



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.05.2001 Patentblatt 2001/22

(51) Int Cl.7: **B24B 33/02, B24B 1/00**

(21) Anmeldenummer: **00122286.8**

(22) Anmeldetag: **20.10.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft
38436 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Heinemann, Rolf, Dipl.-Ing.
38165 Lehre (DE)**
• **Färber, Klaus, Dipl.-Ing.
38158 Gifhorn (DE)**

(30) Priorität: **20.11.1999 DE 19956306**

(54) **Verfahren zum Bearbeiten von Oberflächen, insbesondere von Zylinderlaufflächen an Brennkraftmaschinen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bearbeiten von Oberflächen, insbesondere von Zylinderlaufflächen an Brennkraftmaschinen mit einem, aus einer Leichtmetall-Legierung bestehenden Zylinderkurbelgehäuse, wobei in die Zylinderlaufflächen, die mittels Laser aufgeschmolzen werden, Partikel eines härteren Materials einlegiert werden und wobei die Leichtmetall-Matrix mit den einlegierten Hartstoffpartikeln nachfolgend in mindestens einem Verfahrensschritt spanabhebend und/oder honend bearbeitet wird. Es wird die Auf-

gabe gelöst, ein Bearbeitungsverfahren zu schaffen, mit dem ein Freilegen der Partikel aus härterem Material ohne Ätzung möglich ist. Mit diesem Verfahren sollen insbesondere bei einer Serienfertigung von Brennkraftmaschinen Zylinderlaufflächen mit guten tribologischen Eigenschaften erzeugt werden. Hierfür wird vorgeschlagen, daß die Zylinderlaufflächen (1) zunächst gehont werden und daß anschließend eine weitere mechanische Bearbeitung mittels einer feinklassierten Honahle erfolgt, durch die die Kristalle (3) des härteren Materials freigelegt werden.

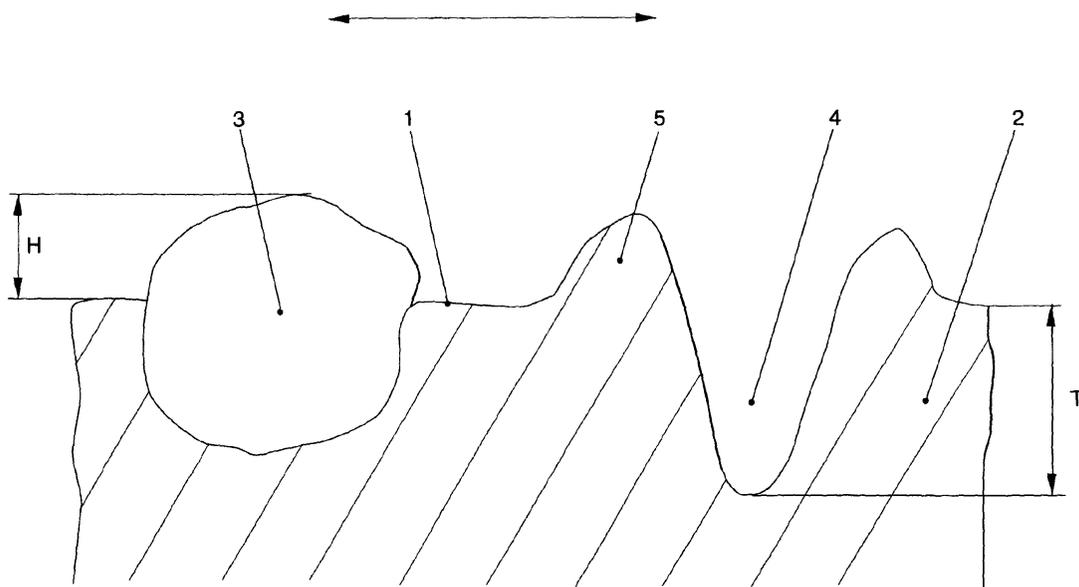


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bearbeiten von Oberflächen, insbesondere von Zylinderlaufflächen an Brennkraftmaschinen mit einem, aus einer Leichtmetall-Legierung bestehenden Zylinderkurbelgehäuse, wobei in die Zylinderlaufflächen, die mittels Laser aufgeschmolzen werden, Partikel eines härteren Materials einlegiert werden und wobei die Leichtmetall-Matrix mit den einlegierten Hartstoffpartikeln nachfolgend in mindestens einem Verfahrensschritt spanabhebend und/oder honend bearbeitet wird.

