

(19)



(11)

EP 2 880 193 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.02.2018 Patentblatt 2018/08

(21) Anmeldenummer: **13720893.0**

(22) Anmeldetag: **29.04.2013**

(51) Int Cl.:

B22D 19/00 (2006.01)	B22D 19/16 (2006.01)
B22D 21/04 (2006.01)	B22D 23/00 (2006.01)
C23C 4/067 (2016.01)	C23C 4/02 (2006.01)
C23C 4/08 (2016.01)	C23C 4/18 (2006.01)
F02F 1/00 (2006.01)	C23C 30/00 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/058857

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/019723 (06.02.2014 Gazette 2014/06)

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

METHOD FOR PRODUCING A CYLINDER LINER

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'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: **03.08.2012 DE 102012015405**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.06.2015 Patentblatt 2015/24

(73) Patentinhaber: **Federal-Mogul Burscheid GmbH**
51399 Burscheid (DE)

(72) Erfinder:
• **GOEDEL, Peter**
86495 Freienried (DE)

• **SCHERER, Volker**
50679 Köln (DE)
• **BUCHMANN, Michael**
81249 München (DE)

(74) Vertreter: **Becker Kurig Straus**
Patentanwälte
Bavariastrasse 7
80336 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 967 601 **DE-A1-102008 013 813**
DE-A1-102008 053 642 **DE-A1-102010 053 029**
DE-B3- 10 308 562

EP 2 880 193 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 insbesondere thermisch gespritzten, dünnwandigen Zylinderlaufbuchse zum Einfügen in ein Zylinderkurbelgehäuse.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Bei Motoren ohne Zylinderlaufbuchsen muss für den Motorblock ein Material verwendet werden, welches die vorrangigen Anforderungen erfüllt, die sich durch den direkten Kontakt mit dem Reibpartner Kolben bzw. den Kolbenringen ergeben. Insbesondere sind eine hohe Verschleißfestigkeit sowie eine geringe Reibung erforderlich. Nachrangig sind weitere Anforderungen wie etwa geringes Gewicht, niedrige Materialkosten, niedrige Herstellkosten und hohe Wärmeleitfähigkeit. Die Anforderungen sind bei buchsenlosen Motoren nur schwer, wenn überhaupt, in Einklang zu bringen.

[0003] Die Verwendung von Zylinderlaufbuchsen bei Verbrennungskraftmaschinen gestattet es, für den Motorblock ein anderes Material zu verwenden, welches nur die dafür maßgeblichen Anforderungen erfüllt. Die Zylinderlaufbuchse hingegen kann speziell für die Anforderungen Verschleißfestigkeit und geringe Reibung optimiert werden. Da der Materialanteil der Laufbuchse im Vergleich zum Motorblock relativ gering ist, können hier auch hochwertigere und daher teurere Werkstoffe eingesetzt werden, ohne sich allzu nachteilig auf die Gesamtkosten auszuwirken.

[0004] Im Stand der Technik sind Verfahren zur Herstellung von Leichtmetall-Zylinderlaufbuchsen zum thermischen Fügen in Zylinderkurbelgehäusen aus Eisen oder Leichtmetall bekannt (siehe etwa die Broschüre "Überholung von Aluminium-Motoren" der Firma MSI Motor Service International GmbH, Ausgabe 03/99). Solche Buchsen werden z.B. über einen Prozess des Sprühkompaktierens mit anschließender mechanischer Bearbeitung hergestellt. Diese unter dem Markennamen Alusil® vertriebenen Buchsen haben allerdings den Nachteil einer mäßigen Verschleißbeständigkeit an der Zylinderlauffläche. Des Weiteren ist hier ein aufwendiger Prozess des Freilegens von Siliziumkristallen bei der Endbearbeitung der Zylinderlaufflächen notwendig.

[0005] Unter dem Markennamen Silitec® vertriebene Aluminium-Silizium-Zylinderlaufbuchsen oder Zylinderlaufflächen aus Blocklegierungen (Alusil®, Lokasil®) besitzen eine hohe Wärmeleitfähigkeit. Die Verschleißfähigkeit der jeweiligen Zylinderlaufflächen wird durch die vorliegenden, nach dem Honen herausragenden Siliziumpartikel bestimmt. Bei Gusswerkstoffen ist verfahrenstechnisch ein Siliziumanteil von maximal etwa 20% erreichbar. Bei sprühkompaktierten Werkstoffen können höhere Siliziumanteile erzielt werden; prozessbedingt führt dies jedoch zu ansteigenden Bauteilkosten. Aufgrund der hohen mechanischen Belastung bei neuen Motoren, beispielsweise Ottomotoren mit Benzindirek-

teinspritzung oder modernen Dieselmotoren, sind die mechanischen Festigkeitswerte mit konventionellen Aluminium-Silizium-Legierungen allerdings grenzwertig.

