



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 20 847 B4 2006.11.23**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 20 847.2**
 (22) Anmeldetag: **27.04.2001**
 (43) Offenlegungstag: **22.11.2001**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **23.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **C25D 15/00 (2006.01)**
C25D 5/34 (2006.01)
C25D 21/12 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
858/00 17.05.2000 AT

(72) Erfinder:
Rumpf, Thomas, Dr., Gmunden, AT

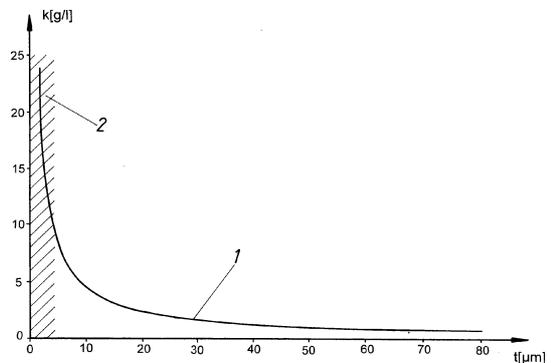
(73) Patentinhaber:
Miba Gleitlager AG, Laakirchen, AT

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 35 31 410 C2
AT 3 82 215 B
AT 3 69 145 B
EP 01 55 257 B1
Galvanotechnik 75 (1984) Nr.4, S.425-427;

(74) Vertreter:
**Patent- und Rechtsanwaltssozietät Maucher,
 Börjes & Kollegen, 79102 Freiburg**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum galvanischen Abscheiden einer Dispersionsschicht auf einer Oberfläche eines Werkstückes**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum galvanischen Abscheiden einer Dispersionsschicht auf einer Oberfläche eines Werkstückes, insbesondere einer Laufschrift auf einer Gleitlagerschale, wobei ein Elektrolyt mit der in ihm fein verteilten dispersen Phase gegenüber der zu beschichtenden Werkstückoberfläche unter Ausbildung einer oberflächenparallelen Strömungskomponente bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des zu beschichtenden Werkstückes vor der Beschichtung mit einer durchschnittlichen Mindestprofiltiefe von 5 µm profiliert und dann bei einer Strömungskomponente des Elektrolyts gegenüber der Werkstückoberfläche quer zu einer allfälligen Profilrichtung beschichtet wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum galvanischen Abscheiden einer Dispersionsschicht auf einer Oberfläche eines Werkstückes, insbesondere einer Laufschiicht auf einer Gleitlagerschale, wobei ein Elektrolyt mit der in ihm fein verteilten dispersen Phase gegenüber der zu beschichtenden Werkstückoberfläche unter Ausbildung einer oberflächenparallelen Strömungskomponente bewegt wird.

[0002] Durch die in die Schichtmatrix eingelagerte disperse Phase, die aus sehr unterschiedlichen, in der Schichtmatrix zumindest im wesentlichen unlöslichen Teilchen besteht, können die Eigenschaften von Dispersionsschichten an unterschiedliche Anforderungen angepaßt werden. So können beispielsweise bei Laufschiichten von Gleitlagern durch eine entsprechende Einlagerung von Hartstoffteilchen in die Schichtmatrix die mechanischen und korrosionshemmenden Eigenschaften erheblich verbessert werden. Mit dem Einsatz von gegenüber der Schichtmatrix weicheren Einlagerungen wird hingegen auf das Gleitverhalten Einfluß genommen.

