dieser Wellenkämme, weniger als 30° , insbesondere weniger als 20° betragen.

Insbesondere erstreckt sich zumindest ein Teil der Wellenkämme bezogen auf die

30 Vorzugsrichtung nur über einen sehr kleinen Teil der Ausdehnung der Lageroberfläche des ersten Lagerteils in diese Richtung. Beispielsweise erstreckt



sich zumindest ein Teil der Wellenkämme, insbesondere mehr als 20% der Wellenkämme, über eine Länge von weniger als 50 μm bezogen auf die Vorzugsrichtung.

- 5 Vorteilhafterweise erstreckt sich ein Teil, insbesondere der Großteil (also mehr als 50%), der Wellenkämme über eine Länge von mehr als 10 μm bezogen auf die Vorzugsrichtung.

- 10 Die Ripple-Struktur der Lageroberfläche des ersten Lagerteils wird durch Laserbestrahlung erzeugt, ist also laserinduziert, und hierbei selbstorganisierend.

Vorzugsweise liegen die Abmessungen der Struktur zumindest in eine Richtung im Sub- μm -Bereich. Es handelt sich damit bei der Ripple-Struktur um eine Nanostruktur.

15

Die Ripple-Struktur kann durch Bestrahlung der Lageroberfläche mit einem gepulsten Laser ausgebildet werden, wobei die Oberfläche mit dem Laser abgefahren (=abgescannt) wird. Die Bewegung des Lasers zwischen zwei Laserpulsen erfolgt hierbei günstigerweise so, dass sich Laserspots von aufeinanderfolgenden Laserpulsen auf der Lageroberfläche überlappen. Der Laserspot ergibt sich aus dem Durchmesser des Laserstrahls, mit welchem dieser auf die Lageroberfläche auftrifft. Als Radius (=halber Durchmesser) des Laserstrahls bzw. Lasermodes wird der Abstand von der Strahlachse (=Mittelachse) herangezogen, bei welchem die Intensität des Laserstrahls auf einen Wert von $1/e^2$ (ca. 13,5%) sinkt.

25

Die Vorzugsrichtung der Wellenkämme der Ripple-Struktur, in welche die Wellenkämme im Mittel verlaufen, kann durch die Polarisierung des Laserstrahls bestimmt werden.

30

Vorteilhafterweise liegt die Vorzugsrichtung quer, insbesondere in einem Winkel von $90^\circ \pm 30^\circ$, vorzugsweise in einem Winkel von $90^\circ \pm 10^\circ$, zu einer Gleitrichtung, in der sich die Lageroberflächen relativ zueinander verschieben. Dadurch verbessert

sich der Aufbau eines hydrodynamischen Drucks des Gleitstoffes, durch welchen eine Reibungsminderung erzielt wird.

5 Die Gleitschicht, die die Lageroberfläche des zweiten Lagerteils ausbildet, enthält vorteilhafterweise ein Material, welches einen Trockenschmierstoff ausbildet, beispielsweise MoS₂, PTFE, Grafit oder ein Harz. Durch Abrasion von Partikeln der Gleitschicht durch die Ripple-Struktur der Lageroberfläche des ersten Lagerteils tragen diese Partikel dann zur Schmierung zwischen den Lagerteilen bei.

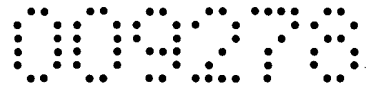
10 Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand der beiliegenden Zeichnung erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Lagers, im Querschnitt;

15 Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf die Lageroberfläche des ersten Lagerteils;
Fig. 3 einen schematischen Querschnitt durch das erste Lagerteil.

Ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Lagers ist schematisch in den Fig. 1 bis 3 dargestellt. Das Lager umfasst ein erstes Lagerteil 1 und ein zweites
20 Lagerteil 2, die sich in einem jeweiligen Anlagebereich aneinander abstützen. Der Reibkontakt zwischen der Lageroberfläche 3 des ersten Lagerteils 1 und der Lageroberfläche 4 des zweiten Lagerteils 2 erfolgt über einen Schmierstoff 5. In einem tribologischen System, wie es das erfindungsgemäße Lager darstellt, wird ein solcher Schmierstoff 5 auch als Zwischenstoff bezeichnet. Der Schmierstoff 5 ist
25 flüssig oder pastös. Ein pastöser Schmierstoff enthält eine flüssige Komponente, insbesondere ein Schmieröl, und einen Eindicker, z.B. sind als Eindicker Seifen, Bentonite, Polyharnstoffe, PTFE usw. bekannt.

