

(19)



(11)

EP 2 729 596 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.09.2015 Patentblatt 2015/37

(51) Int Cl.:
C23C 24/04 ^(2006.01) **C23C 4/02** ^(2006.01)
C23C 4/08 ^(2006.01) **C23C 4/18** ^(2006.01)
F02F 1/20 ^(2006.01) **F02F 1/00** ^(2006.01)
C23C 26/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12755776.7**

(22) Anmeldetag: **04.07.2012**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2012/000668

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/004213 (10.01.2013 Gazette 2013/02)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ZYLINDERLAUFFLÄCHE SOWIE ZYLINDERLAUFBUCHSE**

METHOD FOR PRODUCING A CYLINDER LINER SURFACE AND CYLINDER LINER
PROCÉDÉ POUR RÉALISER UN FÛT DE CYLINDRE ET UNE CHEMISE DE CYLINDRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **05.07.2011 DE 102011106564**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.05.2014 Patentblatt 2014/20

(73) Patentinhaber: **Mahle International GmbH**
70376 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **BISCHOFBERGER, Ulrich**
73732 Esslingen (DE)

• **GAISELMANN, Stefan**
70469 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **Stumkat, Ulrich et al**
Mahle International GmbH
Patent Department CRP
Pragstraße 26-46
70376 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 040 054 EP-A1- 0 690 250
EP-A1- 1 589 212 WO-A1-00/49328
DE-A1-102008 053 642 JP-A- 2010 255 846
US-A1- 2009 305 917

EP 2 729 596 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 vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Zylinderlauffläche sowie eine Zylinderlaufbuchse für ein Zylinderkurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors.

[0002] Zylinderlaufbuchsen werden in der Regel aus einem Stahlwerkstoff oder einem Gusseisenwerkstoff hergestellt. Zylinderlaufbuchsen aus einem Gusseisenwerkstoff sind allerdings anfällig für Korrosion. Es ist zwar bekannt, die Laufflächen von Zylinderlaufbuchsen galvanisch mit einer korrosions- und abrasionsbeständigen Beschichtung zu versehen, bspw. auf der Basis von Chrom. Dies wirkt sich allerdings nachteilig auf die Materialkosten sowie auf die Kosten des Herstellungsverfahrens aus.

[0003] So ist aus der EP 1 589 212 A1 ein Verfahren zur Herstellung einer Zylinderlauffläche bekannt, bei der durch Reinigung der inneren Oberfläche mittels eines Hochdruck-Wasser-Verfahrens unter Ausbildung von Unregelmäßigkeiten in der Oberfläche, eines nachfolgenden Auftragens eines Beschichtungswerkstoffs auf die gereinigte Oberfläche und anschließendem Fertighonen der beschichteten Oberfläche eine abrasionsbeständige Zylinderlauffläche erzeugt wird.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Korrosionsbeständigkeit von Zylinderlaufbuchsen aus einem Gusseisenwerkstoff zu erhöhen. Ferner sollen die Material - Herstellungskosten reduziert werden.

[0005] Die Lösung besteht in einem Verfahren mit den folgenden Verfahrensschritten: (a) Vorhonen der inneren Oberfläche einer Zylinderlaufbuchse aus einem Gusseisenwerkstoff unter Ausbildung von Vertiefungen in der Oberfläche; (b) Auftragen eines zinkhaltigen Beschichtungswerkstoffs auf die vorgehonte Oberfläche; (c) Fertighonen der beschichteten Oberfläche, derart, dass der zinkhaltige Beschichtungswerkstoff lediglich in den durch das Vorhonen gebildeten Vertiefungen verbleibt.

[0006] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ferner eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbare Zylinderlaufbuchse aus einem Gusseisenwerkstoff für ein Zylinderkurbelgehäuse.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die Schutzwirkung gegen einen korrosiven Angriff durch eine kathodische Schutzwirkung erreicht wird. Während des Korrosionsprozesses wird zunächst Zink anstelle des im Gusseisenwerkstoff enthaltenen Eisen oxidiert wird. Erst nachdem das in der Beschichtung enthaltene Zink vollständig oxidiert ist, wird ein korrosiver Angriff auf das Eisen beobachtet werden können. Im Ergebnis wird eine korrosive Schädigung des Gusseisenwerkstoffs wesentlich verzögert und die Lebensdauer der erfindungsgemäß behandelten Zylinderlaufbuchse erheblich erhöht.