Stand der Technik

[0003] Um Dispersionsschichten in vergleichsweise einfacher Art auf Werkstückoberflächen aufbringen zu können, ist es bekannt, diese Schichten galvanisch abzuscheiden. Zu diesem Zweck werden die Teilchen der dispersen Phase in einem entsprechenden Elektrolyt fein verteilt, in dem sie während des Elektrolysevorganges durch ein Rühren, ein Lufteinblasen oder ein Umpumpen in Suspension gehalten werden. Sie kommen dadurch mit der zu beschichtenden Oberfläche in Berührung und werden durch Adsorption, durch elektrostatische Anziehung und durch mechanische Einschlüsse in die Dispersionsschicht eingelagert. Die Einlagerungsrate ist naturgemäß vom Gehalt der dispersen Phase im Elektrolyt abhängig, doch verlangen höhere Einlagerungsraten überproportionale Konzentrationssteigerungen der dispersen Phase im Elektrolyt, wobei sich mit zunehmendem Anteil der dispersen Phase im Elektrolyt der Aufwand erhöht, der für eine gleichmäßige Verteilung der Teilchen entgegen deren Sedimentationsneigung eingesetzt werden muß. Beim Versuch, die Phasenkonzentration in der Schichtmatrix durch eine Vergrößerung des Phasenanteils im Elektrolyt zu steigern, ergeben sich somit entsprechende Grenzen.

[0004] Eine andere Möglichkeit, die Einlagerungsrate der dispersen Phase in der Schichtmatrix zu vergrößern, besteht darin, die Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyts gegenüber der zu beschichtenden Werkstückoberfläche zu steigern. Eine solche Steigerung der Strömungsgeschwindigkeit ist allerdings nur bis zu einem Optimum zielführend, weil dann – vermutlich durch eine Abspülwirkung – die Einlagerungsrate wieder sinkt. In diesem Zusammenhang ist außerdem zu berücksichtigen, daß mit der Verringerung der Korngröße der dispersen Phase die Viskosität des Elektrolyts stark ansteigt, was zu zusätzlichen Schwierigkeiten führt. Gerade feinkörnige disperse Phasen sind jedoch in der Dispersionsschicht erwünscht.

Aufgabenstellung

[0005] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum galvanischen Abscheiden einer Dispersionsschicht auf einer Oberfläche eines Werkstückes, insbesondere einer Laufschiicht auf einer Gleitlagerschale, der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, daß mit einem vergleichsweise geringen Aufwand Dispersionsschichten galvanisch abgeschieden werden können, die einen vergleichsweise hohen Anteil an einer dispersen Phase aufweisen.

[0006] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß die Oberfläche des zu beschichtenden Werkstückes vor der Beschichtung mit einer durchschnittlichen Mindestprofiltiefe von 5 µm profiliert und dann bei einer Strömungskomponente des Elektrolyts gegenüber der Werkstückoberfläche quer zu einer allfälligen Profilrichtung beschichtet wird.

Stand der Technik

[0007] Durch die Profilierung der zu beschichtenden Werkstückoberfläche mit einer durchschnittlichen Mindestprofiltiefe von 5 µm konnte in Verbindung mit einer Strömungskomponente des Elektrolyts gegenüber der Werkstückoberfläche quer zu einer allfälligen Profilrichtung in überraschender Weise der Anteil der in die Schichtmatrix eingelagerten dispersen Phase außerordentlich gesteigert werden, ohne die Konzentration der dispersen Phase im Elektrolyt vergrößern zu müssen. Damit erübrigt sich der mit einer Vergrößerung des Phasenanteils im Elektrolyt einhergehende Verfahrensaufwand. Es können nicht nur höhere Einlagerungsdichten der dispersen Phase in der Schichtmatrix erzielt, sondern auch übliche Phasenkonzentrationen in der Schicht-

matrix mit einem erheblich verringerten Verfahrensaufwand durch eine bedeutende Verringerung des Phasenanteils im Elektrolyt erreicht werden. Die Wirkung der erheblich verbesserten Einlagerung der dispersen Phase in die Schichtmatrix aufgrund der Profilierung der zu beschichtenden Werkstoffoberfläche kann vermutlich auf die sich im Bereich dieser Profilierung einstellenden Strömungsturbulenzen zurückgeführt werden, die die Einlagerungen der dispersen Phase in die sich abscheidende Schichtmatrix entscheidend unterstützen. Für eine solche Wirkungsweise spricht, daß bei einer ausgeprägten Profilrichtung die Strömungskomponente quer zu dieser Profilrichtung verlaufen muß. Als Profilrichtung wird in diesem Zusammenhang der Verlauf von mehr oder weniger zusammenhängenden Profilrücken verstanden, zwischen denen sich Profiltiefen ergeben, wie dies bei einer Profilierung durch Rillen oder Nuten der Fall ist. Gleitlager mit einer genuteten Lagerschicht zur Aufnahme einer galvanisch abgeschiedenen Laufschrift sind zwar bereits bekannt (AT 369 145 B, AT 382 215 B, EP 0 155 257 B), doch dienen diese profilierten, eine Laufschrift tragenden Werkstückoberflächen nicht zur Vergrößerung des Anteils einer Dispersionsphase in der Laufschrift, was eine Elektrolytströmung quer zu den Nuten oder Rillen voraussetzt, sondern zur feinen Verteilung örtlich unterschiedlicher Eigenschaften.