[0002] Für die Konstruktion moderner Brennkraftmaschinen sind zunehmend ökologisch begründete Forderungen zu beachten, von denen gegenwärtig die Reduzierung von Kraftstoffverbrauch und Abgasemission primär ist. Neben konstruktiven Entwicklungen werden hierbei auch die Vorteile neuer Werkstoffe genutzt, wobei zahlreiche konstruktive Änderungen ohnehin erst durch den Einsatz neuer Werkstoffe möglich sind. Sofern das Zylinderkurbelgehäuse beispielsweise aus Leichtmetall gefertigt wird, sind gegenüber konventionellem Grauguß eine erhebliche Gewichtseinsparung und eine höhere Belastbarkeit im Motorbetrieb möglich. Diese Vorteile können jedoch durch andere Parameter beeinträchtigt werden, insbesondere durch das Reib- und Verschleißverhalten an Oberflächenpaarungen, die relativ zueinander bewegt werden. Eine solche Problemstelle sind die Zylinderlaufflächen von Brennkraftmaschinen mit der Bauteilpaarung von Kolben und Zylinder. Für diese Laufflächen sind zusätzliche Bearbeitungen notwendig, um sogenannte "tribologische" Laufbahnen zu schaffen, die ein weitgehend optimales Reibungsverhalten bewirken.

[0003] In EP 176 803 A 1 wird ein Verfahren zur Herstellung eines Zylinderblocks aus Leichtmetall beschrieben. Zunächst wird der aus einer Aluminium-Legierung bestehende Zylinderblock gegossen. Anschließend wird auf die Zylinderlaufflächen Silizium aufgetragen, das nachfolgend mittels Laserstrahl aufgeschmolzen wird, so daß sich eine mit Silizium übersättigte Rand-schicht bildet.

[0004] Das Verfahren zur Beschichtung von Werkstückoberflächen gemäß DE 197 11 756 A 1 schlägt vor, auf die Zylinderlaufflächen von Hubkolbenmaschinen eine pulverförmige Legierung mit einer Silizium aufweisenden Leichtmetall-Matrix thermisch aufzuspritzen.

[0005] Im Ergebnis der Verfahren nach EP 176 803 A 1 und DE 197 11 756 A 1 weisen die einer Reibung ausgesetzten Bereiche, im vorliegenden Anwendungsfall also die Zylinderlaufflächen, eine Beschichtung auf. Diese Beschichtung wird mit einem spanabhebenden Verfahren nochmals bearbeitet, um die erforderliche Maßgenauigkeit zu erreichen. Damit auch die notwendige Oberflächenbeschaffenheit erreicht wird, folgt der spanabhebenden Bearbeitung überwiegend noch ein Honvorgang. Mit diesen Verfahren können grundsätzlich verschleißfeste, tribologisch günstige Zylinderlauf-

flächen geschaffen werden. Die Gewährleistung einer, über die gesamte Zylinderlauffläche homogenen Oberfläche ist allerdings fragwürdig. Ferner sind zahlreiche fertigungstechnische Voraussetzungen erforderlich. Diese können zwar für Prototypen und Kleinserien geschaffen werden, eine Realisierung in der Serienfertigung mit hohen Stückzahlen ist jedoch nur bedingt möglich.

[0006] Unabhängig vom gewählten Bearbeitungsverfahren ist für die Funktionalität der Zylinderlaufflächen ein teilweises Herausragen der härteren Partikel aus der Leichtmetall-Matrix zweckmäßig. Hierfür werden nach dem Honvorgang die in der Lauffläche liegenden, härter als das Grundgefüge der Legierung ausfallenden Partikel derart freigelegt, daß Plateauflächen der Partikel gegenüber der sonstigen Oberfläche des Grundgefüges hervorstehen. Das Freilegen der härteren Partikel erfolgt bisher überwiegend durch Ätzung, wobei durch das Rücksetzen der Leichtmetall-Matrix die scharfkantigen Ränder der Kristalle freigelegt werden. Diese scharfen Kanten sind nachteilig und können zumindest in der Einlaufphase des Motors zum Beispiel Beschädigungen am Kolbenring ergeben. Das Ätzverfahren ist außerdem kostenintensiv und unter Berücksichtigung von Umweltaspekten problematisch. Deshalb wird ein Ersatz dieser Bearbeitung durch andere Verfahrensschritte angestrebt.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Bearbeitungsverfahren für Oberflächen aus Leichtmetall-Legierungen zu schaffen, mit dem ein Freilegen der Partikel aus härterem Material ohne Ätzung möglich ist. Mit diesem Verfahren sollen insbesondere bei einer Serienfertigung von Brennkraftmaschinen Zylinderlaufflächen mit guten tribologischen Eigenschaften erzeugt werden.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst, indem die Zylinderlaufflächen zunächst gehont werden und indem anschließend eine weitere mechanische Bearbeitung mittels einer feinklassierten Honahle erfolgt, durch die die Kristalle des härteren Materials freigelegt werden. Nachfolgend kann eine weitere mechanische Bearbeitung mittels einer Honahle erfolgen, wobei die Zylinderlaufflächen feinstrukturiert werden. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Ansprüchen 2 bis 11 beschrieben.