[0006] Weiterhin sind Slip-Fit Liner aus Grauguss als Zylinderlaufbuchsen bekannt. Die Liner werden mechanisch aus geschleuderten Grauguss-Rohren gefertigt. Zur Erzielung der geforderten Oberflächenrauheit und Zylinderform wird der Außendurchmesser geschliffen. Zum Einsetzen von Grauguss-Buchsen ist es nötig, dass die Buchse bei Raumtemperatur einen größeren Durchmesser hat, als die Bohrung des Zylinderkurbelgehäuses. Danach ist der Durchmesser mindestens einer der beiden Fügekörper durch thermische Ausdehnung derart zu verändern, dass sich die Buchse sicher in das Zylinderkurbelgehäuse einsetzen lässt. Dies geschieht im Allgemeinen durch Aufheizen des Zylinderkurbelgehäuses, da aufgrund des zu geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Grauguss ein Abkühlen der Buchse alleine nicht ausreicht. Dies macht das Einsetzen von Grauguss-Buchsen aufwändig und teuer.

[0007] Eine bekannte Form von Zylinderlaufbuchsen ist in dem deutschen Patent mit der Veröffentlichungsnummer DE10308562 (B3) offenbart, bei der eine Zylinderlaufbuchse mit einer Innenbeschichtung als Verschleißschuttschicht versehen wird.

[0008] Aus der europäischen Patentanmeldung EP1949401 (A2) ist ein Verfahren zum Beschichten einer Zylinderlaufbahn von Aluminium-Motorblöcken offenbart, in dem durch thermisches Spritzen eine Eisenlegierung innen auf die Zylinderinnenfläche aufgebracht wird.

[0009] Die deutsche Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer DE102008013813 (A1) zeigt ein Verfahren zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses, das die folgenden Schritte umfasst: Herstellen eines Kernes, Einlegen des Kernes in ein Gießwerkzeug, Gießen des Zylinderkurbelgehäuses unter erhöhtem Druck und unter Verwendung eines Leichtmetalls, Herauslösen des Kernes aus dem gegossenen Zylinderkurbelgehäuse, und Beschichten einer Zylinderwand durch ein thermisches Spritzverfahren.

[0010] Die deutsche Patentanmeldung Nr. DE 102008053642 (A1) betrifft eine thermisch gespritzte Zylinderlaufbuchse für Verbrennungsmotoren die im Wesentlichen aus einer Eisenbasislegierung mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,8 bis 0,9 Gewichtsprozent und hierin dispergierten reibungsmindernden Füllstoffen aus Graphit, Molybdändisulfid oder Wolframdissulfid aufgebaut ist.

[0011] Das Patentdokument DE102010053029 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines aus zumindest zwei Metallschichten bestehenden hohlzylinderförmigen Bauteils, wobei zur Herstellung eines aus zumindest zwei Metallschichten bestehenden hohlzylinderförmigen Bauteils, auf ein rohrförmiges Substrat eine Funktionsschicht und anschließend eine Tragschicht jeweils durch Sprühkompaktieren aufgebracht wird und anschließend das Substrat entfernt wird, wobei das Subst-

rat unter Verwendung eines Metalls gefertigt wurde, das Bestandteil der Funktionsschicht ist, und durch zerspanende Bearbeitung entfernt wird.

[0012] Eine weitere bekannte Form von Zylinderbewehrungen sind auf die Zylinderlauffläche gespritzte Schichten. In der DE 197 33 205 A1 werden eine Beschichtung einer Zylinderlauffläche einer Hubkolbenmaschine auf Eisen-, Aluminium- oder Magnesium-Basis mit einer übereutektischen Aluminium/Silizium-Legierung und/oder einem Aluminium/Silizium-Verbundwerkstoff und ein Verfahren zur Herstellung dieser Beschichtung offenbart. Die Beschichtung wird hier direkt auf die Innenwand der Zylinderbohrung im Motorblock aufgetragen.

[0013] Hierzu wird entweder ein um die Mittelachse der Zylinderbohrung rotierender Innenbrenner, der auf einem rotierenden Aggregat aufgebaut ist, in die Zylinderbohrung eingeführt und axial bewegt. Oder es wird der Innenbrenner in die Zylinderbohrung des rotierenden Kurbelgehäuses eingeführt und entlang der Mittelachse der Zylinderbohrung axial bewegt, um die Beschichtung auf die Zylinderwand aufzuspritzen. Die Zylinderoberfläche muss im Allgemeinen vor der Beschichtung aufwändig vorbereitet werden, beispielsweise durch Aufrauen mittels Hochdruckwasserstrahlen, oder durch Einbringen einer definierten Profilierung mit Hinterschnitten über einen Drehprozess.

