

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **698 493 B1**

(51) Int. Cl.: **F16B** 2/00 (2006.01)
F02F 3/00 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00883/06

(22) Anmeldedatum: 01.06.2006

(24) Patent erteilt: 31.08.2009

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.08.2009

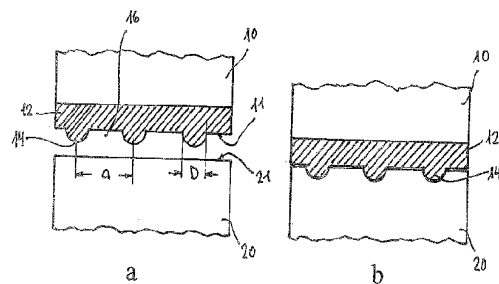
(73) Inhaber:
Hartchrom AG, Schulstrasse 70
9323 Steinach (CH)

(72) Erfinder:
HEKLI, Michael, CH-9326 Horn (CH)
Martin Mader, 9325 Roggwil (CH)

(74) Vertreter:
Isler & Pedrazzini AG, Postfach 1772
8027 Zürich (CH)

(54) **Bauteil aus zwei kraftschlüssig verbundenen Werkstücken.**

(57) Bei einem Bauteil (10) aus zwei über Fügeflächen (11, 21) kraftschlüssig verbundenen Werkstücken (10, 20) weist wenigstens eine Oberfläche im Fügebereich der Werkstücke (10) eine Oberflächenstruktur mit Strukturhebungen (14) und Strukturtälern (16) auf. Zur Verminderung einer Relativbewegung der beiden Werkstücke (10, 20) ist eine der Fügeflächen (11) der beiden Werkstücke (10) von einer galvanisch abgeschiedenen und eine Vielzahl von Strukturhebungen (14) aufweisenden Hartchromschicht (12) gebildet, wobei die Spitzen der Strukturhebungen (14) in die unbeschichtete Fügefläche (21) des anderen Werkstücks (20) eingepresst sind.



Beschreibung

Technisches Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bauteil aus zwei über Fügeflächen kraftschlüssig verbundenen Werkstücken, wobei wenigstens eine Oberfläche im Fugebereich der Werkstücke eine Oberflächenstruktur mit Strukturerhebungen und Strukturtälern aufweist.

Stand der Technik

[0002] Kraftschlüssige Verbindungen werden in allen Bereichen des Maschinenbaus häufig zur Übertragung von Querkraften oder Drehmomenten eingesetzt. Die Grösse der jeweils übertragbaren Kraft hängt neben den konstruktiven Gegebenheiten in erster Linie vom Haftreibungswert (Haftbeiwert) der miteinander verbundenen Bauteiloberflächen ab. Stahl/Stahl-Paarungen weisen typischerweise Haftbeiwerte von 0,15 auf, was bei den zunehmend steigenden Anforderungen an Maschinenbauteile häufig für eine sichere kraftschlüssige Verbindung nicht ausreicht.

[0003] Ein Beispiel für ein Bauteil aus zwei über Fügeflächen kraftschlüssig verbundenen Werkstücken ist ein gebauter Kolben eines Grossdieselmotors. Bei diesem Kolben ist ein Kolbenoberteil mit einem Kolbenunterteil verschraubt. Die im Betrieb unter hoher thermischer und mechanischer Belastung auftretenden Schwingungen führen zu Relativbewegungen der beiden Kolbenteile und in der Folge zu erhöhtem lokalem Verschleiss der Fügeflächen. Untersuchungen haben gezeigt, dass ein erheblicher Verschleiss bereits bei Relativbewegungen ab etwa 30 µm auftreten kann, wobei dieser Wert in Abhängigkeit der eingesetzten Werkstoffe auch kleiner oder grösser sein kann.

[0004] Eine seit langem bekannte Massnahme zur Reibungserhöhung bei kraftschlüssigen Fügeverbindungen besteht darin, harte Partikel in den Fugespalt einzubringen, die durch teilweises Eindringen in die Bauteiloberflächen zu einem Mikro-Formschluss führen.