[0009] Durch Anwendung des vorgeschlagenen Verfahrens können die tribologischen Eigenschaften der Zylinderlaufflächen von Brennkraftmaschinen auch unter den Bedingungen einer Serienfertigung wesentlich verbessert werden. In vorteilhafter Weise erfolgt das Freilegen der härteren Partikel ohne Anwendung ätzender Mittel. Durch die sanften Konturen der Partikel aus dem härteren Material werden Beschädigungen von Kolbenring und Kolben weitgehend ausgeschlossen. Die Kombination von Erhebungen (Kristallpartikel) und Vertiefungen (Feinstruktur) ergibt funktionelle Vorteile in der Einlaufphase, insbesondere ein gutes Haften des Ölfilms sowie die Vermeidung mechanischer Störungen durch die wirkenden Kolbendruckkräfte. Die Erhebun-

gen und Vertiefungen werden durch wechselseitigen Abtrag und Auftrag im Motorbetrieb zunehmend ausgeglichen. Durch das erreichbare gute Reibungsverhalten der Bauteilpaarung von Kolben und Zylinder werden die Reibungsverluste reduziert. In deren Folge vermindern sich zunächst der Kraftstoff- und Ölverbrauch und schließlich auch die Abgasemissionen der Brennkraftmaschine.

[0010] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Bearbeiten von Oberflächen beschrieben. Hierbei wird Bezug auf die Zeichnung genommen, die in schematischer Darstellung eine Zylinderlauffläche zeigt, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bearbeitet worden ist.

[0011] Das Verfahren wird vorzugsweise zur Bearbeitung von Zylinderlaufflächen 1 an Brennkraftmaschinen angewendet. Das Zylinderkurbelgehäuse 2 dieser Brennkraftmaschine besteht aus einer Leichtmetall-Legierung. Es wird eine Legierung gewählt, die relativ einfach im Gußprozeß zu handhaben ist, zum Beispiel eine Aluminium-Legierung. Durch das Einschmelzen von härteren Komponenten werden nachträglich jene Bereiche des Zylinderkurbelgehäuses 2 veredelt, die bei der späteren bestimmungsgemäßen Nutzung einer Reibung ausgesetzt sein werden. Dies betrifft die Zylinderlaufflächen 1, deren Eigenschaften das Reibungs- und Verschleißverhalten der Bauteilpaarung von Kolben und Zylinder bestimmen. Der Kolben ist in der Zeichnung nicht näher dargestellt, lediglich seine Bewegung ist durch einen Pfeil stilisiert.

[0012] Die Zylinderlaufflächen 1 werden mittels Laser aufgeschmolzen. In das Schmelzbad werden Partikel eines härteren Materials eingebracht, um somit eine verschleißfeste, tribologisch günstige Lauffläche 1 zu erhalten. Bedingt durch die Prozeßführung entsteht bei der Erstarrung infolge der Selbstabschreckung und einer gegebenenfalls zusätzlichen Kühlung eine feinkristalline Struktur. Durch das Einlegieren liegen im Idealfall Kristalle 3 mit einer annähernd kugelförmigen Kontur vor, zumindest jedoch mit einer gerundeten Kontur ohne scharfe Kanten. Die Größe dieser Kristalle 3 sollte maximal 50,0 µm betragen und wird überwiegend in einem Bereich zwischen 5,0 µm und 20,0 µm liegen. Als härteres Material kann vollaufgeschmolzenes nickelhaltiges oder wolframhaltiges Material in die Zylinderlauffläche 1 einlegiert werden. Vorzugsweise wird jedoch ein siliziumhaltiges Material verwendet. Dabei weist die mittels Laser erstellte Schicht der Zylinderlauffläche 1 nach Abschluß der Einlegierung einen Anteil von 15 bis 53 Vol.% Silizium auf.