Insbesondere kann als flüssiger Schmierstoff ein Schmieröl und als pastöser
30 Schmierstoff ein Schmierfett (welches als flüssige Komponente Schmieröl enthält) eingesetzt werden.



Die Viskosität des Schmierstoffs kann u.a. in Abhängigkeit von der Flächenpressung gewählt werden. Beispielsweise liegt die Viskosität im Bereich von 1 bis 1.000 mm²/s.

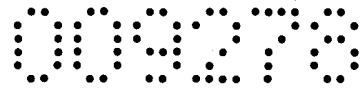
Die Belastung wird zumindest z.T. vom zwischen den Lageroberflächen 3, 4 ausgebildeten Schmierfilm aufgenommen. Im Falle einer Teilschmierung, wie sie in der Praxis im Allgemeinen auftreten wird, sind die Lageroberflächen 3, 4 nicht vollständig durch den Schmierfilm getrennt, d.h. dieser erstreckt sich nicht ununterbrochen zwischen den Lageroberflächen 3, 4, sondern die Belastung wird zum Teil durch sich berührende Abschnitte der Lageroberflächen 3, 4, insbesondere Rauheitsspitzen, aufgenommen.

Im jeweiligen Anlagebereich zwischen den Lageroberflächen 3, 4 erfolgt eine Relativbewegung zwischen dem ersten und dem zweiten Lagerteil 1, 2 parallel zu einer Gleitrichtung 6 (die Relativbewegung erfolgt also in die Gleitrichtung 6 oder auch wechselweise in und entgegen der Gleitrichtung 6). Vorzugsweise liegt die Gleitrichtung 6 parallel zu einer einzigen Geraden, d.h. es sind nicht Relativbewegungen parallel zu winkelig zueinanderstehenden Geraden möglich. Die Gleitrichtung 6 liegt insbesondere in der Mittelebene des jeweiligen Anlagebereichs zwischen der ersten und der zweiten Lageroberfläche 3, 4.

Insbesondere handelt es sich beim Lager um ein reines Gleitlager. Beispielsweise könnte auch Gleitreibung auf Grund einer Relativbewegung zwischen den Lageroberflächen 3, 4 parallel zur Gleitrichtung 6 und Rollreibung in Kombination auftreten.

Der Schmierstoff 5 verringert die Gleitreibungszahl (Reibungskoeffizient) zwischen dem ersten und dem zweiten Lagerteil 1, 2.

Das zweite Lagerteil 2 umfasst einen Grundkörper 2a, der mit einer Gleitschicht 2b beschichtet ist. Die vom Grundkörper 2a abgewandte, äußere Oberfläche der Gleitschicht 2b stellt die Lageroberfläche 4 des zweiten Lagerteils 2 dar.



Die Gleitschicht 2b wird vorzugsweise von einem Gleitlack gebildet, beispielsweise auf Basis von MoS₂, PTFE, Grafit oder auf Harzbasis.

5 Beispielsweise wird die Gleitschicht 2b durch Spritzen, Tauchen, Trommeln, Pinseln oder Tauchzentrifugieren aufgebracht. Das aufgebrachte Material kann, neben den beispielsweise angeführten Basisstoffen, welche insbesondere einen Festschmierstoff darstellen, Bindemittel (organisch, anorganisch) und/oder Lösemittel (Benzine, Esther, Wasser, usw...) und/oder Additive (Netzmittel, Entschäumer, Korrosionsinhibitoren) aufweisen.

10

Die Gleitschicht kann beispielsweise auch von PEEK oder einer sonstigen gleitoptimierten Schicht gebildet werden.

Der Grundkörper 2a kann beispielsweise aus Metall, z.B. Stahl bestehen.

15

Beispielsweise kann der Grundkörper 2a auch aus einem Kunststoff, einer Keramik usw. bestehen und ein- oder mehrteilig ausgebildet sein.

Die Gleitschicht 2b verringert die Gleitreibungszahl des zweiten Lagerteils 2 gegenüber dem ersten Lagerteil 1 im Vergleich zum Wert der Gleitreibungszahl, welche der Grundkörper 2a gegenüber dem ersten Lagerteil 1 ohne eine solche Gleitschicht 2b aufweisen würde.