[0008] Wird die zu beschichtende Werkstückoberfläche nicht mit einer ausgeprägten Profilrichtung profiliert, wie dies beispielsweise bei der Ausbildung von Profilsitzen durch ein Ätzen oder Strahlen der Werkstückoberfläche erreicht werden kann, so braucht auf die Anströmrichtung der oberflächenparallelen Strömungskomponente des Elektrolyts gegenüber der Werkstückoberfläche keine Rücksicht genommen zu werden, weil sich eben hinsichtlich der Profilierung keine Vorzugsrichtung ergibt und daher in allen Strömungsrichtungen mit entsprechenden Verwirbelungen im Bereich der Profilierung zu rechnen ist. Es kommt ja nicht auf die Ausrichtung der Profilierung, sondern auf den Einfluß der Profilierung auf die Elektrolytströmung im Oberflächenbereich an.

[0009] Obwohl sich bei einer durchschnittlichen Mindestprofiltiefe von 5 µm bereits eine erhebliche Steigerung der Einlagerungsrate der dispersen Phase in die Schichtmatrix feststellen läßt, kann die angestrebte Wirkung durch eine Vergrößerung der durchschnittlichen Mindestprofiltiefe bedeutend gesteigert werden. Es empfiehlt sich daher, daß die Oberfläche des zu beschichtenden Werkstückes mit einer durchschnittlichen Mindestprofiltiefe von 8 µm profiliert wird. Bei der Wahl der durchschnittlichen Mindestprofiltiefe ist naturgemäß auf die für das jeweilige Werkstück zu fordernde Oberflächengestalt Rücksicht zu nehmen, was unter Umständen eine Nachbearbeitung der galvanisch abgeschiedenen Dispersionsschicht verlangt.

[0010] Da die Einlagerungsrate der dispersen Phase in der Schichtmatrix unter anderem von der durchschnittlichen Profiltiefe abhängt, kann über die durchschnittliche Profiltiefe der Gehalt der dispersen Phase in der Dispersionsschicht unterschiedlich über die Werkstückoberfläche verteilt werden, um beispielsweise im Umfangsbereich der größten Belastung eines Gleitlagers die Festigkeit der Laufschrift im Vergleich zu den übrigen Bereichen zu erhöhen. Zu diesem Zweck braucht ja lediglich die zu beschichtende Werkstückoberfläche mit unterschiedlichen durchschnittlichen Profiltiefen profiliert zu werden. Eine andere Möglichkeit, die Phasenkonzentration in der Schichtmatrix zu beeinflussen, besteht darin, daß die zu beschichtende Werkstückoberfläche in verschiedenen Bereichen mit unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten vom Elektrolyt angeströmt wird, was ebenfalls zu unterschiedlichen Eigenschaften der abgeschiedenen Dispersionsschicht über die Werkstückoberfläche führt. Mit einer Steuerung der Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyts kann aber auch der Phasengehalt über die Schichtdicke unterschiedlich eingestellt werden. Zu diesem Zweck ist ja nur die Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyts gegenüber der Werkstückoberfläche zeitlich zu verändern.