[0014] Die Herstellung der Beschichtung direkt auf der Wand der Zylinderbohrung benötigt außerdem entweder ein kompliziertes Aggregat mit Innenbrenner, das selber innerhalb der Bohrung rotiert, um die Beschichtung gleichmäßig auftragen zu können, oder es ist erforderlich, dass der gesamte Motorblock mit der Zylinderbohrung um einen nicht rotierenden Innenbrenner rotiert. Beide Verfahren sind aufwendig und kostenintensiv. Aufgrund der Größe des Beschichtungsaggregates können nur Zylinderbohrungen mit einem Bohrungsdurchmesser von größer als 80 mm zuverlässig beschichtet werden.

[0015] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein einfacheres Verfahren zur Herstellung einer verbesserten Zylinderlauffbuchse sowie eine entsprechende Lauffbuchse bereitzustellen, bei dem/der die vorstehend aufgeführten Nachteile beseitigt oder zumindest verringern können.

Zusammenfassung der Erfindung

[0016] Gemäß einem ersten Gesichtspunkt der Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung einer Zylinderlauffbuchse bereitgestellt das die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst. Bevorzugte Ausführungen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben. Das Verfahren zur Herstellung einer Zylinderlauffbuchse, umfasst: thermisches Spritzen eines ersten Werkstoffes auf einen Formkörper zur Bildung einer verschleiß- und korrosionsbeständigen ersten Schicht, wobei der erste gespritzte Werkstoff umfasst, mindestens 67% Eisen, Fe; maxi-

mal 3% Kohlenstoff, C; zwischen 0 und maximal 20% Chrom, Cr; zwischen 0 und maximal 10% Nickel, Ni; und thermisches Spritzen eines zweiten Werkstoffes zur Bildung einer zweiten äußeren Schicht auf der ersten, inneren Schicht, wobei der zweite gespritzte Werkstoff umfasst, Aluminium, eine Aluminiumlegierung oder ein Mehrelementmaterial aus Leichtmaterial und Eisen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0017] Fig. 1 zeigt einen Schnitt einer Zylinderlauffbuchse gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0018] Die Erfindung schlägt ein Verfahren zur Herstellung einer Zylinderlauffbuchse mittels thermischem Spritzen vor.

[0019] In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein erster Werkstoff zur Bildung einer ersten, inneren Lage auf einem Formkörper bereitgestellt, der als wesentliche Elemente mindestens 67% Fe und max. 3,0% C aufweist. Um die Korrosionsbeständigkeit der ersten Lage zu verbessern können bis zu 20% Cr und oder 10% Nickel zulegiert werden.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform enthält der erste Werkstoff mindestens 70 % Fe, mehr bevorzugt mindestens 80 % Fe, noch mehr bevorzugt mindestens 90 % Fe und darüber, sogar noch mehr bevorzugt mindestens 95 % Fe. Der Kohlenstoffgehalt sollte nicht über 3% liegen, da andernfalls der Werkstoff zu hart und spröde, d.h. schwer zu bearbeiten ist. Es besteht die Gefahr von Schichtabplatzung bzw. Rissbildung. Der Kohlenstoffgehalt liegt deshalb bei vorzugsweise $\leq 2\%$ und noch mehr bevorzugt $\leq 1\%$.

[0021] Der Werkstoff kann weiter zwischen 0 und max. 30% Cr und zwischen 0 und max. 10% Ni enthalten. Diese Komponenten dienen normalerweise dazu die Korrosionsbeständigkeit zu erhöhen, bedeuten jedoch auch höhere Materialkosten bzw. einen höheren Fertigungsaufwand bei der Nachbearbeitung der Lauffläche z.B. beim Honen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die in diesem Schritt erfindungsgemäß hergestellte erste bzw. innere Lage der Zylinderlauffbuchse auch ohne Vorhandensein der genannten Elemente bei aktuellen Motordesigns keine Korrosionsanfälligkeit zeigt, so dass der eingesetzte Werkstoff, diese Elemente nur in geringen Mengen wenn überhaupt enthalten muss. Bevorzugte Bereiche für diese Komponenten sind zwischen 0 und 19 %, mehr bevorzugt zwischen 0 und 5 %, mehr bevorzugt zwischen 0 und 3 %, sogar noch mehr bevorzugt zwischen 0 und 1 % für Cr. Gleichmaßen ist für Ni ist ein Bereich bevorzugt von zwischen 0 und 5 %, mehr bevorzugt von zwischen 0 und 3 % und noch mehr bevorzugt von zwischen 0 und 2 %, sogar noch mehr bevorzugt von zwischen 0 und 1%.

