



(11) **EP 1 711 642 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.07.2010 Patentblatt 2010/27

(51) Int Cl.:
C23C 4/18^(2006.01) C23C 4/06^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05707873.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/050357

(22) Anmeldetag: **28.01.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/073425 (11.08.2005 Gazette 2005/32)

(54) **DURCH THERMISCHES SPRITZEN AUFGEBRACHTE EISENHALTIGE SCHICHT EINER GLEITFLÄCHE, INSBESONDERE FÜR ZYLINDERLAUFLÄCHEN VON MOTORBLÖCKEN**

FERROUS LAYER FOR A SLIDING SURFACE, IN PARTICULAR FOR CYLINDER RUNNING SURFACES ON ENGINE BLOCKS, APPLIED BY MEANS OF THERMAL SPRAYING

COUCHE CONTENANT DU FER, APPLIQUEE PAR PROJECTION THERMIQUE, SERVANT DE SURFACE DE FROTTEMENT, DESTINEE NOTAMMENT A DES SURFACES DE FROTTEMENT DE CYLINDRES DE BLOCS-MOTEURS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

- **ABELN, Tobias**
70327 Stuttgart (DE)
- **FLORES, Gerhard**
73760 Ostfildern (DE)

(30) Priorität: **28.01.2004 DE 102004004457**

(74) Vertreter: **Dörfler, Thomas**
Ford-Werke Aktiengesellschaft
Abt. NH-364
Henry-Ford-Strasse 1
50735 Köln (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.10.2006 Patentblatt 2006/42

(73) Patentinhaber:

- **Ford Global Technologies, LLC, A subsidiary of Ford**
Motor Company
Dearborn, MI 48126 (US)
- **Gehring GmbH & Co. Kg**
73760 Ostfildern (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 230 633 WO-A-89/10434
WO-A-03/106718 DE-C1- 19 708 402
US-A- 4 267 241 US-A- 4 746 540
US-A- 4 774 393 US-A1- 2002 182 444
US-B1- 6 258 185

(72) Erfinder:

- **VERPOORT, Clemens**
40789 Monheim (DE)
- **BRODA, Maik**
52249 Eschweiler (DE)

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 018, Nr. 076 (M-1556), 8. Februar 1994 (1994-02-08) & JP 05 288274 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 2. November 1993 (1993-11-02)**

EP 1 711 642 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine durch thermisches Spritzen aufgebraachte eisenhaltige Schicht einer Gleitfläche, insbesondere für Zylinderlauflächen von Motorblöcken nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 und ein Verfahren zur Herstellung sowie die Verwendung dieser Schicht.

[0002] Aus der WO 03/106718 ist eine gattungsbildende eisenhaltige Schicht bekannt, die durch thermisches Spritzen aufgetragen wird und die eine amorphe Struktur mit feinverteilten, nano-kristallinen Metallboriden und/oder Metallkarbiden aufweist. Eine solche Schicht ist aufgrund der hohen Härte gut als Gleitfläche geeignet. Dazu wird die Schicht im Bereich der Gleitflächen auf die zu beschichtenden Maschinenteile durch thermisches Spritzen aufgetragen. Die sich ergebende Oberfläche der aufgespritzten Schicht ist relativ rau und muß, um als Gleitfläche dienen zu können, durch eine Oberflächenbearbeitung geglättet werden. Bevorzugt erfolgt eine solche Bearbeitung durch Honen, es sind aber auch andere spanabhebende und nichtspanende Verfahren der Oberflächenbearbeitung möglich.

[0003] Aus Dokument US-B1-6258185 ist eine, durch thermisches Spritzen aufgebraachte eisenhaltige Schicht bekannt, die eine amorphe Struktur mit nano-kristallinen Metallboriden und/oder Metallkarbiden aufweist. Die Schicht wird mittels Wärmeeintrag durch Laserlicht nachbehandelt.

[0004] WO-A-89/10434 offenbart eine durch z.B. thermisches Spritzen aufgebraachte Gleitschicht, in der durch einen punktuellen Laserstrahl eine feinkörnige Verteilung der Bestandteile in einem quasi amorphen Zustand hergestellt wird. Nachträglich können Hartteilchen wie z.B. TiC, WC; SiC... in der Schicht eingelagert werden.

[0005] JP-A-05288274 offenbart den punktuellen Wärmeeintrag durch Laserlicht zur begrenzt lokalen Aufhärtung einer durch thermisches Spritzen aufgebraachten Schicht (z.B. WC).