[0005] Die DE-A-2 364 275 offenbart die Bildung einer Hartstoffkörper enthaltenden Schicht auf einer gerillten Fläche von zwei zusammenwirkenden Flächen durch Aufdampfen, Aufspritzen, Aufsintern oder Diffusion eines Fremdstoffs in die Bauteiloberfläche. Bei Bauteilen aus Stahl kann eine Nitrierung durchgeführt werden. Die Rillenkuppen führen beim Verspannen der beiden Bauteile zu einem Aufbrechen der Nitrierschicht. Die vorwiegend aus Nitriden bestehenden Bruchstücke werden beim weiteren Verspannen der Bauteile in die Bauteiloberflächen eingedrückt. Die in die Rillentäler gelangten Bruchstücke durchdrücken dabei infolge des weicheren Untergrundes die fest haftende, unzerstörte Nitrierschicht.

[0006] Die EP-A-0 961 038 beschreibt ein Verbindungselement, welches an beiden Oberflächen mit harten Partikeln aus beispielsweise Carbiden wie SiC, WC und B₄C, oder Nitriden wie Si₃N₄ beschichtet ist und dort zum Einsatz kommt, wo eine direkte Beschichtung der Bauteiloberfläche nicht möglich ist. Die Herstellung dieser reibungserhöhenden Schichten erfolgt in Metallisierungsbädern mit darin dispergierten Feststoffpartikeln. Diesem Verfahren inhärent ist der kontinuierliche Einbau von Partikeln in die anwachsende Schicht, was dazu führt, dass die am Ende des Beschichtungsvorgangs eingebauten Partikel nur zum geringen Teil von Schichtmatrix umschlossen sind und daher keine feste Verankerung in dieser haben.

[0007] In der EP-A-1 300 485 ist eine mit einer reibungserhöhende Partikel enthaltenden Matrix beschichtete Bauteiloberfläche bekannt. Die Matrix umfasst eine obere und eine untere Schicht, wobei die untere Schicht eine für eine reibungserhöhende Fixierung übliche metallische Bindephase ist. Als reibungserhöhende Partikel sind Diamantkörner genannt, die metallischen Bindephasen bestehen aus Chemisch Nickel. Da das Festhalten der Hartstoffpartikel auch hier rein mechanisch erfolgt und keine Adhäsions- oder sonstigen Bindungskräfte auftreten, müssen die zu sichernden Partikel mindestens bis zu ihrem halben Durchmesser von Matrixmaterial umgeben sein. Die zusätzlich aufzubringende Schicht ist daher so dick zu wählen, dass die kraftübertragenden Partikel mit nicht mehr als ihrem halben Durchmesser aus der neuen Matrixoberfläche herausragen.

[0008] Nach der EP-A-0 668 375 werden Hartchromschichten aus mikrorissbildenden Verchromungselektrolyten mit darin dispergierten Feststoffpartikeln unter Verwendung von pulsierendem Strom abgeschieden, wobei unter kathodischer Schaltung des Werkstückes sich in die bildende Chromschicht ausser in den Rissen auch in die Chrommatrix selbst die Feststoffpartikel einlagern.

[0009] Die EP-A-0 909 839 offenbart eine aus mindestens zwei Lagen Hartchrom bestehende galvanische Hartchromschicht mit einem Rissnetzwerk und in den Rissen eingelagerten und eingekapselten Feststoffpartikeln. Mindestens eine Lage Hartchrom ist unter pulsierendem Gleichstrom abgeschieden, so dass das Chrom in unterschiedlicher Kristallisationsform vorliegt.