[0022] Der Werkstoff liegt vor dem Beschichtungsprozess als Massiv- oder Fülldraht vor und wird mittels be-

kannter Drahtbeschichtungsverfahren, wie beispielsweise mittels Lichtbogendrahtspritzen oder Drahtflammspritzen u.ä. aufgeschmolzen und auf einen rotierenden Formkörper aufgetragen.

[0023] Der Werkstoff wird auf die Außenfläche des rotierenden Formkörpers aufgetragen, welcher eine im Wesentlichen zylindrische Form aufweist. Mit Maßgabe der zylindrischen Form ist die weitere Form des Formkörpers, insbesondere dessen Abmessungen lediglich von dem beabsichtigten Einsatzgebiet beschränkt. So kann insbesondere der Aussendurchmesser des Formkörpers im Hinblick auf die unterschiedlichen Durchmessern von Zylinderlaufbuchsen im Bereich von ca. 20 mm bis zu ca. 1000 mm liegen, vorzugsweise für den Automobilbereich zwischen 60 mm bis ca. 100 mm. Die Länge des Formkörpers ist nach oben nicht beschränkt, da eine gewünschte Länge der Zylinderlaufbuchse durch Nachbearbeiten eines ersten erhaltenen Werkstückes hergestellt werden kann. Der Formkörper muss lediglich die Länge der gewünschten Zylinderlaufbuchse aufweisen und kann daher von ca. 50 mm bis zu ca. 5 m betragen. Für die Herstellung von Zylinderlaufbuchsen für den Automobilsektor beträgt die Länge des Formkörpers von ca. 100 mm bis ca. 400 mm, wobei auf einem Formkörper 2 bis 4 Zylinderlaufbuchsen auf einmal hergestellt werden können.

[0024] Der Formkörper kann aus jedem Werkstoff bestehen, der bei den angelegten Verfahrensbedingungen formstabil bleibt, d.h. insbesondere den Temperaturen des aufgeschmolzenen und aufgetragenen Materials widerstehen kann, beispielsweise bei Eisen Temperaturen von ca. 1400 °C und ein Ablösen der ersten, inneren Schicht nach dem Auftragen ermöglicht. Optional kann die Außenfläche des Formkörpers mit einer dünnen, anorganischen Trennschicht versehen werden.

[0025] In einem weiteren Schritt wird eine zweite, äussere Lage auf die erste, innere Lage aufgebracht, die noch auf dem Formkörper befindlich sein kann oder vorher vom Formkörper entfernt wurde, d.h. in Form einer Hülse als Freikörper vorliegt. Der Aussendurchmesser der ersten Lage ist "as sprayed", d.h. er wird vor dem Auftragen der zweiten Lage mechanisch nicht bearbeitet.

[0026] Dabei kann das gleiche thermische Spritzverfahren wie im ersten Schritt eingesetzt werden kann oder auch ein anderes. Dies wird in Abhängigkeit von dem eingesetzten Werkstoff und den anderen bei der Produktion vorherrschenden Gegebenheiten gewählt.

[0027] Der im zweiten Schritt aufgebrachte Werkstoff wird im Allgemeinen derart gewählt, dass er einen Wärmeausdehnungskoeffizient aufweist, der möglichst ähnlich ist zu dem des Zylinderkurbelgehäuses. Der Werkstoff kann, beispielsweise ausgewählt werden unter Aluminium oder einer Aluminiumlegierung aus Al und Si bzw. Al und Mn bzw. Al und Mg oder einer Mehrelementschicht aus einer Aluminiumlegierung und Eisen. Diese ist insbesondere von Vorteil, da eine derartige Kombination beim Auftragen punktuell über die Oberfläche verteilt wird, was hinsichtlich eines nachfolgenden Bearbei-

tungsschrittes, insbesondere Schleifen, eine geringere Oberflächenrauheit liefert.

[0028] Durch das erfindungsgemäß Verfahren lassen sich Lagen mit einer Porosität von < 8 Vol.-%, vorzugsweise < 5 Vol.-%, mehr bevorzugt < 3 Vol.-% und Porengrößen von < 15 µm, vorzugsweise < 10 µm, mehr bevorzugt < 8 µm erzielen. Dies ist im Gegensatz zu Innenbeschichtungen des Standes der Technik wesentlich verbessert, die eine Porosität von etwa > 10 Vol.-% und eine Porengröße von etwa 20 µm liefern.