[0006] US-A-4 774 393 offenbart die Herstellung von Schmieraschen in einer Gleitschicht mittels konzentrierten Laserlichts.

[0007] Durch die Oberflächenbearbeitung muß die aufgespritzte Schicht teilweise abgetragen werden. Damit dies möglich ist, müssen bei der Bildung der aufgespritzten Schicht Kompromisse zwischen Festigkeit und Bearbeitbarkeit gefunden werden, vor allem auch hinsichtlich des gesamten Fertigungsaufwandes und der damit verbundenen Herstellungskosten. Dadurch weist die gebildete Gleitfläche nicht immer die bestmöglichen Eigenschaften hinsichtlich Verschleißfestigkeit und/oder Gleitreibung, vor allem auch in Verbindung mit einem Schmiermittel, auf, die sie aufgrund der überlegenen Eigenschaften der eisenhaltigen Schicht haben könnte.

[0008] Demgemäß ist es die Aufgabe der Erfindung, eine eisenhaltige Schicht so zu verbessern, daß sie insbesondere bei der Verwendung als Gleitfläche höhere Verschleißfestigkeit und/oder bessere Gleitreibungsei-

genschaften aufweist und möglichst kostengünstig gefertigt werden kann.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruches 1 bzw. 3.

5 **[0010]** Erfindungsgemäß weist die eisenhaltige Schicht damit weitere nano-kristalline Metallboride und/oder Metallkarbide auf, die nach dem Auftrag der eisenhaltigen Schicht und einer anschließenden Oberflächenbearbeitung durch punktuellen Wärmeeintrag in die eisenhaltige Schicht entstanden sind.

10 **[0011]** Indem nach dem Auftrag der eisenhaltigen Schicht und einer anschließenden Oberflächenbearbeitung durch punktuellen Wärmeeintrag in die eisenhaltige Schicht weitere nano-kristalline Metallboride und / oder Metallkarbide entstehen, können in ausgewählten Bereichen der Gleitfläche, z. B. im hochbelasteten oberen und unteren Umkehrpunkt einer Zylinderlaufbahn, zusätzliche harte Bereiche erzeugt werden. Der punktuelle Wärmeeintrag erlaubt es auch, kleine lokale Stellen mit größerer Härte und/oder geänderten Oberflächeneigenschaften zu erzeugen. Dabei kann die Ausdehnung des punktuellen Wärmeeintrages wesentlich geringer als die gesamte Ausdehnung der Gleitfläche sein.

15 **[0012]** Ein weiterer Vorteil ist, daß die Oberflächenbearbeitung nach dem Auftrag der eisenhaltigen Schicht erfolgt. Damit kann die Oberfläche der eisenhaltigen Schicht nach dem Auftrag soweit wie möglich fertigbearbeitet werden, so daß die endgültige Oberflächenrauigkeit und/oder die endgültige Schichtdicke erreicht wird. Da die eisenhaltige Schicht nach dem Auftragen noch nicht ihre endgültigen Eigenschaften aufweisen muß, wird die Schicht so aufgetragen, daß eine günstige Oberflächenbearbeitung, z. B. hinsichtlich Genauigkeit und/oder Kosten, möglich ist. Der nachfolgende Wärmeeintrag bewirkt eine Änderung der Eigenschaften der Schicht, z. B. größere Härte, besseres Verschleißverhalten und/oder besseres Gleitreibungsverhalten im Bereich des Wärmeeintrags. Die dann noch ggf. erforderliche Nachbearbeitung der Oberfläche, um z. B. Grate abzutragen oder eine geringere Rauhtiefe zu erreichen, kann dann auf ein Minimum beschränkt werden. In der Regel ist bei Wärmeeintrag, z. B. mit Laserlicht, keine Aufrauung der Oberfläche feststellbar. Damit wird insgesamt eine hochgenaue Fertigung einer Gleitfläche mit bestmöglichen Verschleiß- und Reibungsverhalten bei geringen Fertigungskosten ermöglicht.

20 **[0013]** Dabei kann die Oberflächenbearbeitung eine mechanische Feinbearbeitung der eisenhaltigen Schicht sein. Dies sind z. B. Honen, Schleifen oder Polieren. Diese erprobten Verfahren erlauben ein kostengünstiges und genaues Herstellen der Oberfläche einer Gleitschicht. Damit kann die Gleitfläche im wesentlichen fertigbearbeitet werden, daß heißt eine nachträgliche Bearbeitung nach dem Wärmeeintrag ist nicht mehr notwendig bzw. beschränkt sich auf eine geringe Nachbearbeitung, um z. B. beim Wärmeeintrag entstandene Grate zu entfernen.