[0011] Wie bereits ausgeführt wurde, erhöht die für die Eigenschaften der Dispersionsschicht vorteilhafte Feinkörnigkeit der dispersen Phase die Viskosität des Elektrolyts, so daß bereits aus diesem Grunde die Konzentration der dispersen Phase im Elektrolyt begrenzt werden muß. Trotz dieses Sachverhaltes können disperse Phasen mit einer Korngröße kleiner 1 µm, vorzugsweise kleiner 0,5 µm, in einer ausreichenden Menge in die Dispersionsschicht fein verteilt eingelagert werden, weil eben mit einer vergleichsweise kleinen Phasenkonzentration im Elektrolyt gearbeitet werden kann.

[0012] Anhand der Zeichnung, die den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen der Phasenkonzentration im Elektrolyt und der durchschnittlichen Profiltiefe der zu beschichtenden Werkstückoberfläche für eine vorgegebene Phasenkonzentration in der Dispersionsschicht in Form einer Kennlinie zeigt, wird das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert.

[0013] Aus der Kennlinie 1, die die Phasenkonzentration k in g/l über der auf der Abszisse angegebenen, in µm gemessenen durchschnittlichen Profiltiefe einer zu beschichtenden, profilierten Oberfläche aufgetragen ist, kann unmittelbar entnommen werden, daß mit zunehmender durchschnittlicher Profiltiefe t die für eine konstante Phasenkonzentration in der Dispersionsschicht erforderliche Phasenkonzentration im Elektrolyt überproportional abnimmt, so daß auch für höhere Phasenkonzentrationen in der Dispersionsschicht die mit einer

höheren Phasenkonzentration im Elektrolyt verbundenen Schwierigkeiten einfach vermieden werden können, wenn für eine entsprechende Anströmung der profilierten Werkstückoberfläche durch den Elektrolyt gesorgt wird. Die übliche Oberflächenrauigkeit eines Gleitlagers bestimmt im allgemeinen auch die Oberflächenrauigkeit der Lagerwerkstoffschicht, auf der die Laufsicht galvanisch abgeschieden wird. Dieser Rauigkeitsbereich 2, für den eine Rauhtiefe in Abhängigkeit vom Lagerdurchmesser bis zu 3,7 μm angegeben werden kann, ist in der Zeichnung schraffiert angedeutet. Es zeigt sich, daß die Profiltiefe der zu beschichtenden Werkstückoberflächen deutlich über diesen Oberflächenrauigkeitsbereich 2 angehoben werden muß, um die erfindungsgemäße Wirkung vorteilhaft nutzen zu können.

[0014] Die verbesserte Abscheidewirkung der dispersen Phase ist weitgehend unabhängig von der Art der dispersen Phase, die aus unterschiedlichen, in der Schichtmatrix zumindest angenähert unlöslichen Teilchen, wie Oxide, Carbide, Nitride, Boride, Sulfide, Graphit, oberflächenmodifizierter Graphit (z. B. fluorierter Graphit) und/oder Fluorkohlenwasserstoff-Harze oder deren Homologe, bestehen kann. Die Teilchengröße der harten, nichtmetallischen Teilchen wird im allgemeinen kleiner als 1 μm , beispielsweise 0,3 μm , betragen, während die Teilchengröße der weichen Einlagerungen bis zu 10 μm betragen kann. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich Phasenkonzentrationen in der Dispersionsschicht bis zu 10 % ohne Schwierigkeiten erzielen. Aufgrund der angestrebten Eigenschaften der Dispersionsschicht wird sich jedoch der Phasenanteil im allgemeinen auf einen Bereich von 0,5 bis 3 % beschränken. Wie bereits ausgeführt wurde, hängt der angestrebte Effekt bei einer Vorzugsrichtung der Profilierung von der Anströmrichtung der Werkstückoberfläche im Profilierungsbereich ab, und zwar muß eine ausreichende Strömungskomponente quer zur Profilrichtung sichergestellt sein, die auch dann erreicht werden kann, wenn die Hauptströmungsrichtung unter einem spitzen Winkel zur Profilrichtung verläuft. Die Art der Strömungserzeugung spielt jedoch keine Rolle, so daß die Elektrolytströmung durch ein Rühren, durch eine Injektorwirkung, durch das Einblasen von Gas, durch Leiteinrichtungen oder durch eine Werkstückbewegung sichergestellt werden kann.

