



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **695 339 A5**

(51) Int. Cl.: **C23C 4/12** (2006.01)
C23C 4/16 (2006.01)
C23C 4/18 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

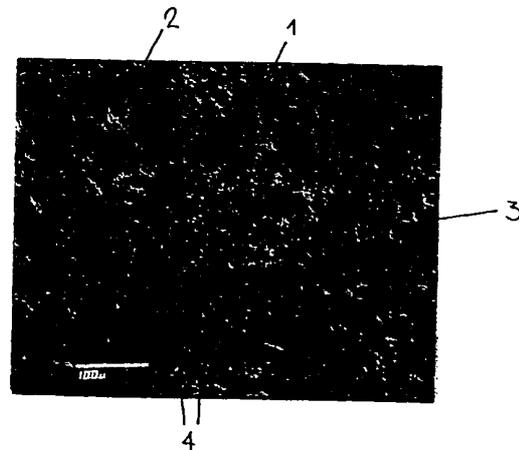
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

| | |
|---|--|
| (21) Gesuchsnummer: 00346/02 | (73) Inhaber: Sulzer Metco AG, Rigackerstrasse 16 5610 Wohlen AG (CH) |
| (22) Anmeldedatum: 27.02.2002 | (72) Erfinder: Gérard Barbezat, 8152 Opfikon (CH) |
| (24) Patent erteilt: 13.04.2006 | (74) Vertreter: Sulzer Management AG, KS Pat / 0067, Zürcherstrasse 14 8401 Winterthur (CH) |
| (45) Patentschrift veröffentlicht: 13.04.2006 | |

(54) **Zylinderlaufflächenschicht für Verbrennungsmotoren sowie Verfahren zu deren Herstellung.**

(57) Es wird eine Zylinderlaufflächenschicht (1) für Hubkolbenmotoren vorgeschlagen, welche eine Vielzahl offener Poren (2, 3, 4) mit einer Grösse zwischen 1 und 50 μm und einen Porositäts-Grad zwischen 0.5 und 10% aufweist. Die Zylinderlaufflächenschicht (1) wird durch Plasmaspritzen aufgebracht. Die aufgebrachte Schicht wird durch Honen nachbearbeitet. Die Poren (2, 3, 4) bilden eine Vielzahl von Mikroammern zum Aufbau eines Ölfilms zwischen Kolben bzw. Kolbenringen und Zylinderwand. Zur Verbesserung der tribologischen Eigenschaften weist die Schicht vorzugsweise einen Gehalt an gebundenem Sauerstoff von 0.5 bis 8 Gewichts-% auf.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zylinderlauffläschenschicht für Hubkolbenmotoren nach dem Anspruch 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung derselben nach dem Anspruch 13.

[0002] Nachdem bei den Motorenölen in der letzten Zeit markante Fortschritte in Bezug auf deren Lebensdauer erreicht wurde, wäre es nun wünschenswert, den Ölverbrauch bei Hubkolbenmotoren soweit zu reduzieren, dass die Ölwechselintervalle weiter ausgedehnt werden können. Die Zielsetzung kann beispielsweise darin bestehen, dass die Ölwechselintervalle auf 100 000 km ausgedehnt werden, ohne dass dazwischen Öl nachgefüllt werden muss. Es ist bekannt, dass die Oberflächenbeschaffenheit (Topographie) der Zylinderlauffläschenschicht einen entscheidenden Einfluss auf den Ölverbrauch hat. Obwohl auch schon bis anhin hohe Oberflächengüten durch Honen erreicht werden konnten, weisen die heutigen Zylinderlauffläschenschichten zumeist eine nicht näher spezifizierte Porosität auf bzw. sind zumindest mit einzelnen Poren versehen, die relativ gross sind und den Ölverbrauch negativ beeinflussen.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, eine Zylinderlauffläschenschicht für Hubkolbenmotoren vorzuschlagen, welche günstige Voraussetzungen für einen niedrigen Ölverbrauch bietet und gleichzeitig gute tribologische Eigenschaften aufweist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Erzeugung einer derartigen Zylinderlauffläschenschichten anzugeben.

[0004] Die Aufgabe wird hinsichtlich der Zylinderlauffläschenschicht durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst, während im Kennzeichen des Anspruchs 13 die Verfahrensschritte zur Erzeugung einer derartigen Zylinderlauffläschenschicht angeführt sind.

[0005] Indem die Oberfläche der Zylinderlauffläschenschicht eine Vielzahl offener Poren mit einer Grösse zwischen 1 und 50 µm aufweist und der Porositäts-Grad zwischen 0.5 und 10% beträgt, kann sichergestellt werden, dass einerseits genügend Hohlräume zur Aufnahme des Öls zur Bildung eines Ölfilms zwischen Kolben bzw. Kolbenringen und Zylinderwand und damit zur Erhaltung der guten tribologischen Eigenschaften vorhanden sind, andererseits aber der absolute Ölverbrauch durch die sehr kleinen Poren (Hohlräume) gering gehalten werden kann. Im Gegensatz zu herkömmlichen Zylinderlauffläschenschichten, bei denen die Porosität nicht gezielt beeinflusst wurde bzw. werden konnte, weist die erfindungsgemässe Schicht somit eine poröse Grundstruktur auf, bei der die Grösse der einzelnen Poren innerhalb eines definierten Bereichs liegt. Durch spanende Nachbearbeitung können die in der Oberfläche liegenden Poren geöffnet werden.