25 **[0014]** Vorteilhaft werden im Bereich des Wärmeein-

trags feinverteilte nanokristalline Metallboride und/oder Metallkarbide aus der amorphen Struktur der eisenhaltigen Schicht ausgeschieden. Damit kann die eisenhaltige Schicht beim Auftragen einen relativ hohen Anteil an kristalliner und/oder teilkristalliner Struktur aufweisen. Dies erlaubt die günstige mechanische Bearbeitung. Durch den Wärmeeintrag entstehen zusätzliche nanokristalline Metallboride und/oder Metallkarbide, die die Festigkeit der eisenhaltigen Schicht im Bereich des Wärmeeintrags wesentlich erhöht.

[0015] Bevorzugt weist die eisenhaltige Schicht im Bereich des Wärmeeintrags eine Härte von 1000 bis 1250 HV 0,05 auf, jedoch kann die Härte durch entsprechende Prozeßparameter und Materialzusammensetzung ohne weiteres im Bereich zwischen 800 HV 0,05 und 1500 HV 0,05 eingestellt werden. Eine solche Härte ist bisher z. B. bei Hartmetallwerkzeugen auf Basis von Wolframkarbid / Kobalt bekannt, und kann jetzt auch für Gleitflächen großflächig angewendet werden. Aufgrund der hohen Härte ist die eisenhaltige Schicht extrem verschleißfest. Die Metallboride bzw. Metallkarbide weisen bevorzugt eine Größe von 60 bis 130 nm auf. Aufgrund der geringen Größe wird die Reibung reduziert und die Härte gesteigert.

[0016] Vorteilhaft weist der punktuelle Wärmeeintrag die Form von geometrischen Figuren, regelmäßigen Mustern und/oder unregelmäßigen Mustern auf. Diese Figuren oder Muster können durch kontinuierlichen Wärmeeintrag erfolgen, indem eine punktuelle Wärmequelle über die eisenhaltige Schicht hinweg entsprechend der Form der Figuren und Muster geführt wird. Der Wärmeeintrag kann auch diskontinuierlich erfolgen, z. B. um ein Punktmuster zu erzeugen. Mittels dieser Figuren und Muster können benachbarte Bereiche auf den Gleitflächen erzeugt werden, die jeweils andere Eigenschaften aufweisen.

[0017] In einer bevorzugten Ausführung weist die eisenhaltige Schicht Abtragungen auf, die durch den punktuellen Wärmeeintrag entstanden sind. Dies kann z. B. dadurch erfolgen, daß Material an der Oberfläche der Schicht durch Verdampfen entfernt wird. Dabei können die Abtragungen wieder die Form von Figuren oder Mustern, wie vorher beschreiben, aufweisen. Solche Abtragungen auf Gleitflächen in Form von Schmiertaschen, Ölsammelnuten, o. ä. können die Gleitreibungseigenschaften verbessern.

[0018] Bevorzugt sind am Rand der Abtragungen feinverteilte nanokristalline Metallboride und/oder Metallkarbide aus der amorphen Matrix der eisenhaltigen Schicht ausgeschieden sind. Damit wird die Verschleißfestigkeit des Randes, z. B. einer Schmiertasche, wesentlich erhöht und es ist gewährleistet, daß auch nach längerer Betriebszeit der Gleitfläche die Funktion der Schmiertasche etc. sicher erfüllt wird.

[0019] Bevorzugt weist die Abtragung die Form von lokalen Vertiefungen auf. Derartige Vertiefungen sind aus der EP1275864 bekannt. Der Offenbarungsgehalt dieses Dokumentes wird in die Offenbarung dieser An-

meldung durch Referenz einbezogen. Beispielsweise weisen dabei die Vertiefungen eine maximale Ausdehnung von kleiner 2 mm auf. Als günstige Abmessungen für Schmiertaschen hat sich erwiesen, wenn die Vertiefungen eine maximale Länge von 2 mm, eine maximale Breite von 70 µm und eine maximale Tiefe von 40 µm aufweisen. Dies stellt einen guten Kompromiß zwischen tribologischen Eigenschaften und Fertigungsaufwand der Schmiertaschen dar. Aufgrund dieser Abmessungen, einzeln oder in Kombination, ist die optimale Funktion der Vertiefungen als Schmiertaschen der Gleitfläche gewährleistet. Diese Abmessungen nicht einschränkend zu verstehen. Für bestimmte Anwendungen können diese Abmessungen auch größer oder kleiner sein. Insbesondere ist dabei kein bestimmtes Abmessungsverhältnis der Vertiefungen einzuhalten. Vielmehr kann jede der Abmessungen Länge, Breite und Tiefe an die Erfordernisse der jeweiligen Vertiefung angepaßt werden.

