

(19)



(11)

EP 2 439 307 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

(51) Int Cl.:

C23C 8/10 (2006.01)

C23C 8/14 (2006.01)

C23C 8/12 (2006.01)

F02M 61/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11180417.5**

(22) Anmeldetag: **07.09.2011**

(54) **Verfahren zum Beschichten eines in Wirkverbindung mit Kraftstoff angeordneten, als Kraftstoffeinspritzkomponente ausgebildeten Bauteils und Anordnung zweier Bauteile**

Method for coating a component in a working connection with fuel as fuel injection components and assembly of two components

Procédé de revêtement d'un composant développé en tant que composant d'injection de carburant et agencé en relation active avec du carburant, ainsi qu'agencement des deux composants

(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: **11.10.2010 DE 102010042249**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.04.2012 Patentblatt 2012/15

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:

- **Ellenschlaeger, Andreas
70176 Stuttgart (DE)**
- **Englert, Karl-Otto
74831 Gundelsheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A1- 1 310 577 WO-A1-03/002859
WO-A1-03/015944**

EP 2 439 307 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

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten eines in Wirkverbindung mit Kraftstoff angeordneten, als Kraftstoffeinspritzkomponente ausgebildeten Bauteils und eine Anordnung zweier Bauteile. Bei der Anordnung ist es dabei insbesondere vorgesehen, dass die beiden Bauteile hierbei ein mit einem Führungsspiel zueinander angeordnet sind.

[0002] Insbesondere bei zukünftigen Kraftstoffeinspritzsystemen ist ein immer größer werdender Anteil von alternativen Kraftstoffen, im Falle von Dieseleinspritzsystemen insbesondere von Biodiesel, vorgesehen. Derartige alternative Kraftstoffe neigen jedoch zur Produktion von Alterungsprodukten, die sich an den Oberflächen der Kraftstoffeinspritzkomponenten bilden bzw. ablagern. Dies hat zur Folge, dass sich das zur Bewegung eines ersten Bauteils, das in einem zweiten Bauteil geführt ist, erforderliche Führungsspiel im Laufe der Zeit durch die sich ablagernden Alterungsprodukte nach und nach verringert, was zu einer Erhöhung der Reibung zwischen den beiden Bauteilen durch Erzeugen einer Klebkraft infolge der Ablagerungen führt. Im Falle beispielsweise eines Kraftstoffinjektors, bei der ein zylindrisches Bauteil in Form insbesondere einer Ventalnadel in einer Bohrung in einem Injektorgehäuse geführt ist, kann dies zur Folge haben, dass der Antrieb zum Betätigen der Ventalnadel die erforderlichen Stellkräfte nicht mehr aufbringen kann. Dies kann zu einem verzögerten oder nicht stattfindenden Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine führen.

[0003] Es hat sich hierbei herausgestellt, dass beim Einsatz von Biodiesel sich die Ablagerungen bzw. Alterungsprodukte durch deren polaren Charakter der Fettsäuren an den metallischen Oberflächen der Bauteile absetzen bzw. haften. Da auf der anderen Seite eine Verbesserung des Wirkungsgrades der Komponenten des Einspritzsystems erwünscht ist, besteht weiterhin die Tendenz zur Verringerung des angesprochenen Führungsspiels zwischen Bauteilen, um Leckageverluste zu verringern, die in den Gesamtwirkungsgrad des Kraftstoffeinspritzsystems negativ eingehen. Da die Tendenz zur Ablagerung der Alterungsprodukte umso größer ist, je geringer ein durchströmter Führungsspalt ausgebildet ist, wird die Tendenz zu Ablagerungen durch die angesprochenen engen Führungsspiele zusätzlich verstärkt.

[0004] WO 03/002859 offenbart eine Verbrennungskraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass eine mit einem zu verbrennenden Luft-Kraftstoff-Gemisch und/oder mit Motoröl in Kontakt kommende Oberfläche mindestens eines Bauteils des Brennraums und/oder eines hieran angrenzenden Raumes zumindest bereichsweise eine katalytische Vanadiumoxidsbeschichtung zur Oxidation von Verkokungsrückständen aufweist.