[0010] Es sind auch galvanisch erzeugte strukturierte Hartchromschichten auf Bauteilen bekannt. Im technischen Bereich erfüllen strukturierte Hartchromschichten bestimmte funktionale Eigenschaften. Bei Maschinenbauteilen, die in gleitendem Kontakt miteinander stehen, wie z.B. Kolben, Zylindern, Laufbuchsen oder Achslagern, dienen strukturierte Hartchromschichten zur Bildung von Schmiermitteldepots, die ein Trockenlaufen verhindern. In der graphischen Industrie werden z.B. für Druckmaschinen Farbwalzen und insbesondere Feuchtreibzylinder mit einer speziell strukturierten Oberfläche benötigt. In der Umformtechnik können strukturverchromte Werkzeuge verwendet werden, um dem zu bearbeitenden Werkstück eine strukturierte Oberfläche zu verleihen.

[0011] Verfahren zur Herstellung galvanisch erzeugter Hartchromschichten mit unterschiedlich strukturierter Oberfläche sind dem Fachmann beispielsweise aus der DE-A-4 211 881, der DE-A-19 828 545, der DE-A-19 515 394 und der EP-A-0 722 515 bekannt.

Darstellung der Erfindung

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Oberflächenstruktur der Fügefläche/n bei einem Bauteil der eingangs genannten Art so auszugestalten, dass Relativbewegungen gefügter Werkstücke auf einfache und kostengünstige Weise weiter vermindert werden können.

[0013] Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt gemäss unabhängigem Anspruch 1, dass zur Verminderung einer Relativbewegung der beiden Werkstücke alternativ

- eine der Fügeflächen der beiden Werkstücke von einer galvanisch abgeschiedenen und eine Vielzahl von Strukturierungen aufweisenden Hartchromschicht gebildet ist, wobei die Spitzen der Strukturierungen in die unbeschichtete Fügefläche des anderen Werkstücks eingepresst sind, oder
- die Fügeflächen beider Werkstücke von einer galvanisch abgeschiedenen und eine Vielzahl von Strukturierungen aufweisenden Hartchromschicht gebildet sind, wobei die Strukturierungen der Fügefläche des einen Werkstücks in die Strukturtäler der Fügefläche des jeweils anderen Werkstücks einragen.

[0014] Der wesentliche Kern der Erfindung liegt bei Bauteilen aus zwei über Fügeflächen kraftschlüssig verbundenen Werkstücken in der Verwendung einer an sich bekannten Hartchromschicht mit strukturierter Oberfläche als Beschichtung von Fügeflächen anstelle der bekannten reibungserhöhenden Beschichtung der Fügeflächen mit einer Bindephase mit eingelagerten harten Partikeln.

[0015] Die Erfindung kombiniert alle Vorteile einer Hartverchromung, wie Schutz gegen Verschleiss durch Abrasion, Flächenpressungen u.a. sowie gegen Korrosion durch Einwirkung von Medien, hohe Temperaturen u.a. mit den Vorteilen der reibungserhöhenden Beschichtung der Fügeflächen mit einer Bindephase mit eingelagerten harten Partikeln. Durch die erfindungsgemäss verminderte Relativbewegung wird auch ein Kaltverschweissen verhindert.

[0016] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von abhängigen Ansprüchen.

[0017] Die Strukturierungen der Oberflächenstruktur entsprechen üblicherweise einer im Wesentlichen gleichmässigen Zufallsverteilung.

[0018] Die Oberflächenstruktur weist bevorzugt einen Rauigkeitswert $R_z > 5 \mu\text{m}$, insbesondere $R_z > 10 \mu\text{m}$, auf.

[0019] Der Mittenabstand benachbarter Strukturierungen entspricht vorzugsweise dem 0,5- bis 15-fachen Betrag des Durchmessers der Strukturierungen.

[0020] Die gewünschte Oberflächenstruktur kann durch mechanische oder elektrolytische Verfahren erreicht werden.

[0021] Die zu verchromenden Werkstücke können grundsätzlich aus allen Werkstoffen bestehen. Bevorzugte Werkstoffe sind aus Metall, insbesondere aus Stahl, Stahlguss, Gusseisen, Hartguss, Kupfer, Nickel, Messing, Bronze, Aluminium oder einer Legierung der vorgenannten Werkstoffe. Wenn nur eine der Fügeflächen der beiden Werkstücke verchromt ist, wird der die unverchromte Fügefläche bildende Werkstoff weicher gewählt als die Hartchromschicht der beschichteten Fügefläche. Bei verchromter Fügefläche kann der Werkstoff unter der Hartchromschicht auch härter als die Hartchromschicht sein.