[0029] Wenn der zweite Auftragschritt auf dem Formkörper durchgeführt wurde, kann das so erhaltene Produkt vor weiteren Bearbeitungsschritten auf dem Formkörper belassen oder von dem Formkörper getrennt werden.

[0030] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die nach dem Spritzen noch raue Außenmantelfläche der äußeren, zweiten Lage durch Schleifen oder Drehen bearbeitet, wodurch der gewünschte Aussendurchmesser, die notwendige Zylindrizität und die erforderliche Oberflächenrauheit der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Zylinderlaufbuchse erreicht wird. Die damit zu erzeugende Rauhtiefe (Rz) der Außenmantelfläche liegt normalerweise im Bereich von maximal etwa 50 µm, vorzugsweise maximal etwa 30 µm, mehr bevorzugt maximale 10 µm. Die gewünschte Rauhtiefe kann jeweils durch ein geeignetes Bearbeitungsverfahren, wie z.B. Fein-Drehen erreicht werden. Werden höhere Anforderungen an die Zylindrizität gestellt, dann kann die Außenmantelfläche auch geschliffen werden.

[0031] Die gewünschte Gesamtlänge der in eine Kraftmaschine einzusetzenden Zylinderlaufbuchse kann durch Drehen, Fräsen oder Laserschneiden aus der erzeugten Zylinderlaufbuchse hergestellt werden.

[0032] Gemäß einer Ausführungsform weist die erste innere Schicht der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Zylinderlaufbuchse eine Schichtdicke von etwa 0,2 bis 2,0 mm auf, vorzugsweise von 0,2 bis 1 mm, mehr bevorzugt von 0,2 bis 0,8 mm auf. Die zweite äussere Schicht der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Zylinderlaufbuchse weist nach dem Auftragen eine Schichtdicke von etwa 0,2 bis 2 mm auf, vorzugsweise von 0,3 bis 2,0 mm noch mehr bevorzugt von 0,3 bis 1,0 mm. Durch die Bearbeitungsschritte des Drehens bzw. Schleifens wird die Schichtdicke der äusseren Lage im Allgemeinen um etwa 0,1 mm bis etwa 0,5 mm verkleinert.

[0033] Folglich weist die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Zylinderlaufbuchse eine Gesamtwandstärke von 0,4 bis maximal etwa 10 mm auf, vorzugsweise von etwa 1 mm bis 2 oder 3 mm.

[0034] Das so erhaltene Produkt wird nun, wenn noch auf dem Formkörper befindlich, zur wahlweisen weiteren Behandlung von diesem getrennt.

[0035] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren weiter, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Zylinderlaufbuchse an einer oder an

beiden axialen Enden am Außendurchmesser und/oder am Innendurchmesser mit einer Fase zu versehen. Dadurch kann einerseits das Fügen der Buchse erleichtert, andererseits das Positionieren eines Honwerkzeuges für die Innenbearbeitung verbessert werden.

[0036] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren weiter am Buchsenmantel Aussparungen und/oder Überströmkanäle vorzusehen, welche durch Bearbeiten mit geometrisch bestimmter Schneide oder thermischem Laserschneiden erzeugt werden können.

[0037] Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Zylinderlaufbuchse kann an einem Ende optional mit Pulsationsbohrungen oder mit einem Bund versehen werden. Die Pulsationsbohrungen können entweder durch Fräsen oder mittels Schneiden mit einem Laser erzeugt, der Bund beispielsweise durch eine Drehbearbeitung hergestellt werden.

[0038] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren weiter, die Innenseite der gebildeten Zylinderlaufbuchse nach dem Fügen in den Motorblock zu honen, wodurch die Dicke der ersten, inner Schicht auf bis zu 0,05 mm verringert werden kann, dies um eine bessere Wärmeleitfähigkeit zu erzielen.

[0039] Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der Erfindung wird eine Zylinderlaufbuchse bereitgestellt, die durch das vorstehend beschriebene Verfahren hergestellt wurde.