[0005] EP 1 310 577 zeigt eine Kraftstoffpumpe zum

Unter-Druck-Setzen von Kraftstoff, um den Kraftstoff zu einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung zu fördern, mit einer gehärteten Schicht, die eine Rutscheinrichtung aus einem Eisengruppen-Teil mit einer Oxidschicht umfasst.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Beschichten eines in Wirkverbindung mit Kraftstoff angeordneten, als Kraftstoffeinspritzkomponente ausgebildeten Bauteils bereitzustellen, das auch bei relativ engem Führungsspiel zwischen zwei Bauteilen über die Lebens- bzw. Betriebsdauer eines Bauteils betrachtet das Anhaften bzw. die Bildung von Ablagerungen bzw. Alterungsprodukten verringert. Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren zum Beschichten eines Bauteils mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Der Erfindung liegt dabei die Idee zugrunde, eine Anti-Haft-Beschichtung an einem Bauteil auszubilden, die als Oxidschicht ausgebildet ist. Hierbei wird die katalytische Wirkung der Bauteiloberfläche zur Bildung der Ablagerungen durch die Oxidschicht unterbunden. Es hat sich darüber hinaus herausgestellt, dass Ablagerungen beim Einsatz von Biodiesel, die im Stillstand entstehen, keinen Systemausfall des Kraftstoffeinspritzsystems bewirken, da die angesprochenen Ablagerungen bei der erfindungsgemäßen Ausbildung des Bauteils beim Start des Kraftstoffeinspritzsystems ausgespült bzw. abgesichert werden.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Beschichten eines Bauteils sind in den Unteransprüchen angegeben. In den Rahmen der Erfindung fallen sämtliche Kombinationen aus zumindest zwei von in den Ansprüchen, der Beschreibung und/oder den Figuren offenbarten Merkmalen. Die Oxidschicht lässt sich an einem Bauteil durch Aussetzen des Bauteils in eine sauerstoffhaltige Atmosphäre oder in Wasserdampf ausbilden. Das Aussetzen erfolgt unter einer erhöhten Temperatur höher als 50° Celsius. Dadurch kann die Bildung der Oxidschicht gezielt und auch beschleunigt erfolgen, so dass die Herstellungszeit für das Bauteil herabgesetzt werden kann. Die Oxidschicht lässt sich darüber hinaus nochmals verstärken, wenn während oder nach der Ausbildung der Oxidschicht diese Wasserdampf ausgesetzt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich bei Bauteilen anwenden, die einen chromhaltigen Stahl aufweisen bzw. aus einem chromhaltigen Stahl bestehen. Hierbei bindet das freie Chrom mit Sauerstoff und das Eisen im Sauerstoff jeweils eine Verbindung aus. Durch die Reaktion des Eisens und des Chroms (der oxidationsfähigen Legierungselemente des Stahls) wird das Bauteil passiviert. Das bedeutet, dass die ggf. katalytische Unterstützung der chemischen Elemente an den chemischen Reaktionen der Belagsbildung an der Bauteiloberfläche behindert wird. Eine derartige Oxidschicht ist daher vergleichbar mit einer Barrierschicht.

Besonders bevorzugt ist es, wenn das Material für das Bauteil 100CR6-Stahl ist.

Bevorzugt ist es weiterhin, wenn die Oxidschicht nach einer spanenden Oberflächenbehandlung des Bauteils in Form von Schleifen ausgebildet wird. Hierbei bildet die spanende Oberflächenbehandlung eine Art Grundlage für die Oxidschicht, wobei die spanende Bearbeitung des Bauteils gleichzeitig das Bauteil mit seinen Soll-Dimensionen ausbildet.