[0022] Ein Bauteil, bei dem die erfindungsgemässe Hartverchromung einer Fügefläche zu einer wesentlichen Verlängerung der Standzeit führt, ist ein gebauter Kolben mit Kolbenoberteil und Kolbenunterteil eines Grossdieselmotors.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0023] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt schematisch in

Fig. 1a, b einen Querschnitt durch den Fügebereich eines aus zwei Werkstücken gefügten Bauteils mit einer ersten Ausführungsform von Fügeflächen vor und nach dem Fügen;

Fig. 2a, b einen Querschnitt durch den Fügebereich eines aus zwei Werkstücken gefügten Bauteils mit einer zweiten Ausführungsform von Fügeflächen vor und nach dem Fügen.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0024] Ein in Fig. 1a dargestelltes erstes Werkstück 10 eines Bauteils 30 aus beispielsweise Stahl weist eine zur Anlage mit einer Fügefläche 21 eines zweiten Werkstücks 20 des Bauteils 30 vorgesehene Fügefläche 11 auf. Die Fügefläche 11 des ersten Werkstücks 10 ist als strukturierte Oberfläche einer galvanisch erzeugten Hartchromschicht 12 mit einer Vielzahl von Strukturierungen 14 und Strukturtälern 16 ausgebildet. Die Fügefläche 21 des zweiten Werkstücks 20 ist unbeschichtet.

[0025] Die Dicke der Hartchromschicht 12 liegt üblicherweise zwischen etwa 10 µm und 500 µm und beträgt beispielsweise 50 µm. Die Rauheit R_z der strukturierten Hartchromschicht 12, d.h., die Höhe der Strukturerhebungen 14 über den Strukturtälern 16, beträgt beispielsweise 15 µm. Die Verteilung der Strukturerhebungen 16 auf der Oberfläche der Hartchromschicht 12 entspricht einer annähernd gleichmässigen Zufallsverteilung. Der Mittenabstand a zwischen benachbarten Strukturerhebungen 16 entspricht beispielsweise dem 2,5 fachen Durchmesser D der Strukturerhebungen 16.

[0026] Beim Zusammenbau des Bauteils 30 werden die beiden Werkstücke 10, 20 mit einander anliegenden Fügeflächen 11, 21 gegeneinander gepresst, so dass die Spitzen der Strukturerhebungen 14 der Fügefläche 11 in der Hartchromschicht 12 des ersten Werkstücks 10 in die unbeschichtete ebene Fügefläche 21 des zweiten Werkstücks 20 eingedrückt werden (Fig. 1b). Die durch die kraftschlüssige Verbindung der beiden zum Bauteil 30 gefügten Werkstücke 10, 20 eingeschränkte Relativbewegung der beiden Werkstücke 10, 20 in der Fügefläche 11, 21 wird durch die in der Fügefläche 21 des zweiten Werkstücks 20 verankerten Strukturerhebungen 14 der Fügefläche 11 des ersten Werkstücks 10 weiter vermindert.

[0027] Bei einer in Fig. 2a dargestellten Verbindungsvariante ist neben der Fügefläche 11 des ersten Werkstücks 10 auch die Fügefläche 21 des zweiten Werkstücks 20 als strukturierte Oberfläche einer galvanisch erzeugten Hartchromschicht 22 mit einer Vielzahl von Strukturerhebungen 24 und Strukturtälern 26 ausgebildet.