[0040] Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Zylinderlaufbuchse wird nach Fertigstellung und Bearbeitung in eine Zylinderbohrung einer Kraftmaschine eingesetzt. Dies kann, wie beispielsweise im Automobilbereich gemäß herkömmlicher Verfahren erfolgen, indem der Motorblock (Aluminium) auf eine Temperatur von ca. 250 °C aufgeheizt wird, und die Buchse in die Zylinderbohrungen eingefügt wird. Die erfindungsgemäße Buchse kann jedoch auch aufgrund der ihr innewohnenden Eigenschaften auch in einen nicht aufgeheizten Motorblock eingesetzt werden, indem diese selbst vorher gekühlt wird, beispielsweise auf Temperaturen von etwa -20°C, oder -30 °C oder -40°C bis zu -78,5 °C (festes Kohlendioxid) oder vorzugsweise in Flüssigstickstoff auf Temperaturen von etwa -20 °C usw. bis zu -196°C und dann in die Zylinderbohrung überführt wird. Dies ist mit einer Grauguss-Buchse nicht möglich, da deren Ausdehnungskoeffizient zu gering ist. Damit erleichtert die erfindungsgemäße Buchse die Handhabung und verringert Aufwand und Kosten des Einsetzens der Buchse.

[0041] Auch bei einem mechanischen Einbau ("Loose-fit") der erfindungsgemäßen Zylinderlaufbuchse ergeben sich Vorteile, da sich die Aluminium enthaltende äussere Schicht sich beim Betrieb ausdehnt und einen besseren Kontakt mit der Zylinderbohrungswand mit einhergehender verbesserter Wärmeabfuhr sicherstellt. Die Laufbuchse wird bei Raumtemperatur über den Bund axial in der Zylinderbohrung fixiert.

Beispiel

[0042] Mittels Lichtbogendrahtspritzen wurde eine 0.8 mm dicke erste Lage aus einem Stahldraht (99%Fe, 0.8% C, Rest Verunreinigungen wie Mn, Cr, Ni) auf einen metallischen zylinderförmigen Formkörper (Durchmesser 80 mm, Länge 1000 mm) gespritzt. Die 3.2 mm dicken Massivdrähte wurden mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 1 m/min bei einer Spannung von 36V und Stromstärke von 800A im Beschichtungsaggregat aufgeschmolzen und auf den mit 150 U/min rotierenden Formkörper aufgespritzt. Der Beschichtungsabstand betrug 150 mm, die Schichtdicke von 0.8mm wurde in 6 Beschichtungsbahnen aufgetragen.

[0043] Die erste Lage wurde vom Formkörper getrennt, zwischen 2 konischen Aufnahmen eingespannt und in eine zweite Beschichtungsanlage ebenfalls mittels Lichtbogendrahtspritzen mit einer 1.0 mm dicken AlSi12 Schicht versehen. Die 3.2 mm Massivdrähte wurden mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 1.2m/min in das Beschichtungsaggregat geführt und bei 30V bzw. 650A aufgeschmolzen. Die 1.0 mm dicke schicht wird in 4 Beschichtungsbahnen bei einer Rotationsgeschwindigkeit von 150 U/min. aufgetragen.

[0044] Mittels metallografischer Untersuchungen wurde das Schichtgefüge von beiden Schichten analysiert, die Härte der St0.8 Schicht lag bei 400 HV1, die AlSi12 Schicht bei 100HV1. Die Porosität betrug in beiden Schichten <3% die maximale Porengröße betrug 10µm.

[0045] Das komplett gespritzte, zylindrische Bauteil mit einem Innendurchmesser von 80mm, einer Gesamtlänge von 180 mm und einer Wanddicke von 1.8 mm wurde aus der Beschichtungsanlage entnommen, in eine Drehmaschine eingespannt und am Aussenmantel zylindrisch überdreht. Die Oberflächenrauheit betrug Ra < 6µm, die Buchse wurde auf einen Aussendurchmesser von 83.6 mm gedreht. Zuletzt wurde die Zylinderlaufbuchse an beiden Enden mittels Drehbearbeitung auf 142 mm abgelängt bzw. aussen und innen mit einer 30° Fase angefast.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Zylinderlaufbuchse, umfassend:

- thermisches Spritzen eines ersten Werkstoffes auf einen Formkörper zur Bildung einer verschleiß- und korrosionsbeständigen ersten Schicht, wobei der erste gespritzte Werkstoff besteht aus:

mindestens 67% Eisen, Fe;
maximal 3% Kohlenstoff, C;
zwischen 0 und maximal 20% Chrom, Cr;
zwischen 0 und maximal 10% Nickel, Ni;
Rest Fe bis zu einem Eisengehalt des ers-