20

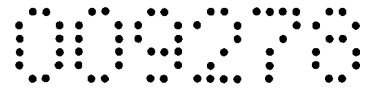
Typischerweise liegt die Gleitreibungszahl zwischen dem ersten Lagerteil 1 und dem zweiten Lagerteil 2 im Bereich von 0,05 bis 0,1.

25

Das erste Lagerteil 1 besteht zumindest in einem an die Lageroberfläche 3 anschließenden Bereich aus Metall, vorzugsweise Stahl. Beispielsweise kann es sich um einen Wälzlagerstahl (nach DIN 17230), z.B. 100 Cr6 handeln.

30

Beispielsweise weist das Material, aus welchem das erste Lagerteil 1 zumindest in einem an die Lageroberfläche 3 anschließenden Bereich besteht, eine Härte auf, die im Bereich von 200 bis 1200 HV 10 liegt, z.B. 700 HV 10 beträgt.



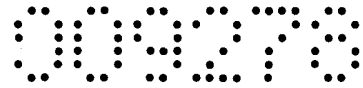
Die Härte des Materials, aus welchem die Gleitschicht 2b des zweiten Lagerteils 2 besteht, ist geringer als die des Materials, aus welchem der Grundkörper 2a des zweiten Lagerteils 2 besteht, vorzugsweise um mindestens 10% geringer.

- 5 Beispielsweise weist das Material, aus welchem der Grundkörper 2a besteht, eine Härte auf, die im Bereich von 200 bis 1200 HV 10 liegt, z.B. 700 HV 10 beträgt.

- 10 Die Lageroberfläche 3 des ersten Lagerteils 1 wird von einer Ripple-Struktur (=Riffelstruktur) gebildet. Diese weist aufeinanderfolgende Wellenkämme 7 auf, die durch dazwischenliegende Vertiefungen 8 in Form von längserstreckten Rillen (die auch als Rinnen oder Kanäle bezeichnet werden können) voneinander getrennt sind. Die Wellenkämme 7 weisen eine Vorzugsrichtung 9 auf, d.h. ihre Längserstreckung liegt, zumindest größtenteils, mehr oder weniger parallel zu dieser Vorzugsrichtung 9, wobei der Ausdruck „mehr oder weniger parallel“ Abweichungen von der parallelen
- 15 Erstreckung von bis zu $\pm 30^\circ$ umfassen soll. Die rillenförmigen Vertiefungen 8 weisen somit ebenfalls diese Vorzugsrichtung auf, d.h. sie liegen mit ihren Längserstreckungen, zumindest größtenteils, mehr oder weniger parallel, d.h. im Winkel von $\pm 30^\circ$, zu dieser Vorzugsrichtung 9.

- 20 Die Wellenstruktur bedeckt die Lageroberfläche 3 vollflächig und kann über Strecken, welche dem drei- bis zehnfachen mittleren Abstand zwischen zwei Wellenkämmen 7 entsprechen, weitgehend periodisch sein, sodass sie als optisches Gitter wirken kann. Über demgegenüber größere Abmessungen, beispielsweise über Ausdehnungen von 20 μm in alle Richtungen, ist die Struktur aber nicht
- 25 periodisch, d.h. der Autokorrelationskoeffizient der Struktur geht gegen Null.

- Der mittlere Abstand a zwischen aufeinanderfolgenden Wellenkämmen, rechtwinkelig zur Vorzugsrichtung 9 gemessen, kann beispielsweise im Bereich von 150 nm bis 2.000 nm, vorzugsweise im Bereich von 300 nm bis 1.500 nm, besonders
- 30 bevorzugt im Bereich von 500 nm bis 1.000 nm liegen.



Die mittlere Höhe h der Wellenkämme 7 gegenüber einer jeweils neben dem Wellenkamm 7 liegenden Vertiefung 8 kann beispielsweise im Bereich von 50 nm bis 600 nm, vorzugsweise im Bereich von 75 nm bis 450 nm, besonders bevorzugt im Bereich von 100 nm bis 300 nm liegen.

5

Die Vorzugsrichtung 9 der Wellenkämme 7 liegt vorteilhafterweise quer zur Gleitrichtung 6, insbesondere in einem Winkel von $90^\circ \pm 30^\circ$ zur Gleitrichtung, wobei ein Winkel von zumindest im Wesentlichen 90° („im Wesentlichen 90° “ soll hier heißen $90^\circ \pm 5^\circ$) besonders bevorzugt ist.