Die Erfindung umfasst auch eine Anordnung zweier Bauteile, bei denen wenigstens ein Bauteil eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Oxidschicht aufweist. Hierbei ist es insbesondere vorgesehen, dass die beiden Bauteile der Anordnung relativ zueinander beweglich und konzentrisch angeordnet sind, und dass zwischen den beiden Bauteilen ein Führungsspalt zwischen 1,0 µm und 5,5 µm ausgebildet ist. Eine derartige Anordnung bzw. Ausbildung der Bauteile ermöglicht relativ geringe Leckageverluste und somit - insbesondere beim Einsatz in den Kraftstoffventilen - einen relativ hohen Gesamtwirkungsgrad.

[0008] Es hat sich als ausreichend bzw. vorteilhaft herausgestellt, wenn die Dicke der Oxidschicht an dem wenigstens ein Bauteil der Anordnung bis maximal 2 µm beträgt.

[0009] Die Anordnung findet bevorzugt Verwendung als Bestandteil eines Kraftstoffinjektors, es ist jedoch nicht auf Kraftstoffinjektoren beschränkt.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Beschreibungen bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung.

[0010] Diese zeigt in:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Kraftstoffinjektor im Bereich der Führung seiner Düsenadel und

Fig. 2 ein vereinfacht dargestelltes Flussablaufdiagramm zur Verdeutlichung der Herstellung eines Bauteils.

[0011] In der Fig. 1 ist eine Anordnung 10 zweier Bauteile 1, 2 dargestellt. Bei der Anordnung 10 handelt es sich im Speziellen um Bauteile 1, 2 eines Kraftstoffinjektors 100, der vorzugsweise Bestandteil eines Kraftstoffeinspritzsystems in einem sogenannten Common-Rail-System ist. Hierbei kann in dem Common-Rail-System ein Betriebsdruck von mehr als 1.500 bar, vorzugsweise mehr als 2.000 bar herrschen. Weiterhin wird das Kraftstoffeinspritzsystem bzw. der Kraftstoffinjektor 100 mit Kraftstoff betrieben, dem zumindest eine bestimmte Menge von Biodiesel, beispielsweise in einem Bereich von etwa 20%, beigemischt ist.

[0012] Bei dem Bauteil 1 handelt es sich im Ausführungsbeispiel um ein in einer Längsachse 3 in Richtung des Doppelpfeils 4 auf- und abbewegbares zylindrisches Element in Form einer Ventilschleuse. Bei dem Bauteil 2

handelt es sich um ein Injektorgehäuse des Kraftstoffinjektors 100 oder eine sonstige Komponente, in der die Ventilschleuse axialverschieblich geführt ist. Wesentlich ist lediglich, dass das Bauteil 1 in dem Bauteil 2 derart angeordnet ist, dass zwischen den beiden Bauteilen 1, 2 ein im Ausführungsbeispiel radial umlaufender Führungsspalt 5 ausgebildet ist. Hierbei beträgt die Größe des Führungsspalts 5 vorzugsweise (im Beispiel von Ventilschleuse und Führungsbohrung 12) zwischen 1,0 µm und 5,5 µm. Das Bauteil 1 weist an seinem Außenumfang eine erste Oxidschicht 11 auf, und das zweite Bauteil 2 an der Wand seiner Führungsbohrung 12 eine zweite Oxidschicht 13.

Die Bauteile 1, 2 bestehen aus einem chromhaltigen Stahl, insbesondere aus 100CR6-Stahl.

Das Verfahren zum Ausbilden der beiden Oxidschichten 11, 13 an den Bauteilen 1, 2 wird nunmehr anhand der Fig. 2 näher erläutert: In einem ersten Prozessschritt 20 wird hierbei das Bauteil 1, 2 spanend hergestellt bzw. auf Maß gebracht. Hierbei kann es sich insbesondere um einen Schleifvorgang handeln, bei dem beispielsweise der Außendurchmesser des Bauteils 1 im Bereich seiner (späteren) Oxidschicht 11 bzw. der Bohrungsdurchmesser des Bauteils 2 im Bereich der Führungsbohrung 12 auf ein bestimmtes Sollmaß gefertigt bzw. gebracht wird.