[0028] Beim Zusammenbau des Bauteils 30 werden die beiden Werkstücke 10, 20 mit einander anliegenden Fügeflächen 11, 21 gegeneinander gepresst, so dass die Spitzen der Strukturerhebungen 14 der Fügefläche 11 in der Hartchromschicht 12 des ersten Werkstücks 10 in Strukturtäler 26 der Fügefläche 21 in der Hartchromschicht 22 des zweiten Werkstücks 20 eingreifen und umgekehrt die Spitzen der Strukturerhebungen 24 der Fügefläche 21 in der Hartchromschicht 22 des zweiten Werkstücks 20 in Strukturtäler 16 der Fügefläche 11 in der Hartchromschicht 12 des ersten Werkstücks 10 eingreifen. Die durch die kraftschlüssige Verbindung der beiden zum Bauteil 30 gefügten Werkstücke 10, 20 eingeschränkte Relativbewegung der beiden Werkstücke 10, 20 in der Fügefläche 11, 21 wird durch die gegenseitige Verkrallung der Strukturerhebungen 14, 24 der Fügefläche 11, 21 der beiden Werkstücke 10, 20 weiter vermindert.

Bezugszeichenliste

[0029]

- 10 erstes Werkstück
- 11 Fügefläche
- 12 Hartchromschicht
- 14 Strukturerhebungen
- 16 Strukturtäler
- 20 zweites Werkstück
- 21 Fügefläche
- 22 Hartchromschicht
- 24 Strukturerhebungen
- 26 Strukturtäler
- a Mittenabstand benachbarter Strukturerhebungen 14, 24
- D Durchmesser der Strukturerhebungen 14, 24

Patentansprüche

1. Bauteil aus zwei über Fügeflächen (11, 21) kraftschlüssig verbundenen Werkstücken (10, 20), wobei wenigstens eine Oberfläche im Fügebereich der Werkstücke (10, 20) eine Oberflächenstruktur mit Strukturerhebungen (14, 24) und Strukturtälern (16, 26) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass zur Verminderung einer Relativbewegung der beiden Werkstücke (10, 20) alternativ
 - eine der Fügeflächen (11) der beiden Werkstücke (10) von einer galvanisch abgeschiedenen und eine Vielzahl von Strukturerhebungen (14) aufweisenden Hartchromschicht (12) gebildet ist, wobei die Spitzen der Strukturerhebungen (14) in die unbeschichtete Fügefläche (21) des anderen Werkstücks (20) eingepresst sind, oder
 - die Fügeflächen (11, 21) beider Werkstücke (10, 20) von einer galvanisch abgeschiedenen und eine Vielzahl von Strukturerhebungen (14, 24) aufweisenden Hartchromschicht (12, 22) gebildet sind, wobei die Strukturerhebungen (14) der Fügefläche (11) des einen Werkstücks (10) in die Strukturtäler (26) der Fügefläche (21) des jeweils anderen Werkstücks (20) einragen.

2. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturerhebungen (14, 24) der Oberflächenstruktur einer im Wesentlichen gleichmässigen Zufallsverteilung entspricht.
3. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstruktur einen Rauigkeitswert $R_z > 5 \mu\text{m}$, insbesondere $R_z > 10 \mu\text{m}$, aufweist.
4. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittenabstand (a) benachbarter Strukturerhebungen (14, 24) dem 0,5- bis 15-fachen Betrag des Durchmessers (D) der Strukturerhebungen (14, 24) entspricht.
5. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstücke (10, 20) aus Metall, insbesondere aus Stahl, Stahlguss, Gusseisen, Hartguss, Kupfer, Nickel, Messing, Bronze, Aluminium oder einer Legierung der vorgenannten Werkstoffe bestehen.
6. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstücke (10, 20) oberer und unterer Kolbenteil eines gebauten Kolbens eines Grossdieselmotors sind.