[0008] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Beschichtung auf der Innenfläche der Zylinderlaufbuchse erhalten, in der der zinkhaltige Beschichtungswerkstoff lediglich in den Vertiefungen verbleibt, die durch das Vorhonen in die Oberfläche eingebracht wurden. Somit wird mit einem sehr geringen Aufwand an Beschichtungswerkstoff ein wirksamer Korrosionsschutz erzielt.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0010] Die vorgehonte Oberfläche wird in Schritt (b) zweckmäßigerweise filmverzinkt, d.h. ohne Wärmeeinwirkung mit der zinkhaltigen Beschichtung versehen.

[0011] Geeignete zinkhaltige Beschichtungswerkstoffe zur Verwendung in Schritt (b) sind insbesondere Zinklacke auf anorganischer Basis, bspw. wasserbasierte anorganische Zinksilikate mit Zinkpulver, die mindestens 92 Gew.-% Zink enthalten. Diese Zinklacke sind bis 600°C temperaturbeständig. Ein typisches auf dem Markt befindliches Produkt ist der Zinklack "Aquazinga" der Fa. Zinga, Deutschland.

[0012] Vorzugsweise wird in Schritt (b) die zinkhaltige Beschichtung mittels eines Abstreifverfahrens aufgebracht, um zu gewährleisten, dass die durch das Vorhonen in die Oberfläche eingebrachten Vertiefungen möglichst vollständig mit dem Beschichtungswerkstoff gefüllt werden.

[0013] Der Beschichtungswerkstoff kann in Schritt (b) in an sich bekannter Weise aber auch mittels thermischem Spritzen, mittels Kaltgasspritzen oder mittels Vakuum-Saugstrahlen unter Verwendung eines zinkhaltigen Drahtes oder eines zinkhaltigen Pulvers aufgebracht werden.

Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass nach dem Vorhonen und vor dem Aufbringen des zinkhaltigen Beschichtungswerkstoffes taschenförmige Vertiefungen in die vorgehonte Oberfläche eingebracht werden. Derartige Vertiefungen oder "Taschen" bewirken, dass nach dem Fertighonen eine größere Menge an zinkhaltigem Beschichtungsmittel auf der fertigen Lauffläche der Zylinderlaufbuchse verbleibt, da das zinkhaltige Beschichtungsmittel sowohl in den durch das Vorhonen in die Oberfläche eingebrachten Vertiefungen als auch in den im Anschluss an das Vorhonen in die Oberfläche eingebrachten taschenförmigen Vertiefungen verbleibt.

[0014] Die taschenförmigen Vertiefungen werden zweckmäßigerweise mit einer maximalen Tiefe von 100µm in die Oberfläche und/oder mit einem Durchmesser von 30µm bis 50µm in die Oberfläche eingebracht, um eine gleichmäßige Verteilung auf der Oberfläche zu ermöglichen.

[0015] Bevorzugt werden die Vertiefungen mit einem Flächenanteil von 2% bis 10% in die Oberfläche eingebracht. Damit kann ein optimales Verhältnis von Korrosionsschutz und Verbrauch von Beschichtungsmitteln erreicht werden.

[0016] Die taschenförmigen Vertiefungen können bspw. mittels Laserstrahlbehandlung in die Oberfläche eingebracht

werden.

[0017] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden näher beschrieben.

[0018] Die innere Oberfläche einer Zylinderlaufbuchse aus einem handelsüblichen Gusseisenwerkstoff wird erfindungsgemäß bearbeitet. Dazu erfolgt zunächst in an sich bekannter Weise ein Innenbohren mittels eines Aufbohrwerkzeugs. Dabei wird der Innendurchmesser auf ein definiertes Abmaß, eine definierte Zylindrizität und eine definierte Rauheit eingestellt. Damit wird die innere Oberfläche der Zylinderlaufbuchse auf den nachfolgenden Verfahrensschritte vorbereitet.

[0019] Im anschließenden Verfahrensschritt wird die innere Oberfläche der Zylinderlaufbuchse unter Verwendung eines Honwerkzeugs mittels Schrupphonen bearbeitet, wobei die Honleisten des Honwerkzeugs Material von der inneren Oberfläche der Zylinderlaufbuchse abtragen. Dabei wird die Genauigkeit des Innendurchmessers in Bezug auf Abmaß, Zylindrizität und Rauheit verbessert. Zugleich werden definierte Vertiefungen ("Honriefen") in die innere Oberfläche der Zylinderlaufbuchse eingebracht. Durch die Wahl der Körnung der Honleisten können die Anzahl der Vertiefungen, ihre Tiefe und ihre Verteilung auf der inneren Oberfläche der Zylinderlaufbuchse in an sich bekannter Weise bestimmt werden.