[0020] Bevorzugt erfolgt der Wärmeeintrag mittels Laserlicht und/oder Elektronenstrahlen. Diese Energiequellen können in einem kleinen Bereich gezielt punktuell Wärme bzw. Energie in die eisenhaltige Schicht einbringen, wie es z. B. zur Herstellung der vorher beschriebenen Vertiefungen erforderlich ist. Außerdem können diese Energiequellen auf engem Raum, wie z. B. innerhalb einer Zylinderlaufbahn eines Verbrennungsmotors oder eines Hydraulikzylinders, eingesetzt werden, um die erfinderische eisenhaltige Schicht zu erzeugen. Es sind jedoch auch alle anderen geeigneten Energiequellen verwendbar, die den Wärmeeintrag zur Erzeugung der erfinderischen eisenhaltigen Schicht erlauben.

[0021] Die Ausführung der Erfindung ist nicht auf die vorliegenden Beispiele beschränkt. Es versteht sich von selbst, daß insbesondere die erfinderische eisenhaltige Schicht in beliebiger geeigneter Kombination mit dem Verfahren zur Herstellung einer eisenhaltigen Schicht erzeugt werden kann, wie auch umgekehrt das erfinderische Verfahren zur Herstellung benutzt werden kann, eine eisenhaltige Schicht zu erzeugen.

[0022] Verwendung findet die erfinderische eisenhaltige Schicht bei der Herstellung von Gleitflächen an Maschinenteilen, insbesondere von Pleuellagern, Kurbelwellenlagern, Kolbenringen, Zylinderlaufflächen und Kolben. Dies schließt neben Verbrennungsmotoren alle Maschinen ein, wo sich derartige Maschinenbauteile befinden, z. B. Hydraulikzylinder, Getriebe, Wellenlagerungen.

[0023] Bevorzugte Anwendung sind hochbelastete Zylinderlaufflächen von aufgeladenen Diesel- und Benzinmotoren. Aufgrund der hohen mechanischen Verklammerung der Schicht mit dem Grundmaterial eignet sich die Beschichtung insbesondere auch für Thermoschock beanspruchte Motoren. Thermoschock tritt auf, wenn beim Kaltstart bei niedrigen Umgebungstemperaturen Motoren schnell unter Last auf Höchstdrehzahl hochdrehen. Indem die eisenhaltige Schicht eine amorphe Struktur mit feinverteilten, nano-kristallinen Metallboriden und / oder Metallkarbiden aufweist, ist die Gleit-

fläche hochbelastbar, da aufgrund der nano-kristallinen Ausscheidungen der Metallboride und Metallkarbide eine Schicht mit extrem hoher Härte entsteht. Weiterhin führen die Boride zu einem sehr geringen Reibungskoeffizient, so daß diese Schicht auch hervorragende Gleiteigenschaften aufweist.

[0024] Eine bevorzugte Verwendung der erfindungsgemäßen eisenhaltigen Schicht kann bei der Reparatur verschlissener Gleitflächen erfolgen. Die Schicht besitzt eine ausgezeichnete mechanische Verbindung bzw. Verklammerung zum Grundmaterial aufgrund der amorphen Erstarrung und ist damit in der Lage, nachträglich auf aufgetragen zu werden. Dabei kann der Auftrag der Schicht auf eine nachbearbeitete, gesäuberte und / oder gestrahlte Oberfläche erfolgen. Dies erlaubt den flexiblen Einsatz der Schicht bei jedweden Reparaturarbeiten an Gleitflächen. Aufgrund der hohen Härte und Festigkeiten der Schicht wird auch eine evt. Schwächung des Grundmaterials durch Verschleiß oder nachträglichen Abtrag ausgeglichen, so daß die ursprüngliche Festigkeit des Grundmaterials nahezu wieder erreicht werden kann. Anwendungsbeispiel ist der kritische Stegbereich zwischen Zylinderbohrungen eines Motorblocks.