10

Bei der Relativbewegung zwischen der Lageroberfläche 3 des ersten Lagerteils 1 und der Lageroberfläche 4 des zweiten Lagerteils 2 im Anlagebereich parallel zur Gleitrichtung 6 wird ein hydrodynamischer Druck des Schmierstoffes 5 in den rillenförmigen Vertiefungen 8 (=Kanälen) ausgebildet, durch welchen die Reibkraft zwischen dem ersten Lagerteil 1 und dem zweiten Lagerteil 2 verringert wird.

15

Vorteilhaft sind hierbei die sehr geringen Abmessungen und geringen Abstände der rillenförmigen Vertiefungen 8. Weiters haben diese Vertiefungen 8 den positiven Effekt, dass sie als Depottaschen für kleine Partikel, insbesondere von Abrasion oder Verschmutzung herrührend, zur Verfügung stehen. Die in den Kanälen der Ripple-Struktur abgelagerten Abrasivpartikel tragen somit nicht zu einem Abrasionsvorgang bei.

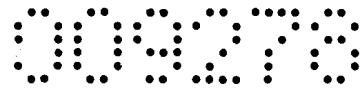
20

Durch die abgerundete Form der Lageroberfläche 3 des ersten Lagerteils 1 in den Bereichen der Wellenkämme 7 wird eine Verbesserung des Abgleitens des zweiten Lagerteils 2 erreicht, was ebenfalls zu einer geringen Reibkraft beiträgt.

25

Durch die sehr kleinen Strukturen ergeben sich zusätzlich noch geringere elastische und plastische Verformungen im Reibkontakt. Dies führt dazu, dass die durch die Belastung entstehenden Deformationsenergien gering sind und die dazugehörige Reibungsdeformationsenergie ebenfalls gesenkt wird. Weiters wird die Möglichkeit eines Formschlusses der beiden Lagerteile 1, 2 durch die Sub- μ -Struktur verringert.

30



Dies führt dazu, dass die durch Formschluss entstehenden Reibkräfte sehr gering sind.

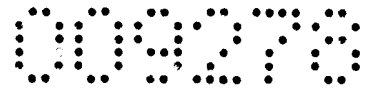
5 Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Ripple-Struktur der Lageroberfläche 3 des ersten Lagerteils 1 in eine ebene Oberfläche des ersten Lagerteils 1 eingebracht. Die Einbringung der Ripple-Struktur könnte auch in erste Lagerteile 1 mit anders geformten Oberflächen erfolgen, beispielsweise im Querschnitt konkav oder konvex gewölbte Oberflächen.

10 Im Ausführungsbeispiel ist die Lageroberfläche 4 des zweiten Lagerteils 2 im Anlagebereich im Querschnitt konvex, z.B. zylindrisch oder bombiert ausgebildet. Andere Ausbildungen der Lageroberfläche 4 sind ebenfalls denkbar und möglich.

15 Ein erfindungsgemäßes Lager kann beispielsweise ein Gleitlager einer Linearführung, eines Welle/Buchsen-Systems, einer Axialkolbenmaschine oder eines Start/Stop-Systems sein.

Dauerbelastungen des Lagers mit einer Last von bis zu 10 MPa sind möglich. Kurzfristig sind auch Belastungen bis zum Doppelten dieses Werts möglich.

20 Zur Ausbildung der Ripple-Struktur der Lageroberfläche 3 des ersten Lagerteils 1 wird in bekannter Weise ein Laserstrahl, insbesondere außerhalb seiner Fokusslage, über die Lageroberfläche 3 geführt, beispielsweise mäanderförmig, sodass insgesamt die gesamte Lageroberfläche 3 vom Laserstrahl überstrichen wird. Der Durchmesser des Laserstrahls auf der Lageroberfläche 3 kann beispielsweise im Bereich von 5 μm bis 50 μm , vorzugsweise im Bereich von 10 μm bis 30 μm liegen. Der Laser wird im Pulsbetrieb, wobei die Laserpulse vorzugsweise eine Dauer von weniger als 1 ps aufweisen, mit einer Pulswiederholrate betrieben, welche vorzugsweise im Bereich von 1 kHz bis 200 kHz liegt. Günstigerweise werden die Scangeschwindigkeit, der Durchmesser des Laserstrahls auf der Lageroberfläche 3 und die Pulswiederholrate so gewählt, dass sich die Laserspots von 25 30 aufeinanderfolgenden Laserpulsen auf der Lageroberfläche 3 überlappen.