ten Werkstoffes von maximal 99%, und unvermeidliche Verunreinigungen;		- Honen der Innenseite der gebildeten Zylinderlaufbuchse.
- thermisches Spritzen eines zweiten Werkstoffes zur Bildung einer zweiten äußeren Schicht auf der ersten, inneren Schicht, wobei der zweite gespritzte Werkstoff umfasst:	5	Claims
Aluminium, eine Aluminiumlegierung oder ein Mehrelementmaterial aus einer Aluminiumlegierung und Eisen; und	10	1. A method for producing a cylinder liner, comprising:
- Entfernen des Formkörpers zur Freilegung der gebildeten Zylinderlaufbuchse, wobei der Schritt des Entferns vor oder nach dem Schritt des thermischen Spritzens des zweiten Werkstoffes erfolgt.	15	- thermal spraying of a first material onto a mould body to form a wear- and corrosion-resistant first layer, the first sprayed material consisting of:
2. Verfahren nach Anspruch 1. weiter umfassend:	20	at least 67% iron, Fe;
- Bearbeiten der äußeren Schicht durch Schleifen, Fein- oder Feinstdrehen.		no more than 3% carbon, C;
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die maximale Rauhtiefe der Außenmantelfläche 50 µm, vorzugsweise 10 µm beträgt.	25	between 0 and no more than 20% chromium, Cr;
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede Schicht eine Schichtdicke von 0,05 bis 2,0 mm aufweist.	30	between 0 and no more than 10% nickel, Ni;
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die gebildete Zylinderlaufbuchse eine maximale Gesamtwandstärke von 4,0 mm, bevorzugt von 0,7 bis 2,0 mm aufweist.	35	remainder Fe up to an iron content of the first material of no more than 99%, and unavoidable impurities;
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend:		- thermal spraying of a second material to form a second outer layer on the first, inner layer, the second sprayed material comprising:
- Versehen der gebildeten Zylinderlaufbuchse mit einer Fase am Außendurchmesser.	40	aluminium, an aluminium alloy or a multi-element material consisting of an aluminium alloy and iron; and
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend:		- removal of the mould body to expose the cylinder liner formed, wherein the step of removal takes place before or after the step of thermal spraying of the second material.
- Versehen der gebildeten Zylinderlaufbuchse mit einer Fase am Innendurchmesser.	45	2. The method according to Claim 1, further comprising:
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend:	50	- machining of the outer layer by grinding or fine or ultra-fine turning.
- Erzeugen von Aussparungen an der Buchsenunterseite und/oder Überströmkanälen durch Fräsen oder thermisches Laserschneiden.	55	3. The method according to Claim 1 or 2, wherein the maximum roughness depth of the outer lateral surface is 50 µm, preferably 10 µm.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend:		4. The method according to any one of the preceding claims, wherein each layer has a layer thickness of 0.05 to 2.0 mm.
		5. The method according to any one of the preceding claims, wherein the cylinder liner formed has a maximum total wall thickness of 4.0 mm, preferably of 0.7 to 2.0 mm.
		6. The method according to any one of the preceding claims, further comprising:
		- provision of the cylinder liner formed with a bevel on the outer diameter.

7. The method according to any one of the preceding claims, further comprising:

- provision of the cylinder liner formed with a bevel on the inner diameter.

5

8. The method according to any one of the preceding claims, further comprising:

- producing cut-outs on the liner underside and/or overflow channels by milling or thermal laser-cutting.

10

9. The method according to any one of the preceding claims, further comprising:

- honing of the inside of the cylinder liner formed.

15

Revendications

20

1. Procédé de fabrication d'une chemise de cylindre, comprenant:

- la projection thermique d'un premier matériau sur un corps moulé afin de former une première couche résistante à l'usure et à la corrosion, le premier matériau appliqué par projection étant constitué de :

25

au moins 67 % de fer, Fe :

au maximum 3 % de carbone, C ;
entre 0 et au maximum 20 % de chrome, Cr ;
entre 0 et au maximum 10 % de nickel, Ni ;

35

le reste étant du Fe, la teneur en fer du premier matériau ne dépassant pas 99 %, et des impuretés inévitables ;

40

- la projection thermique d'un deuxième matériau afin de former une deuxième couche extérieure sur la première couche intérieure, le deuxième matériau appliqué par projection comprenant :

45

de l'aluminium, un alliage d'aluminium ou un matériau à éléments multiples composé d'un alliage d'aluminium et de fer ; et

50

- le retrait du corps moulé pour libérer la chemise de cylindre ainsi formée, l'étape de retrait étant réalisée avant ou après l'étape de la projection thermique du deuxième matériau.

55

2. Procédé selon la revendication 1, comprenant en

outre :

- l'usinage de la couche extérieure par rectification, tournage fin ou tournage très fin.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, la surface extérieure présentant une rugosité de surface qui est inférieure ou égale à 50 μm , de préférence à 10 μm .