[0025] Selbstverständlich sind die hier beschriebenen Schichten und Verfahren nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele begrenzt. Vielmehr können die Schichten und/oder die Verfahren in jeder geeigneten Kombination der hier beschriebenen Merkmalen Verwendung finden.

[0026] Weitere Einzelheiten der Erfindung sind in den Abbildungen zu sehen. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch eine eisenhaltige Schicht; und

Fig. 2 ein Mikroskopaufnahme einer eisenhaltigen Schicht im Bereich des Wärmeeintrages.

[0027] Figur 1 zeigt ein Grundmaterial 1, auf das eine eisenhaltige Schicht 2 aufgetragen ist. An der Oberfläche 3 ist die Schicht 2 bereits feinbearbeitet und hat ihre endgültige Oberflächenbeschaffenheit als Gleitfläche erreicht. Mittels eines Laserstrahls 4 wird mit hoher Energiedichte Wärme in die Schicht 2 örtlich begrenzt eingebracht, wodurch ein Bereich 5 des Wärmeeintrags entsteht, der ungefähr durch die Grenzlinie 6 begrenzt wird. Dabei verdampft das Material der Schicht 2 teilweise, und es entsteht die Vertiefung 7, die vorzugsweise in Form einer Schmiertasche sich über die Schicht 2 erstreckt. Wenn die Vertiefung als Schmiertasche ausgebildet ist, haben sich als vorteilhafte Abmessungen eine Breite b von bis zu 70 μm und eine Tiefe t von bis zu 40 μm erwiesen. Die Längserstreckung ist hier nicht dargestellt, doch hat sich hier eine maximale Länge von nicht mehr als 2 mm als vorteilhaft herausgestellt.

[0028] In Figur 2 ist eine Mikroskopaufnahme einer eisenhaltigen Schicht im Bereich des Wärmeeintrages gezeigt. Eine solche Werkstoffstruktur ergibt sich beispielsweise in einem Bereich, der in Figur 1 mit dem Ausschnitt

8 gekennzeichnet ist. Die aufgebrachte eisenhaltige Schicht 2 weist dabei einen Bereich 5 des Wärmeeintrages auf. Dieser ist entstanden, indem die Vertiefung 7 durch Materialverdampfung aufgrund Wärmeeintrages durch einen nicht dargestellten Laserstrahl hergestellt wurde. Der Bereich 5 zeigt, insbesondere in der Randzone 9 der Vertiefung 7, eine erhöhte Dichte an feinverteilten nano-kristallinen Metallboriden 10 und Metallkarbiden 10 gegenüber dem Grundmaterial der Schicht 2, wo keine Wärmebehandlung durchgeführt wurde. Damit weist die Randzone 9 im Bereich 5 der Wärmebehandlung eine noch größere Härte auf als die nicht wärmebehandelte Schicht 2 selbst.

Patentansprüche

1. Durch thermisches Spritzen aufgebrachte eisenhaltige Schicht (2) einer Gleitfläche, insbesondere für Zylinderlaufflächen von Motorblöcken, wobei die eisenhaltige Schicht (2) weitere metallische, metalloide und/oder nicht-metallische Elemente beinhaltet, die eisenhaltige Schicht (2) eine amorphe Struktur mit feinverteilten, nano-kristallinen Metallboriden und/oder Metallkarbiden aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die eisenhaltige Schicht (2) weitere nano-kristalline Metallboride (10) und/oder Metallkarbide (10) aufweist, die nach dem Auftrag der eisenhaltigen Schicht (2) und einer anschließenden Oberflächenbearbeitung durch punktuellen Wärmeeintrag in die eisenhaltige Schicht (2) entstanden sind, wobei die eisenhaltige Schicht (2) Abtragungen aufweist, die durch den punktuellen Wärmeeintrag entstanden sind, die Abtragungen die Form von lokalen Vertiefungen (7) aufweisen, und am Rand (9) der Abtragungen feinverteilte nanokristalline Metallboride (10) und/oder Metallkarbide (10) aus der amorphen Matrix der eisenhaltigen Schicht (2) ausgeschieden sind.
2. Eisenhaltige Schicht nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der punktuelle Wärmeeintrag die Form von geometrischen Figuren, regelmäßigen Mustern und/oder unregelmäßigen Mustern aufweist.
3. Verfahren zur Herstellung einer eisenhaltigen Schicht (2) einer Gleitfläche, wobei die eisenhaltige Schicht (2) durch thermisches Spritzen aufgebracht wird, sie weitere metallische, metalloide und/oder nicht-metallische Elemente beinhaltet und sie eine amorphe Struktur mit feinverteilten, nano-kristallinen Metallboriden und/oder Metallkarbiden aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach dem Auftrag der eisenhaltigen Schicht (2) und einer anschließenden Oberflächenbearbeitung