In der stark schematisierten Zeichnung sind weitere Teile des Lagers, beispielsweise zur Halterung der Lagerteile 1, 2 nicht dargestellt.

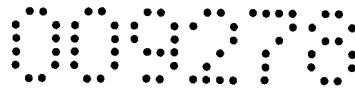


Legende
zu den Hinweisziffern:

	1	erstes Lagerteil
5	2	zweites Lagerteil
	2a	Grundkörper
	2b	Gleitschicht
	3	Lageroberfläche
	4	Lageroberfläche
10	5	Schmierstoff
	6	Gleitrichtung
	7	Wellenkamm
	8	Vertiefung
	9	Vorzugsrichtung

Patentansprüche

1. Lager mit einem ersten Lagerteil (1) und einem zweiten Lagerteil (2), welche sich gegeneinander abstützende und sich mittels eines flüssigen oder pastösen Schmierstoffs (5) geschmiert relativ zueinander bewegende Lageroberflächen (3, 4) aufweisen, wobei die Lageroberfläche (3) des ersten Lagerteils (1) von einem Metall und die Lageroberfläche (4) des zweiten Lagerteils (2) von einer Gleitschicht (2b) ausgebildet wird, mit der ein Grundkörper (2a) des zweiten Lagerteils (2) beschichtet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Lageroberfläche (3) des ersten Lagerteils (1) mit einer Ripple-Struktur versehen ist, welche aufeinanderfolgende Wellenkämme (7) und dazwischenliegende Vertiefungen (8) aufweist.
2. Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lager ein Gleitlager ist und die Lageroberflächen (3, 4) der ersten und zweiten Lagerteile (1, 2) mittels des Schmierstoffs (5) geschmiert aneinander gleiten.
3. Lager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitschicht (2b) von einem Gleitlack gebildet wird.
4. Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lageroberfläche (3) des ersten Lagerteils (1) von einem Stahl gebildet wird.
5. Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die aufeinanderfolgenden Wellenkämme (7) der Ripple-Struktur einen mittleren Abstand (a) voneinander aufweisen, der im Bereich von 150 nm bis 2.000 nm liegt.



6. Lager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die aufeinanderfolgenden Wellenkämme (7) der Ripple-Struktur einen mittleren Abstand (a) voneinander aufweisen, der im Bereich von 300 nm bis 1.500 nm liegt.
- 5 7. Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Höhe (h) eines Wellenkamms (7) gegenüber einer jeweiligen danebenliegenden Vertiefung (8) im Bereich von 50 nm bis 600 nm liegt.
- 10 8. Lager nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Höhe (h) eines Wellenkamms (7) gegenüber einer jeweiligen danebenliegenden Vertiefung (8) im Bereich von 75 nm bis 450 nm liegt.
- 15 9. Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenkämme (7) eine Vorzugsrichtung (9) aufweisen, welche in einem Winkel von $90^\circ \pm 30^\circ$ zu einer Gleitrichtung (6) liegt, parallel zu der sich die Lageroberflächen (3, 4) relativ zueinander verschieben.
- 20 10. Verfahren zur Ausbildung eines Lagers mit einem ersten Lagerteil (1) und einem zweiten Lagerteil (2), welche sich gegeneinander abstützende und mittels eines flüssigen oder pastösen Schmierstoffs (5) sich geschmiert relativ zueinander bewegend Lageroberflächen (3, 4) aufweisen, wobei die Lageroberfläche (3) des ersten Lagerteils (1) von einem Metall und die Lageroberfläche (4) des zweiten Lagerteils (2) von einer Gleitschicht (2b) ausgebildet wird, mit der ein Grundkörper (2a) des zweiten Lagerteils (2) beschichtet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Lageroberfläche (3) des ersten Lagerteils (1) durch Laserbestrahlung mit einer Ripple-Struktur versehen wird, welche aufeinanderfolgende Wellenkämme (7) und dazwischenliegende Vertiefungen (8) aufweist.
- 25