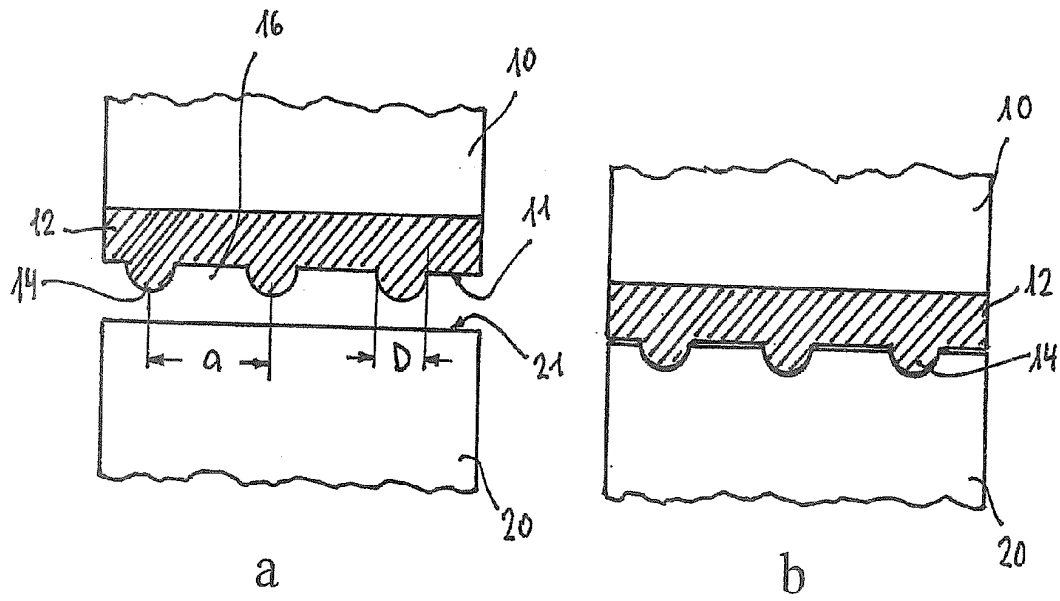


Fig. 1

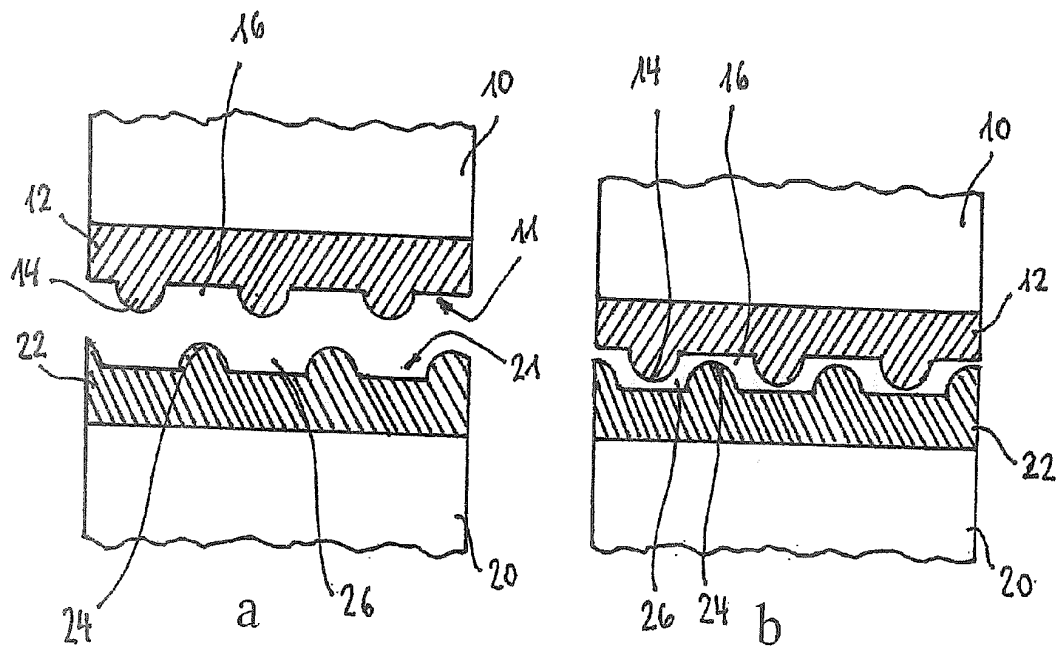


Fig. 2