[0013] Nachfolgend wird eine spanabhebende und/oder honende Bearbeitung durchgeführt. Hierbei ist vorgesehen, daß die Zylinderlaufflächen 1 gehont werden. Die feinkristalline Schicht bedarf zur Freilegung keiner Ätzung. Vielmehr erfolgt nunmehr eine weitere mechanische Bearbeitung mittels einer feinklassierten Honahle. In diesem Verfahrensschritt wird die Leichtmetall-Matrix zurückgestellt, d.h., die Kristalle 3 des härteren

Materials werden mechanisch freigelegt und stehen als Plateauflächen gegenüber der sonstigen Oberfläche hervor. Durch die gerundete Kontur der Kristalle 3 brechen diese beim Honen nicht aus. Außerdem wirken die Kristalle 3 aufgrund dieser Kontur kaum abrasiv, so daß auch der Verschleiß gering ist. Die Höhe "H" der Freilegung der Kristalle 3 des härteren Materials beträgt maximal 1,0 µm. Vorzugsweise wird ein Bereich zwischen 0,1 µm und 0,3 µm genutzt.

[0014] Danach erfolgt eine weitere mechanische Bearbeitung mittels einer Honahle. In diesem Verfahrensschritt werden die Zylinderlaufflächen 1 feinstrukturiert, indem zusätzliche Vertiefungen 4 in die Oberfläche 1 eingebracht werden. Während dieser Bearbeitung können unmittelbar neben den Vertiefungen 4 auch Erhebungen 5 ausgestaltet werden. Die Feinstrukturierung der Zylinderlauffläche 1 weist eine Tiefe "T" von maximal 2,0 µm auf. Vorzugsweise wird ein Bereich zwischen 0,1 µm und 0,5 µm genutzt. Diese Ausgestaltung ergibt Vorteile für den Betrieb der Brennkraftmaschine in der Einlaufphase, indem die Ölversorgung begünstigt wird. Das Öl kann sich dabei in den Vertiefungen 4 sammeln. Gleichzeitig werden durch die Kombination von Vertiefungen 4 und Erhebungen 5 in der Einlaufphase Schäden (Verquetschung, Riefenbildung usw.) ausgeschlossen, die ansonsten durch die Kolbendruckkräfte und eine eventuell unzureichende Schmierung entstehen könnten. Die Erhebungen 5 und Vertiefungen 4 unterliegen mit zunehmender Betriebsdauer der Brennkraftmaschine einer Selbstglättung durch wechselseitigen Abtrag und Auftrag von Material. Demzufolge entsteht eine Zylinderlauffläche 1 mit sehr guten tribologischen Eigenschaften.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bearbeiten von Oberflächen, insbesondere von Zylinderlaufflächen an Brennkraftmaschinen mit einem, aus einer Leichtmetall-Legierung bestehenden Zylinderkurbelgehäuse, wobei in die Zylinderlaufflächen, die mittels Laser aufgeschmolzen werden, Partikel eines härteren Materials einlegiert werden und wobei die Leichtmetall-Matrix mit den einlegierten Hartstoffpartikeln nachfolgend in mindestens einem Verfahrensschritt spanabhebend und/oder honend bearbeitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderlaufflächen zunächst gehont werden und daß anschließend eine weitere mechanische Bearbeitung mittels einer feinklassierten Honahle erfolgt, durch die die Kristalle des härteren Materials freigelegt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nachfolgend eine weitere mechanische Bearbeitung mittels einer Honahle erfolgt, wobei die Zy-

linderlaufflächen feinstrukturiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die Höhe der Freilegung der Kristalle des härteren Materials maximal 1,0 µm beträgt und vorzugsweise in einem Bereich zwischen 0,1 µm und 0,3 µm liegt. 5
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die Tiefe der Feinstrukturierung der Zylinderlauffläche maximal 2,0 µm beträgt und vorzugsweise in einem Bereich zwischen 0,1 µm und 0,5 µm liegt. 10
15
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß für das Zylinderkurbelgehäuse eine Aluminium-Legierung verwendet wird. 20
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß als härteres Material vollaufgeschmolzenes siliziumhaltiges Material in die Zylinderlauffläche einlegiert wird. 25
7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 6, dadurch gekennzeichnet,
daß die Siliziumkristalle eine annähernd kugelförmige, gerundete Kontur aufweisen. 30
8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 6, dadurch gekennzeichnet,
daß die Größe der Siliziumkristalle maximal 50,0 µm beträgt und vorzugsweise in einem Bereich zwischen 5,0 µm und 20,0 µm liegt. 35
9. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 6, dadurch gekennzeichnet,
daß die mittels Laser erstellte Schicht der Zylinderlauffläche einen Anteil von 15 bis 53 Vol.% Silizium aufweist. 40
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß als härteres Material vollaufgeschmolzenes nickelhaltiges Material in die Zylinderlauffläche einlegiert wird. 45
50
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß als härteres Material vollaufgeschmolzenes wolframhaltiges Material in die Zylinderlauffläche einlegiert wird. 55