Fig. 1

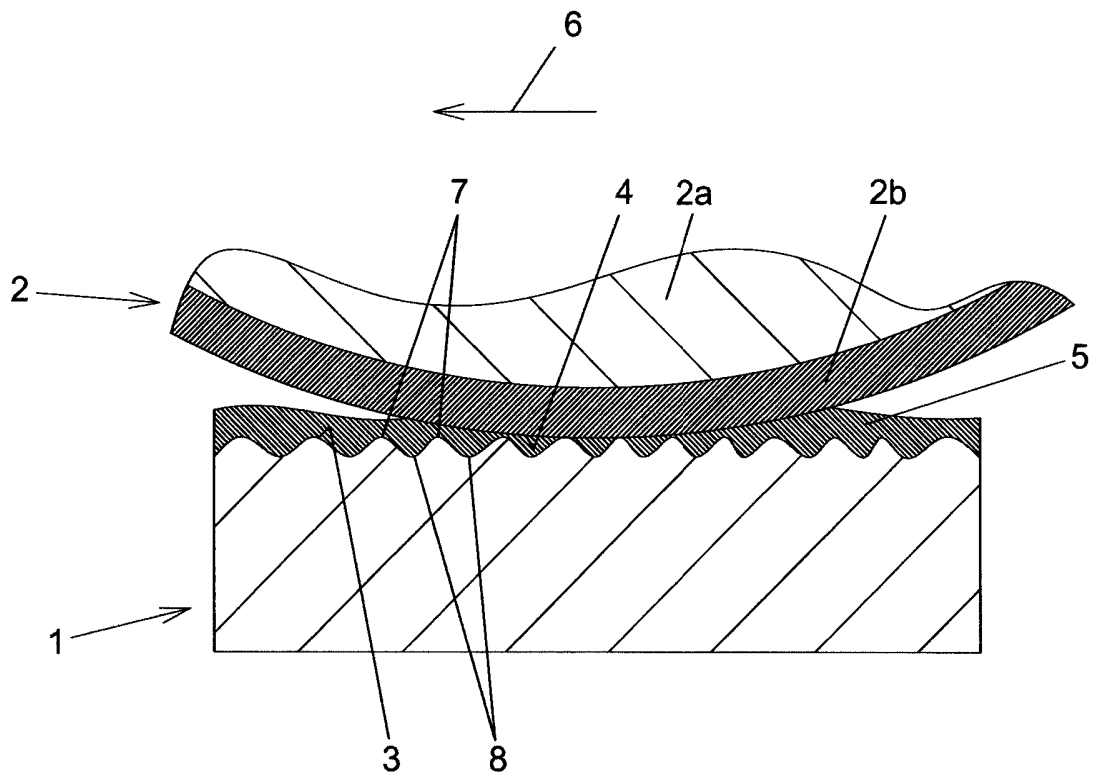
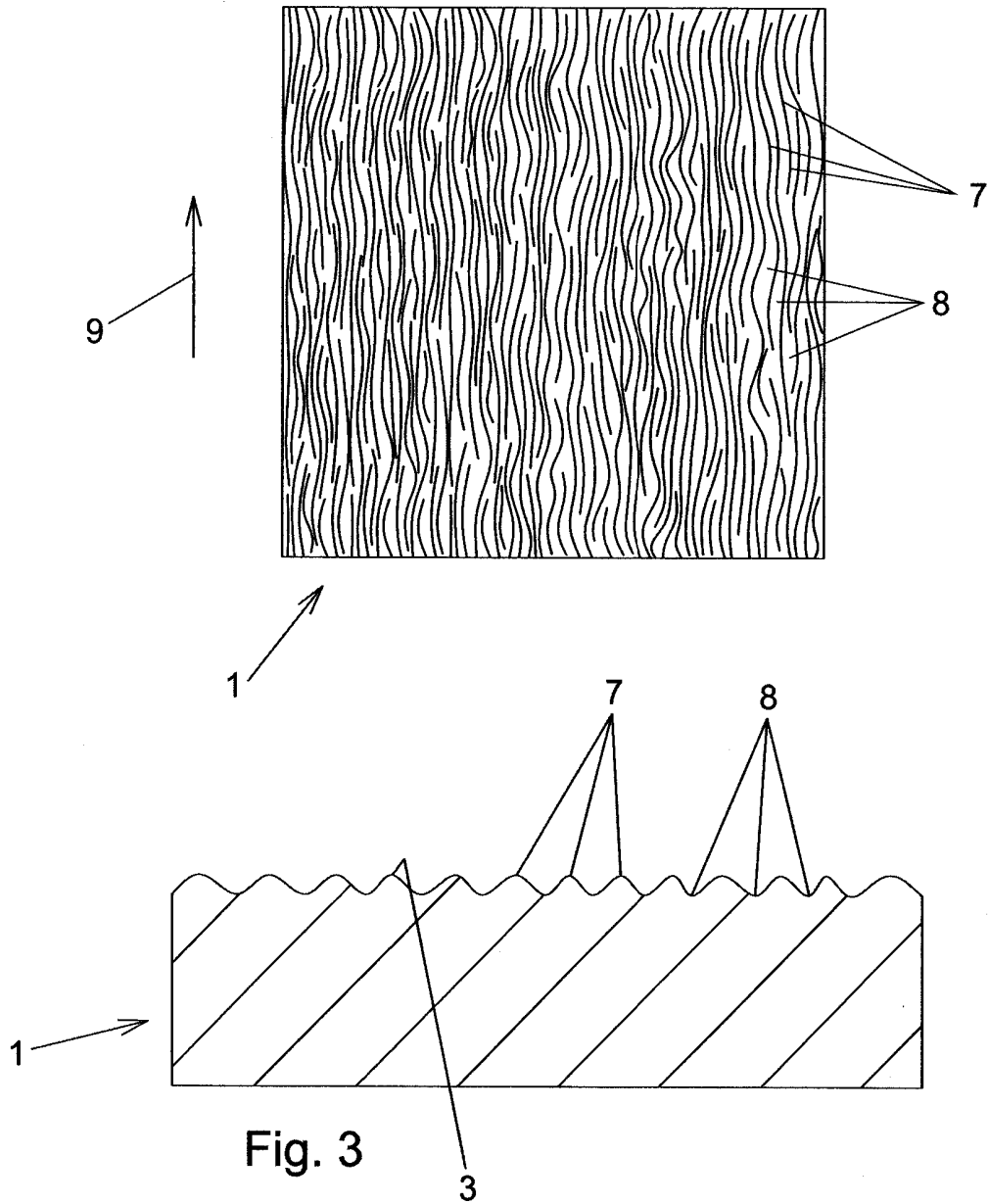