durch punktuellen Wärmeeintrag in die eisenhaltige Schicht (2) weitere nano-kristalline Metallboride (10) und/oder Metallkarbide (10) entstehen, wobei durch den punktuellen Wärmeeintrag Material in der eisenhaltigen Schicht (2) abgetragen wird, das Material in der eisenhaltigen Schicht (2) in Form von lokalen Vertiefungen (7) abgetragen wird und am Rand (9) der Abtragungen feinverteilte nanokristalline Metallboride (10) und/oder Metallkarbide (10) aus der amorphen Struktur der eisenhaltigen Schicht (2) ausgeschieden werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Oberflächenbearbeitung eine mechanische Feinbearbeitung der eisenhaltigen Schicht (2) ist, insbesondere ein Honen, Schleifen oder Polieren.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der punktuelle Wärmeeintrag in Form von geometrischen Figuren, regelmäßigen Mustern und/oder unregelmäßigen Mustern erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Wärmeeintrag mittels Laserlicht (4) und/oder Elektronenstrahlen erfolgt.
7. Verwendung einer eisenhaltigen Schicht nach einem der vorherigen Ansprüche zur Herstellung von Gleitflächen an Maschinenteilen, insbesondere von Pleuellagern, Kurbelwellenlagern, Kolbenringen, Zylinderlaufflächen und Kolben.
8. Verwendung einer eisenhaltigen Schicht nach Anspruch 1 oder 2 zur Reparatur verschlissener Gleitflächen.

Claims

1. Iron-containing layer (2), applied by means of thermal spraying, for a sliding surface, in particular for cylinder bearing surfaces of engine blocks, wherein the iron-containing layer (2) contains further metallic, metalloid and/or non-metallic elements, and the iron-containing layer (2) has an amorphous structure with finely distributed, nanocrystalline metal borides and/or metal carbides, **characterized in that** the iron-containing layer (2) contains further nanocrystalline metal borides (10) and/or metal carbides (10) which have been formed by the punctiform introduction of heat into the iron-containing layer (2) after the application of the iron-containing layer (2) and subsequent surface machining, wherein the iron-containing layer (2) has areas from which ma-

terial has been removed and which have been formed by the punctiform introduction of heat, the areas from which material has been removed are in the form of local depressions (7), and finely distributed, nanocrystalline metal borides (10) and/or metal carbides (10) are precipitated from the amorphous matrix of the iron-containing layer (2) at the edge (9) of the areas from which material has been removed.

2. Iron-containing layer according to Claim 1, **characterized in that** the punctiform introduction of heat is in the form of geometric figures, regular patterns and/or irregular patterns.
3. Process for producing an iron-containing layer (2) for a sliding surface, wherein the iron-containing layer (2) is applied by means of thermal spraying, contains further metallic, metalloid and/or non-metallic elements and has an amorphous structure with finely distributed, nanocrystalline metal borides and/or metal carbides, **characterized in that** further nanocrystalline metal borides (10) and/or metal carbides (10) are formed by the punctiform introduction of heat into the iron-containing layer (2) after the application of the iron-containing layer (2) and subsequent surface machining, wherein material in the iron-containing layer (2) is removed by the punctiform introduction of heat, the material in the iron-containing layer (2) is removed in the form of local depressions (7), and finely distributed, nanocrystalline metal borides (10) and/or metal carbides (10) are precipitated from the amorphous structure of the iron-containing layer (2) at the edge (9) of the areas from which material has been removed.
4. Process according to Claim 3, **characterized in that** the surface machining is mechanical precision machining of the iron-containing layer (2), in particular honing, grinding or polishing.
5. Process according to either of Claims 3 and 4, **characterized in that** the punctiform introduction of heat takes place in the form of geometric figures, regular patterns and/or irregular patterns.
6. Process according to one of Claims 3 to 5, **characterized in that** the introduction of heat takes place by means of laser light (4) and/or electron beams.
7. Use of an iron-containing layer according to one of the preceding claims for producing sliding surfaces on machine parts, in particular connecting rod bearings, crankshaft bearings, piston rings, cylinder

bearing surfaces and pistons.