Anschließend wird das so gefertigte Bauteil 1, 2 in einem zweiten Prozessschritt 30 einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre ausgesetzt. Hierdurch wird das Bauteil 1, 2 passiviert. Das bedeutet, dass sich an den Bauteiloberflächen der beiden Bauteile 1, 2 jeweils die Oxidschicht 11, 13 ausbildet, indem der freie Chrom und das Eisen mit dem Sauerstoff der Sauerstoffatmosphäre eine Verbindung eingeht. Der zweite Prozessschritt 30 erfolgt unter einer gegenüber der Umgebung erhöhten Temperatur von mehr als 50°C Celsius, um den Oxidationsprozess bzw. die Bildung der Oxidschichten 11, 13 zu beschleunigen bzw. zu intensivieren. Weiterhin kann optional in einem Prozessschritt 40 vorgesehen sein, dass die Oxidschichten 11, 13 durch Aussetzen der Bauteile 1, 2 von Wasserdampf nochmals verstärkt wird.

Bevorzugt ist es, wenn die Oxidschicht 11, 13, eine Schichtdicke von bis zu 2 µm aufweist. Eine derartige Dicke der Oxidschicht 11, 13 bewirkt keine Veränderung bzw. Reduzierung der Materialhärte des Materials der Bauteile 1, 2 und somit keinen damit verbundenen erhöhten Verschleiß der Bauteile 1, 2.

[0013] Ergänzend wird erwähnt, dass der Einsatz der beschriebenen Oxidschichten 11, 13 nicht nur bei Kraftstoffinjektoren 100 in Kraftstoffeinspritzsystemen möglich ist, sondern vielmehr bei allen Bauteilen 1, 2, bei denen die Ablagerung bzw. das Anhaften von Alterungs- bzw. Ablagerungsprodukten von Biodiesel oder ähnlichem verhindert werden soll.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten eines in Wirkverbindung

mit Kraftstoff angeordneten, als Kraftstoffeinspritzkomponente ausgebildeten und aus einem chromhaltigen Stahl gefertigten Bauteils (1, 2), bei dem die Beschichtung nach der Fertigung des Bauteils (1, 2) an einer Oberfläche des Bauteils (1, 2) ausgebildet wird, indem das Bauteil bei einer erhöhten Temperatur größer als 50 °C einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre oder Wasserdampf ausgesetzt wird, so dass die Beschichtung als Oxidschicht (11, 13) ausgebildet ist und als Anti-Haft-Beschichtung gegen Alterungs- bzw. Ablagerungsbestandteile des Kraftstoffs wirkt und eine katalytische Wirkung der Bauteiloberfläche durch die Oxidschicht unterbunden wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Material für das Bauteil (1, 2) 100Cr6-Stahl verwendet wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oxidschicht (11, 13) nach einer spanenden Oberflächenbehandlung des Bauteils (11, 13) in Form von Schleifen ausgebildet wird.
4. Kraftstoffinjektor mit einem Bauteil (1, 2), das nach einem der Ansprüche 1 bis 3 hergestellt ist.

Claims

1. Method for coating a component (1, 2) which is arranged in an operative connection with fuel, is configured as a fuel injection component, and is manufactured from a chromium-containing steel, in which method the coating is configured on a surface of the component (1, 2) after the manufacture of the component (1, 2), by the component being subjected to an oxygen-containing atmosphere or water vapour at an elevated temperature of greater than 50°C, with the result that the coating is configured as an oxide layer (11, 13) and acts as an anti-adhesion coating against ageing or depositing constituent parts of the fuel, and a catalytic action of the component surface is suppressed by way of the oxide layer.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** 100Cr6 steel is used as material for the component (1, 2) .
3. Method according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the oxide layer (11, 13) is configured in the form of grinding after a machining surface treatment of the component (11, 13).
4. Fuel injector having a component (1, 2) which is manufactured according to one of Claims 1 to 3.