[0020] Im Anschluss an das Schrupphonen wird die innere Oberfläche der Zylinderlaufbuchse mit einem Zinklack mittels Spritzauftrag beschichtet. Dabei werden die vom Honwerkzeug eingebrachten Vertiefungen mit dem Zinklack gefüllt.

[0021] Nach dem Aushärten des Zinklacks erfolgt im nächsten Verfahrensschritt ein Basishonen. Dabei wird zunächst der Zinklack außerhalb der Vertiefungen flächig abgetragen, bis der Werkstoff der Zylinderlaufbuchse erreicht ist. Anschließend wird eine definierte Menge Werkstoff der Zylinderlaufbuchse abgetragen. Im Ergebnis verbleibt nur der in den Vertiefungen angesammelte Zinklack im Bereich der inneren Oberfläche der Zylinderlaufbuchse. Durch die Wahl der Körnung der Honleisten und der Menge des abgetragenen Werkstoffs der Zylinderlaufbuchse wird ein definierter Flächenanteil des Zinklacks eingestellt. Zugleich wird die Rauheit der inneren Oberfläche reduziert und die Zylindrizität verbessert.

[0022] In einem abschließenden Verfahrensschritt erfolgt in an sich bekannter Weise ein Plateauhonen, woraus, in Abhängigkeit von der ausgewählten Körnung der Honleisten und der Menge des Werkstoffabtrags eine plateauartige Einebnung der Oberflächenstruktur der inneren Oberfläche der Zylinderlaufbuchse resultiert. Ferner werden der endgültige gewünschte Flächenanteil des Zinklacks eingestellt und die Zylindrizität optimiert.

[0023] Die Parameter dieser beispielhaften Bearbeitung der inneren Oberfläche einer Zylinderlaufbuchse sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1

Parameter	Innenbohren	Schrupphonen	Beschichten	Basishonen	Plateauhonen
Materialabtrag radial [μm]	500	200	-	50	3
Zylindrizität [μm]	140	12	-	10	8
Beschichtung Flächenanteil [%]	-	-	100	15	10
Rauheit Rz [μm]	45	35	10	5	3

[0024] In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird eine innere Oberfläche aus einem Gusseisenwerkstoff wie oben beschrieben bearbeitet. Als einziger Unterschied findet nach dem Schrupphonen und vor dem Beschichten eine weitere Oberflächenbehandlung mittels Laserstrahlen zum Einbringen von zusätzlichen taschenförmigen Vertiefungen in die gehonte innere Oberfläche der Zylinderlaufbuchse.

[0025] Die Parameter dieser beispielhaften Bearbeitung der inneren Oberfläche einer Zylinderlaufbuchse sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2

Parameter	Innenbohren	Schruppstonen	Laserbearbeitung	Beschichten	Basishonen	Plateauhonen
Materialabtrag radial [µm]	500	200	-	-	50	3
Zylindrizität [µm]	140	12	-	-	10	8
Beschichtung Flächenanteil [%]	-	-	-	100	10,5	10
Rauheit Rz [µm]	45	35	100	10	5	3

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Zylinderlaufläche für ein Zylinderkurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors, **gekennzeichnet durch** die folgenden Verfahrensschritte:

(a) Vorhonen der inneren Oberfläche einer Zylinderlaufbuchse aus einem Gusseisenwerkstoff unter Ausbildung von Vertiefungen in der Oberfläche;
 (b) Auftragen eines zinkhaltigen Beschichtungswerkstoffs auf die vorgehonte Oberfläche;
 (c) Fertighonen der beschichteten Oberfläche, derart, dass der zinkhaltige Beschichtungswerkstoff lediglich in den **durch** das Vorhonen gebildeten Vertiefungen verbleibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt (b) die vorgehonte Oberfläche filmverzinkt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt (b) ein Zinklack auf anorganischer Basis verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt (b) die zinkhaltige Beschichtung mittels eines Abstreifverfahrens aufgebracht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt (b) der Beschichtungswerkstoff mittels thermischem Spritzen, mittels Kaltgasspritzen oder mittels Vakuum-Saugstrahlen unter Verwendung eines zinkhaltigen Drahtes oder eines zinkhaltigen Pulvers aufgebracht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Schritt (a) und Schritt (b) taschenförmige Vertiefungen in die vorgehonte Oberfläche eingebracht werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die taschenförmigen Vertiefungen mit einer maximalen Tiefe von 100 µm in die Oberfläche eingebracht werden.

8. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die taschenförmigen Vertiefungen mit einem Durchmesser von 30 µm bis 50 µm in die Oberfläche eingebracht werden.

9. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die taschenförmigen Vertiefungen mit einem Flächenanteil von 2% bis 10% in die Oberfläche eingebracht werden.

10. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die taschenförmigen Vertiefungen mit eines Laserstrahlverfahrens in die Oberfläche eingebracht werden.

11. Zylinderlaufbuchse aus einem Gusseisenwerkstoff für ein Zylinderkurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors, herstellbar mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10.

Claims

1. Method for producing a cylinder sliding surface for a cylinder crankcase in an internal combustion engine, **characterised by** the following method steps:

(a) pre-honing the inner surface of a cylinder liner which is made of a cast-iron material, with the formation of depressions in the surface;
 (b) applying a zinc-containing coating material to the pre-honed surface;
 (c) finish honing the coated surface such that the zinc-containing coating material remains only in the depressions formed by the pre-honing.

2. Method according to claim 1, **characterised in that**, in step (b), the pre-honed surface is coated with a zinc film.

3. Method according to claim 1, **characterised in that**, in step (b), a zinc finish on an inorganic basis is used.

4. Method according to claim 1, **characterised in that**, in step (b), the zinc-containing coating is applied by means of a scraping method.
5. Method according to claim 1, **characterised in that**, in step (b), the coating material is applied by means of thermal spraying, cold gas spraying or vacuum suction blasting using a zinc-containing wire or powder.
6. Method according to claim 1, **characterised in that**, between step (a) and step (b), pocket-shaped depressions are made in the pre-honed surface.
7. Method according to claim 6, **characterised in that** the pocket-shaped depressions having a maximum depth of 100 μm are made in the surface.
8. Method according to claim 5, **characterised in that** the pocket-shaped depressions having a diameter of between 30 μm and 50 μm are made in the surface.
9. Method according to claim 5, **characterised in that** the pocket-shaped depressions are made in the surface such that they occupy between 2 % and 10 % of the surface area.
10. Method according to claim 5, **characterised in that** the pocket-shaped depressions are made in the surface by means of a laser beam method.
11. Cylinder liner made of a cast-iron material, intended for a cylinder crankcase in an internal combustion engine and producible by means of a method according any of claims 1 to 10.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un fût de cylindre pour un bloc-moteur d'un moteur à combustion, **caractérisé par** les étapes de procédé suivantes :
 - (a) prérodage de la surface intérieure d'une chemise de cylindre en un matériau en fonte en formant des évidements dans la surface ;
 - (b) application d'un matériau de revêtement contenant du zinc sur la surface prérodée ;
 - (c) rodage de finition de la surface revêtue de sorte que le matériau de revêtement contenant du zinc reste simplement dans les évidements formés par le prérodage.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans l'étape (b), la surface prérodée est zinguée par un film.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans l'étape (b), une laque de zinc de base inorganique est utilisée.
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans l'étape (b), le revêtement contenant du zinc est appliqué au moyen d'un procédé d'enlèvement d'excédent.
5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans l'étape (b), le matériau de revêtement est appliqué au moyen d'une projection thermique, au moyen d'une projection par gaz froid ou au moyen d'un jet abrasif sous vide, en utilisant un fil contenant du zinc ou une poudre contenant du zinc.
6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, entre l'étape (a) et l'étape (b), des évidements en forme de poches sont pratiqués dans la surface prérodée.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les évidements en forme de poches sont pratiqués dans la surface avec une profondeur maximale de 100 μm .
8. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les évidements en forme de poches sont pratiqués dans la surface avec un diamètre de 30 μm à 50 μm .
9. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les évidements en forme de poches sont pratiqués dans

EP 2 729 596 B1

la surface avec une proportion en surface de 2 % à 10 %.

10. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les évidements en forme de poches sont pratiqués dans la surface avec un procédé à faisceau laser.

11. Chemise de cylindre en un matériau en fonte pour un bloc-moteur d'un moteur à combustion, pouvant être fabriquée au moyen d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 10.

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

- EP 1589212 A1 [0003]