8. Use of an iron-containing layer according to Claim 1 or 2 for repairing worn sliding surfaces.

Revendications

1. Couche (2) contenant du fer, appliquée par pulvérisation thermique sur une surface de glissement, en particulier la surface de glissement des cylindres d'un bloc moteur, la couche (2) contenant du fer contenant d'autres éléments métalliques, métalloïdes et/ou non métalliques, la couche (2) contenant du fer présentant une structure amorphe dans laquelle sont finement répartis des borures nanocristallins de métaux et/ou des carbures nanocristallins de métaux, **caractérisée en ce que** la couche (2) contenant du fer présente d'autres borures nanocristallins de métaux (10) et/ou carbures nanocristallins de métaux (10) qui sont formés dans la couche (2) contenant du fer par apport ponctuel de chaleur après application de la couche (2) contenant du fer et le traitement ultérieur de la surface, **en ce que** la couche (2) contenant du fer présente des enlèvements qui découlent de l'apport ponctuel de chaleur, **en ce que** les enlèvements présentent la forme de creux locaux (7) et **en ce que** les borures nanocristallins de métaux finement répartis (10) et/ou les carbures nanocristallins de métaux finement répartis (10) provenant de la matrice amorphe de la couche (2) contenant du fer sont déposés sur le bord (9) des enlèvements.
2. Couche contenant du fer selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'apport ponctuel de chaleur présente la forme de figures géométriques, de motifs réguliers et/ou de motifs irréguliers.
3. Procédé de formation d'une couche (2) contenant du fer sur une surface de coulissement, la couche (2) contenant du fer étant appliquée par pulvérisation thermique, contenant d'autres éléments de métaux, métalloïdes et/ou non de métaux et présentant une structure amorphe dotée de borures nanocristallins de métaux finement répartis et/ou de carbures nanocristallins de métaux finement répartis, **caractérisé en ce que** la couche (2) contenant du fer présente d'autres borures nanocristallins de métaux (10) et/ou carbures nanocristallins de métaux (10) qui sont formés dans la couche (2) contenant du fer par apport ponctuel de chaleur après application de la couche (2) contenant du fer et le traitement ultérieur de la surface, **en ce que** la couche (2) contenant du fer présente
- des enlèvements qui découlent de l'apport ponctuel de chaleur, **en ce que** le matériau de la couche (2) contenant du fer est enlevé sous la forme de creux locaux (7) et **en ce que** les borures nanocristallins de métaux finement répartis (10) et/ou les carbures nanocristallins de métaux finement répartis (10) provenant de la structure amorphe de la couche (2) contenant du fer sont déposés sur le bord (9) des enlèvements.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le traitement de surface est un usinage mécanique fin de la couche (2) contenant du fer, en particulier un rodage, un meulage ou un polissage.
5. Procédé selon l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'apport ponctuel de chaleur présente la forme de figures géométriques, de motifs réguliers et/ou de motifs irréguliers.
6. Procédé selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** l'apport de chaleur s'effectue au moyen d'une lumière laser (4) et/ou de faisceaux d'électrons.
7. Utilisation d'une couche contenant du fer selon l'une des revendications précédentes pour la fabrication de surfaces de coulissement sur des pièces de machine, en particulier sur les paliers de bielles, les paliers de vilebrequin, les bagues de piston, les surfaces de glissement de cylindre et les pistons.
8. Utilisation d'une couche contenant du fer selon les revendications 1 ou 2 pour la réparation de surfaces de glissement usées.