Revendications

1. Procédé de revêtement d'un composant (1, 2) disposé en liaison fonctionnelle avec du carburant, réalisé sous forme de composant d'injection de carburant et fabriqué à partir d'un acier contenant du chrome, dans lequel le revêtement est effectué après la fabrication du composant (1, 2) sur une surface du composant (1, 2), en exposant le composant, à une température élevée supérieure à 50°C à une atmosphère contenant de l'oxygène ou à de la vapeur d'eau, de telle sorte que le revêtement soit réalisé sous forme de couche d'oxyde (11, 13), et agisse en tant que revêtement anti-adhérent contre des constituants de vieillissement ou de dépôt du carburant et qu'une action catalytique de la surface du composant soit empêchée par la couche d'oxyde.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on utilise en tant que matériau pour le composant (1, 2) de l'acier 100Cr6.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la couche d'oxyde (11, 13) est réalisée sous forme de meulage après un traitement de surface par enlèvement de copeaux du composant (11, 13).
4. Injecteur de carburant comprenant un composant (1, 2) qui est fabriqué selon l'une quelconque des revendications 1 à 3.

Fig. 1

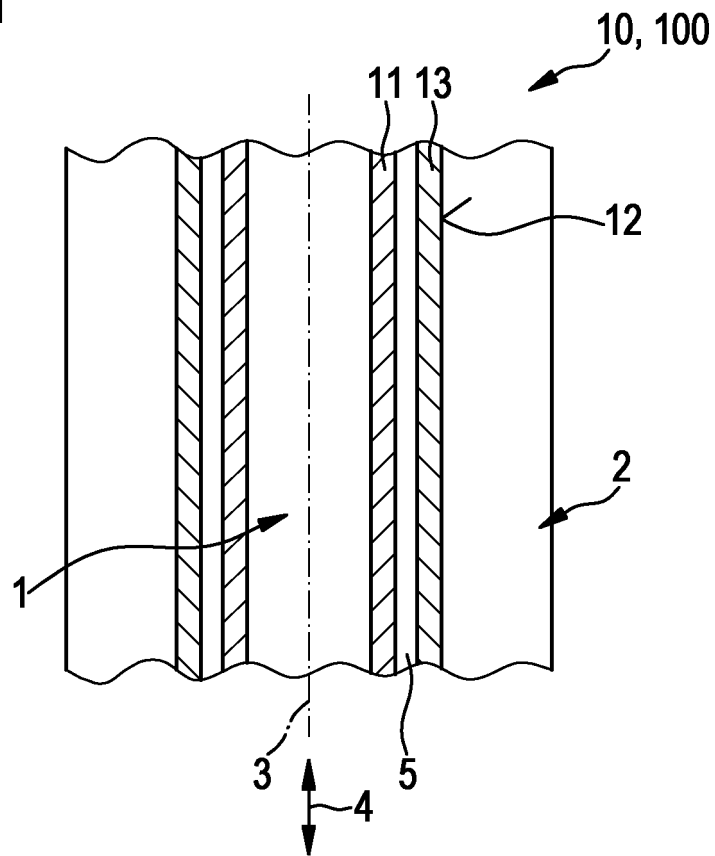
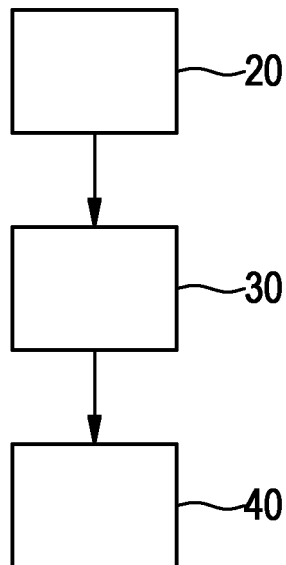


Fig. 2



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 03002859 A [0004]
- EP 1310577 A [0005]