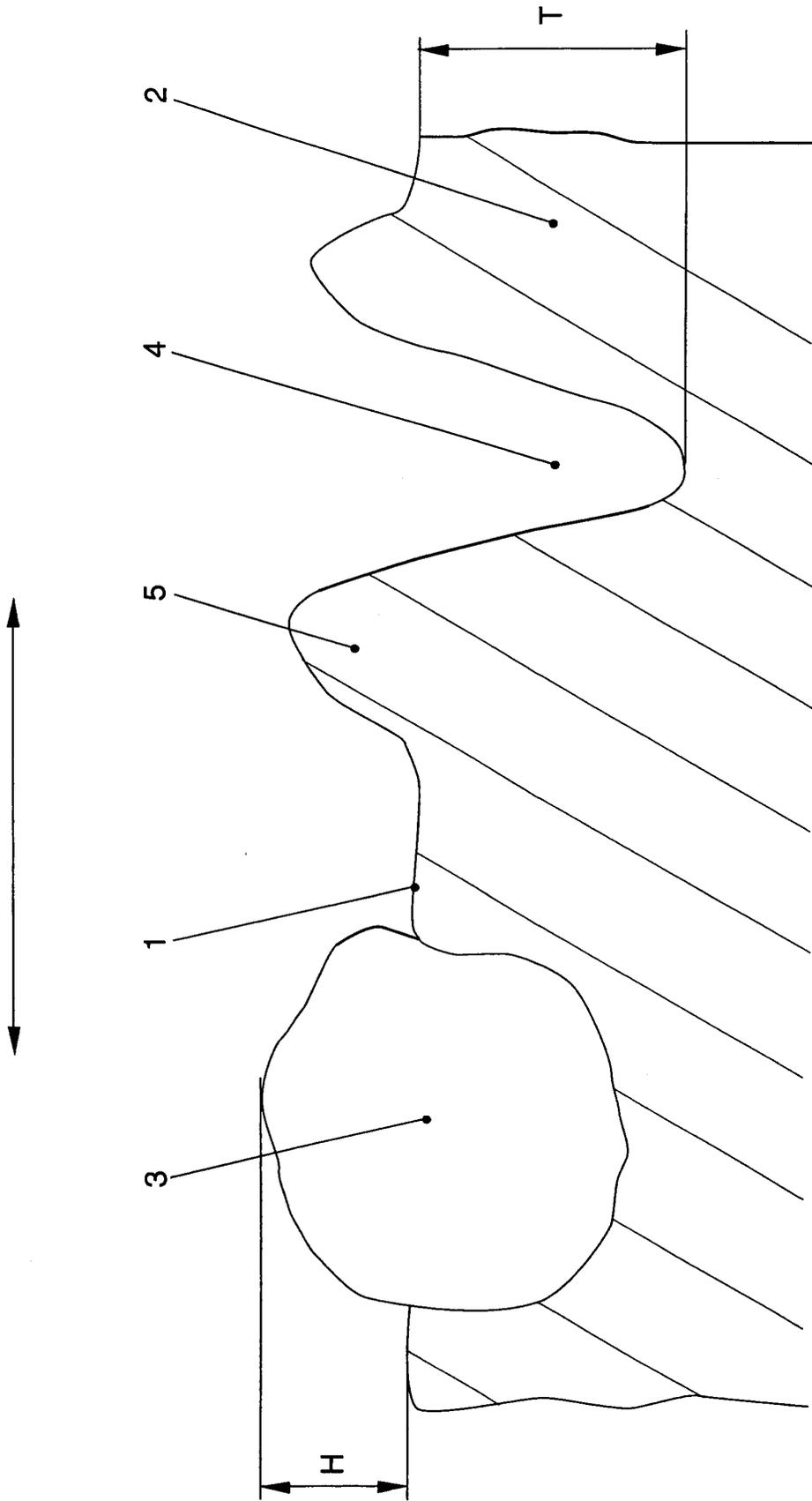


FIG. 1