Fig. 1

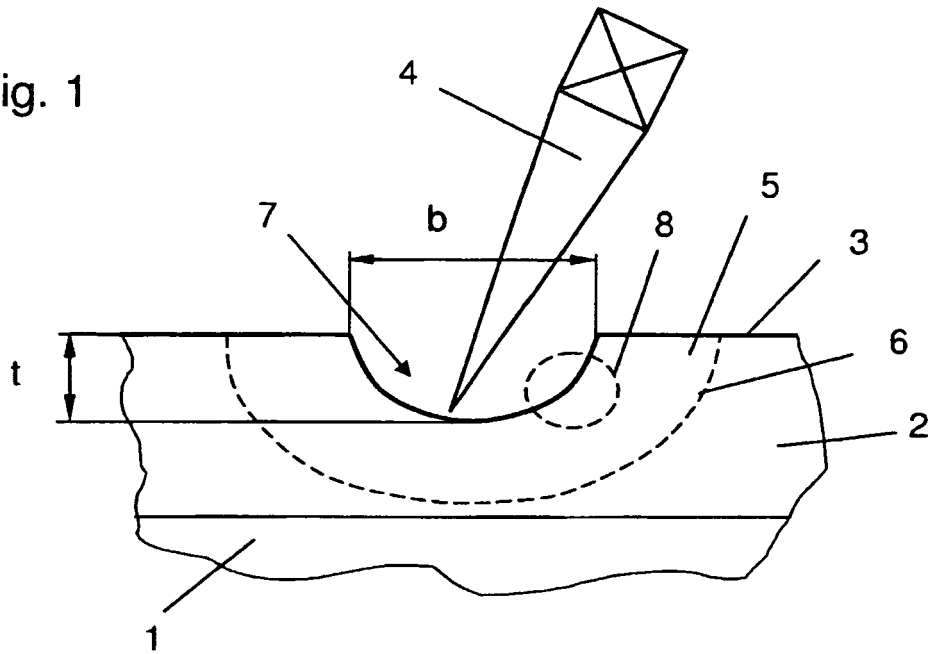
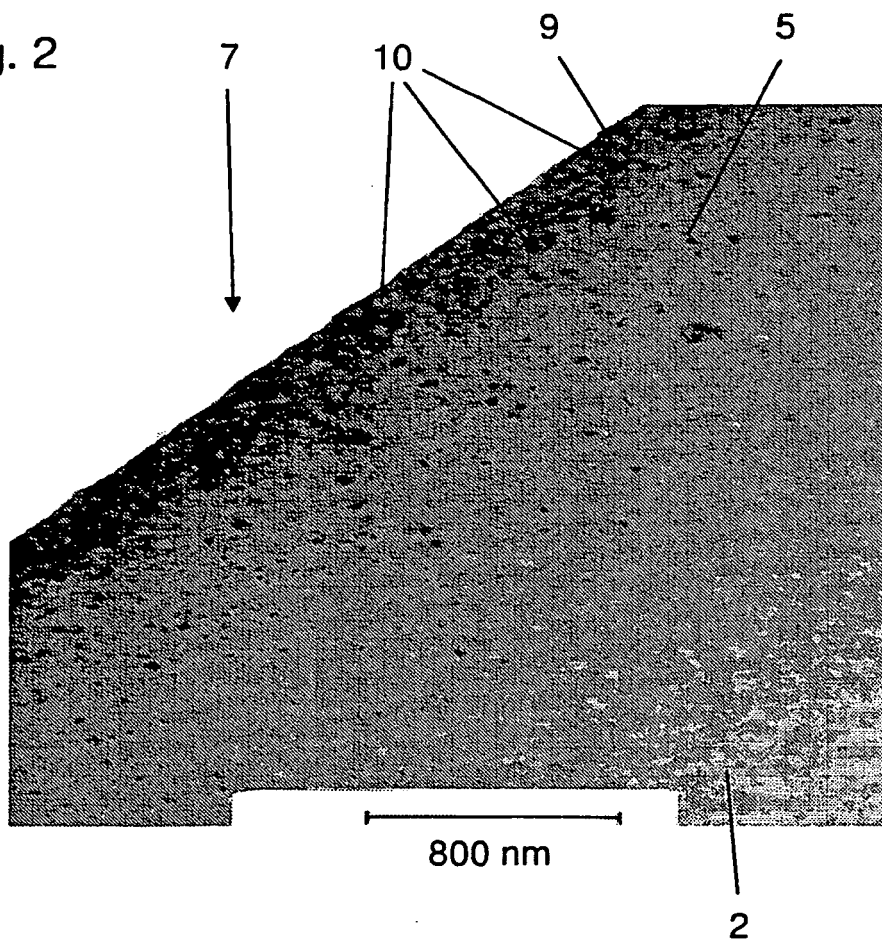


Fig. 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 03106718 A [0002]
- US 6258185 B1 [0003]
- WO 8910434 A [0004]
- JP 05288274 A [0005]
- US 4774393 A [0006]
- EP 1275864 A [0019]