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, chacune desdites couches présentant une épaisseur de couche comprise entre 0,05 et 2,0 mm.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, la chemise de cylindre ainsi formée présentant une épaisseur de paroi totale inférieure ou égale à 4,0 mm, de préférence comprise entre 0,7 et 2,0 mm.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre :

- la réalisation d'un chanfrein sur le diamètre extérieur de la chemise de cylindre ainsi formée.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre :

- la réalisation d'un chanfrein sur le diamètre intérieur de la chemise de cylindre ainsi formée.

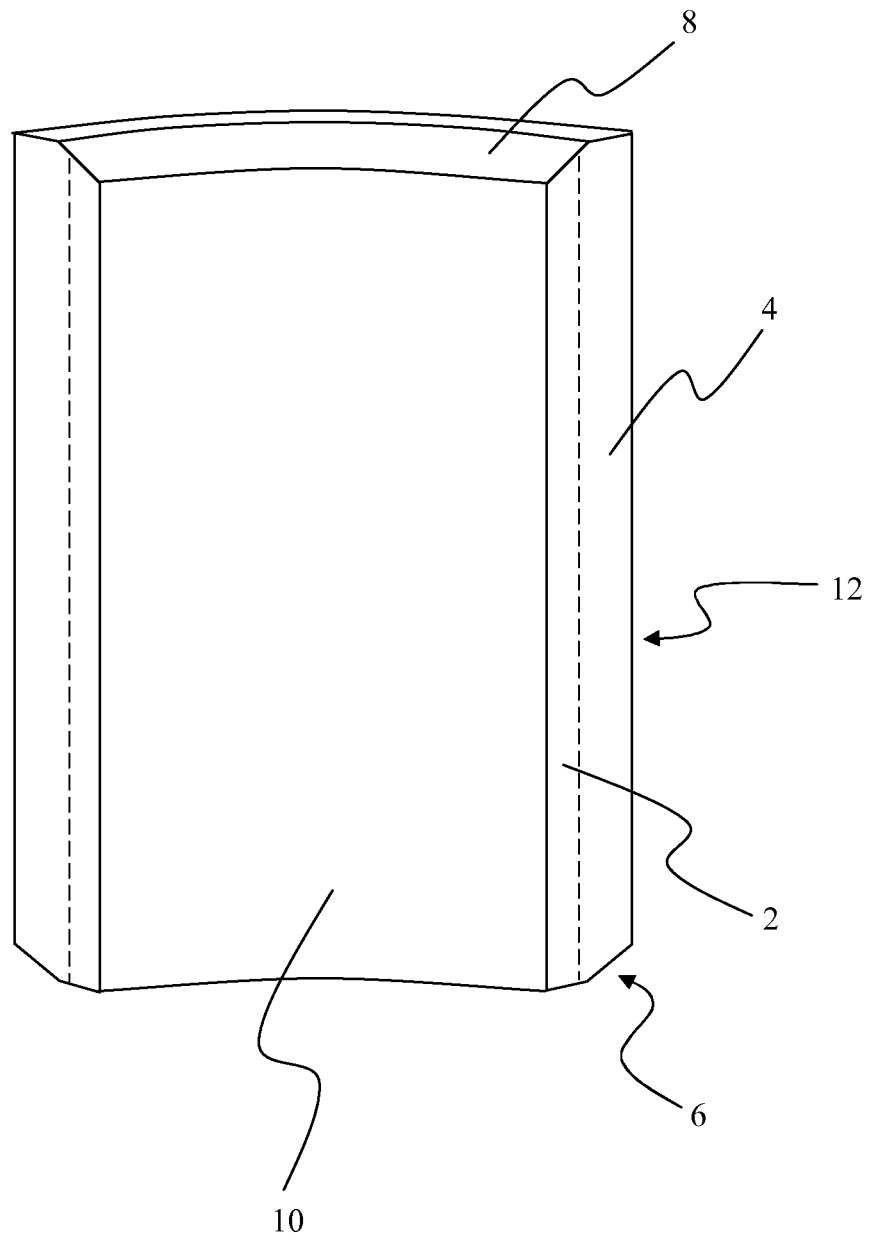
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre :

- la réalisation d'évidements sur face inférieure de ladite chemise et/ou de canaux de trop-plein par fraisage ou découpage thermique au laser.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre :

- le pierrage de la face intérieure de la chemise de cylindre ainsi formée.

Fig. 1



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

- DE 10308562 B3 [0007]
- EP 1949401 A2 [0008]
- DE 102008013813 A1 [0009]
- DE 102008053642 A1 [0010]
- DE 102010053029 A1 [0011]
- DE 19733205 A1 [0012]