[0006] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 12 umschrieben.

[0007] Die im Anspruch 13 angegebenen Verfahrensschritten beschreiben das Verfahren zum Erzeugen der Zylinderlauffläschenschicht.

[0008] In den abhängigen Verfahrensansprüchen 14 bis 17 werden einzelne Parameter angegeben, mit den die Porosität der Zylinderlauffläschenschicht gezielt beeinflusst werden kann.

[0009] Anhand einer photographischen Abbildung einer Zylinderlauffläschenschicht soll deren beispielhafter Aufbau sowie ein bevorzugtes Verfahren zur Erzeugung derselben näher erläutert werden.

[0010] Die mittels einer Plasmaspritzvorrichtung aufgebraachte Zylinderlauffläschenschicht 1 ist mit einer Vielzahl offener Poren 2, 3, 4 versehen. Die Poren weisen eine Grösse zwischen ca. 2 und 30 µm auf, wobei der überwiegende Teil zwischen ca. 5 und 20 µm gross ist. Der Porositäts-Grad der Schicht, d.h. der Anteil der Poren am gesamten Schichtvolumen beträgt zwischen 1 und 5%. Ebenso bewegt sich der flächenmässige Anteil der Poren 2, 3, 4 an der gesamten Oberfläche der Zylinderlauffläschenschicht 1 zwischen den genannten 1 und 5%. Die Zylinderlauffläschenschicht 1 ist vorzugsweise so aufgebaut, dass ausschliesslich Poren 2, 3, 4 mit einer Dimension < 100 µm vorkommen.

[0011] Zweckmässigerweise weist die Zylinderlauffläschenschicht 1 einen Gehalt an gebundenem Sauerstoff von 0.5 bis 8 Gewichts-% auf, wobei der gebundene Sauerstoff mit Eisen FeO- und Fe₃O₄-Kristalle bildet, welche als Festschmierstoffe wirken. Vorzugsweise beträgt der Gehalt an Fe₂O₃ weniger als 0,2 Gewichts-%. Die Menge der gebildeten Oxyde kann durch Anreichern oder Reduzieren der während des Beschichtungsvorgangs durch die zu beschichtende Zylinderbohrung strömenden Luft mit Stickstoff oder Sauerstoff weiter beeinflusst werden. Der Anteil von in der Zylinderlauffläschenschicht 1 gebundenem Sauerstoff kann ausserdem durch die Geschwindigkeit der während des Beschichtungsvorgangs durch die zu beschichtende Zylinderbohrung strömenden Luft beeinflusst werden. Beim Ersetzen der Luft durch reinen Sauerstoff wird der gebundene Anteil an Sauerstoff in der Schicht um einen Faktor von etwa zwei reduziert. Die vorwiegend aus Eisen bestehende Zylinderlauffläschenschicht 1 weist in etwa folgende chemische Zusammensetzung auf:

[0012]

- Fe = Differenz auf 100 Gewichts-%
- C = 0,05 bis 1.5 Gewichts-%
- Mn = 0,05 bis 3.5 Gewichts-%
- Cr = 0.05 bis 18 Gewichts-%
- Si = 0,01 bis 1 Gewichts-%
- S = 0,001 bis 0,4 Gewichts-%

[0013] Um eine gute Zerspanbarkeit der Zylinderlauflächenschicht 1 durch Bildung von MnS-Verbindungen zu erreichen, enthält diese vorzugsweise zwischen 1.2 und 3.5 Gewichts-% Mangan und 0,05 bis 0,4 Gewichts-% Schwefel.

[0014] Die Poren 2, 3, 4 sind sowohl flächenmässig wie auch grössenmässig stochastisch in der Schicht verteilt. Zum Aufbringen der Schicht wird vorzugsweise eine rotierende Plasmaspritzvorrichtung verwendet, so dass der zu beschichtende Motorblock während des Beschichtungsvorgangs ruhen kann. Nach dem Beschichten wird die Zylinderlauflächenschicht 1 durch Honen, vorzugsweise Diamanthonen nachbearbeitet.

[0015] Der Anteil der Poren 2, 3, 4 am gesamten Schichtvolumen (Porositäts-Grad), wie auch die Grösse (Dimension) der Poren 2, 3, 4 kann durch Ändern der Beschichtungsparameter sowie der Partikelgrösse des Beschichtungspulvers gezielt beeinflusst werden. Dabei spielt insbesondere die Enthalpie des Plasmas eine massgebende Rolle, welche vorwiegend durch den Wasserstoffgehalt im Plasmagas sowie den Plasmastrom bestimmt wird.