[0015] Um die erfindungsgemäße Wirkung im Vergleich zu Lagerschalen mit einer in herkömmlicher Weise galvanisch abgeschiedenen Dispersionsschicht darzustellen, wurden erfindungsgemäß hergestellte Gleitlager bei sonst übereinstimmenden Herstellungsbedingungen mit je einem Standardlager verglichen, und zwar bezogen auf die Phasenkonzentration im Elektrolyt und in der Schichtmatrix des Standardlagers. In der folgenden Tabelle sind die Meßwerte zusammengefaßt, wobei das Standardlager eine Rauhtiefe von 2,8 μm aufwies. Die relative Strömungsgeschwindigkeit zwischen dem Elektrolyt und der zu beschichtenden Oberfläche betrug 3 m/min.

Versuchslager	t [μm]	α	k_e [%]	k_s [%]
gebohrtes Gleitlager mit schraubenförmigen Nuten	45	$90^\circ \pm 60^\circ$	4	120
gebohrtes Gleitlager mit schraubenförmigen Nuten	8	$90^\circ \pm 30^\circ$	24	100
geräumtes Gleitlager	8	$90^\circ \pm 30^\circ$	23	100
gehontes Gleitlager	7	$0 - 360^\circ$	25	100
geätztes Gleitlager	5,6	$0 - 360^\circ$	28	100

[0016] Es zeigt sich, daß bei den erfindungsgemäßen Versuchslagern die Phasenkonzentration k_e im Elektrolyt unabhängig von der Art der Profilierung bei entsprechenden durchschnittlichen Profiltiefen t drastisch gesenkt werden konnte, ohne Einbußen im Phasengehalt k_s der Dispersionsschicht in Kauf nehmen zu müssen, wenn für einen entsprechenden Anströmwinkel α gegenüber der Profilrichtung gesorgt wurde. Für die Versuchslager mit einer Profilierung ohne Vorzugsrichtung wurde der Winkelbereich $\alpha = 0 - 360^\circ$ angegeben.

[0017] Vergleichbare Verhältnisse ergeben sich bei einem Standardlager mit einer Oberflächenrauigkeit von 3,7 μm und einer Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyts gegenüber der zu beschichtenden Oberfläche von 1 m/min, wie dies die nachfolgende Tabelle offenbart.

Versuchslager	t [μm]	α	k_e [%]	k_s [%]
gebohrtes Lager mit schraubenförmigen Nuten	20	90 ± 45	5	120
gestrahltes Gleitlager	15	0 - 360°	10	110
gefrästes Gleitlager	11	0 - 360°	19	120
gerändeltes Gleitlager	13	0 - 360°	16	100

Patentansprüche

1. Verfahren zum galvanischen Abscheiden einer Dispersionsschicht auf einer Oberfläche eines Werkstückes, insbesondere einer Laufschrift auf einer Gleitlagerschale, wobei ein Elektrolyt mit der in ihm fein verteilten dispersen Phase gegenüber der zu beschichtenden Werkstückoberfläche unter Ausbildung einer oberflächenparallelen Strömungskomponente bewegt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Oberfläche des zu beschichtenden Werkstückes vor der Beschichtung mit einer durchschnittlichen Mindestprofiltiefe von 5 μm profiliert und dann bei einer Strömungskomponente des Elektrolyts gegenüber der Werkstückoberfläche quer zu einer allfälligen Profilrichtung beschichtet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des zu beschichtenden Werkstückes mit einer durchschnittlichen Mindestprofiltiefe von 8 μm profiliert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zu beschichtende Werkstückoberfläche mit unterschiedlichen durchschnittlichen Profiltiefen profiliert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zu beschichtende Werkstückoberfläche in verschiedenen Bereichen mit unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeit vom Elektrolyt angeströmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyts gegenüber der Werkstückoberfläche zeitlich verändert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die disperse Phase eine Korngröße kleiner 1 μm , vorzugsweise kleiner 0,5 μm , aufweist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