Fig. 2



25558/33/ss
140912

14

Patentansprüche

1. Gleitlager mit einem ersten Lagerteil (1) und einem zweiten Lagerteil (2),
welche sich gegeneinander abstützende und sich mittels eines flüssigen oder
pastösen Schmierstoffs (5) geschmiert aneinander gleitende Lageroberflächen
(3, 4) aufweisen, wobei die Lageroberfläche (3) des ersten Lagerteils (1) von
5 einem Metall ausgebildet wird und mit einer Ripple-Struktur versehen ist,
welche aufeinanderfolgende Wellenkämme (7) und dazwischenliegende
Vertiefungen (8) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Lageroberfläche
(4) des zweiten Lagerteils (2) von einem Gleitlack auf der Basis von MoS₂ oder
Grafit ausgebildet wird.
10
2. Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lageroberfläche (3)
des ersten Lagerteils (1) von einem Stahl gebildet wird.
3. Lager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die
15 aufeinanderfolgenden Wellenkämme (7) der Ripple-Struktur einen mittleren
Abstand (a) voneinander aufweisen, der im Bereich von 150 nm bis 2.000 nm
liegt.
4. Lager nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die
20 aufeinanderfolgenden Wellenkämme (7) der Ripple-Struktur einen mittleren
Abstand (a) voneinander aufweisen, der im Bereich von 300 nm bis 1.500 nm
liegt.
5. Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die
25 mittlere Höhe (h) eines Wellenkamms (7) gegenüber einer jeweiligen
danebenliegenden Vertiefung (8) im Bereich von 50 nm bis 600 nm liegt.

6. Lager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Höhe (h) eines Wellenkamms (7) gegenüber einer jeweiligen danebenliegenden Vertiefung (8) im Bereich von 75 nm bis 450 nm liegt.
- 5 7. Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenkämme (7) eine Vorzugsrichtung (9) aufweisen, welche in einem Winkel von $90^\circ \pm 30^\circ$ zu einer Gleitrichtung (6) liegt, parallel zu der sich die Lageroberflächen (3, 4) relativ zueinander verschieben.