[0016] Um eine Porengrösse zwischen 1 und 50 µm und einen Porositätsgrad zwischen 0.5 und 10% zu erreichen, wird der Plasmaspritzvorrichtung ein Beschichtungspulver zugeführt, dessen Partikel überwiegend eine Grösse zwischen 10 und 50 µm aufweisen. Das Schicht-Ausgangsmaterial besteht vorzugsweise aus gas- oder wasserverdüstertem Pulver. Als Plasmagas wird überwiegend Argon mit einem Anteil von 0.5 bis 5 NLPM (Normal Liter pro Minute) Wasserstoff verwendet. Der Plasmastrom liegt üblicherweise zwischen 260 und 360 Ampere bei einer Spannung zwischen 35 und 45 Volt.

[0017] Eine solche Zylinderlauflächenschicht 1 eignet sich insbesondere zum Aufbringen auf Substrate aus Al-Gusslegierungen, Al-Knetlegierungen, Gusseisen mit Lamellengraphit, Gusseisen mit Vermikulargraphit, Gusseisen mit Kugelgraphit oder Magnesium-Gusslegierungen.

Patentansprüche

1. Zylinderlauflächenschicht für Hubkolbenmotoren, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlauflächenschicht (1) durch Plasmaspritzen aufgebracht ist und zur Bildung einer mit einer Vielzahl von offenen Poren (2, 3, 4) versehenen Oberfläche einen Porositäts-Grad zwischen 0.5 und 10% aufweist, wobei die statistisch mittlere Porengrösse zwischen 1 und 50 µm liegt.
2. Zylinderlauflächenschicht nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die statistisch mittlere Porengrösse zwischen 1 und 10 µm und der Porositäts-Grad zwischen 0.5 und 5% liegt.
3. Zylinderlauflächenschicht nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Poren (2, 3, 4) sowohl flächenmässig wie auch grössenmässig stochastisch verteilt sind.
4. Zylinderlauflächenschicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlauflächenschicht (1) ausschliesslich mit Poren von kleiner als 100 µm versehen ist.
5. Zylinderlauflächenschicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche der Zylinderlauflächenschicht (1) durch Honen, vorzugsweise Diamanthonen nachbearbeitet ist.
6. Zylinderlauflächenschicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlauflächenschicht (1) einen Gehalt an gebundenem Sauerstoff von 0.5 bis 8 Gewichts-% aufweist.
7. Zylinderlauflächenschicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlauflächenschicht (1) mit eingelagerten FeO- und Fe₃O₄-Kristallen zur Bildung von Festschmierstoffen versehen ist.
8. Zylinderlauflächenschicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlauflächenschicht (1) überwiegend aus Fe besteht.
9. Zylinderlauflächenschicht nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlauflächenschicht (1) zusätzlich C, Mn, Cr, Si und S aufweist.
10. Zylinderlauflächenschicht nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlauflächenschicht (1) folgende chemische Zusammensetzung aufweist:

Fe = Differenz auf 100 Gewichts-%
 C = 0,05 bis 1.5 Gewichts-%
 Mn = 0,05 bis 3.5 Gewichts-%
 Cr = 0.05 bis 18 Gewichts-%
 Si = 0,01 bis 1 Gewichts-%
 S = 0,001 bis 0,4 Gewichts-%

11. Zylinderlauflächenschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlauflächenschicht (1) folgende chemische Zusammensetzung aufweist:

Fe = Differenz auf 100 Gewichts-%
 C = 0,05 bis 0.8 Gewichts-%
 Mn = 0,05 bis 1.8 Gewichts-%

CH 695 339 A5

| | | |
|----|---|--------------------------|
| Cr | = | 11.5 bis 18 Gewichts-% |
| Si | = | 0,01 bis 1 Gewichts-% |
| S | = | 0,002 bis 0,2 Gewichts-% |

12. Zylinderlaufflächenschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlaufflächenschicht (1) zur Verbesserung der Zerspanbarkeit zwischen 1.2 und 3.5 Gewichts-% Mn und 0,05 bis 0,4 Gewichts-% S enthält.
13. Verfahren zur Herstellung einer Zylinderlaufflächenschicht nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlaufflächenschicht durch Plasmaspritzen erzeugt wird, wobei ein Beschichtungspulver mit einer Partikelgrösse zwischen 5 und 100 µm, vorzugsweise zwischen 10 und 50 µm verwendet wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung der gewünschten Schichteigenschaften bzw. zum Verändern der Porengrösse und/oder des Porositäts-Grads die Grösse der Beschichtungspartikel und/oder die chemische Zusammensetzung des Beschichtungsmaterials und/oder die Enthalpie des Plasmas variiert wird/werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Enthalpie des Plasmas durch Ändern des Plasmastroms und/oder des Anteils an Wasserstoff im Plasmagas variiert wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Enthalpie des Plasmas durch Ändern des Plasmastroms variiert wird, wobei der Plasmastrom zwischen 100 und 500 A vorzugsweise zwischen 260 und 360 A gehalten wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Plasmaspritzvorrichtung ein Plasmagas mit einem Anteil von 0.5 bis 5 NLPM (Normal Liter pro Minute) Wasserstoff zugeführt wird.

