



(12)

Geänderte Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 002 687.5**

(22) Anmelddatum: **09.03.2010**

(43) Offenlegungstag: **15.09.2011**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **16.02.2012**

(45) Veröffentlichungstag
der geänderten Patentschrift: **10.09.2015**

(51) Int Cl.:

F02F 5/00 (2006.01)

F16J 9/26 (2006.01)

C23C 28/00 (2006.01)

C23C 16/22 (2006.01)

C23C 14/06 (2006.01)

Patent nach Einspruchsverfahren beschränkt aufrechterhalten

(73) Patentinhaber:

**Federal-Mogul Burscheid GmbH, 51399
Burscheid, DE**

(74) Vertreter:

**HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 81925 München, DE**

(72) Erfinder:

**Bärenreuter, Dirk, 51519 Odenthal, DE; Kennedy,
Marcus, Dr., 40479 Düsseldorf, DE; Kellner,
Markus, 51375 Leverkusen, DE; Lammers, Ralf,
42929 Wermelskirchen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2006 046 917	B3
DE	10 2008 016 864	B3
DE	101 17 164	A1
DE	198 25 860	A1
DE	10 2005 033 769	A1
DE	10 2007 011 230	A1
DE	697 36 790	T2
DE	698 19 995	T2
DE	698 28 704	T2
US	5 718 437	A

**M.WEBER,K.BEWILOGUA,H.THOMSEN,
R.WITTORF: Hochbelastbare kohlenstoffbasierte
Mehrschichtsysteme für die Umformtechnik. In:
Vakuum in Forschung und Praxis, 18, 2006, 3, S.
17-23.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Beschichtung zumindest der Innenfläche eines Kolbenrings sowie Kolbenring**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Beschichtung zumindest der Innenfläche eines Kolbenrings zumindest bereichsweise, der bevorzugt aus Gusseisen oder Stahl ausgeführt ist, bei dem mittels zumindest eines der Verfahren PA-CVD, Glimmentladung und/oder HIPIMS eine DLC-Schicht aufgebracht wird, wobei die DLC-Schicht zumindest eine Zwischenschicht des Typs a-C:H:X mit X = Silizium, Germanium, Fluor, Bor, Sauerstoff, und/oder Stickstoff und eine metallfreie Topschicht des Typs a-C:H aufweist.

Beschreibung**Gebiet der Erfindung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beschichtung zumindest der Innenfläche eines Kolbenrings sowie einen Kolbenring.

[0002] Der erfindungsgemäß zu beschichtende Kolbenring ist typischerweise als Bestandteil eines zweiteiligen Ölabstreifings in einem Kolben eines Verbrennungsmotors vorgesehen. Hierbei wird der eigentliche Kolbenring, der in Gleitkontakt mit einem Zylinder oder einer Zylinderlaufbuchse steht, durch eine innenliegende Schraubendruckfeder gegen die Zylinderwand gedrückt. An der Innenfläche des Kolbenrings kommt es somit durch die dynamische Beanspruchung während des Betriebs des Motors zu Relativbewegungen zwischen dem Kolbenring und der Schraubendruckfeder. Diese Bewegung kann zu sogenanntem Sekundärverschleiß führen, der sich an dem Kolbenring in Form von Nuteingravuren und an der Feder in Form von Materialabtrag zeigen kann. In den Nuteingravuren kann sich die Feder verhaken, was die Abstreifwirkung des Kolbenrings beeinträchtigt. Ferner kann es zu einem Nachlassen der zur Erfüllung der Funktion erforderlichen Tangentialkraft kommen.

Stand der Technik

[0003] Die DE 196 51 112 A1 betrifft einen vollständig mit einer Beschichtung versehenen Ölabstreifring an einer Motorkolbenstange.

[0004] Aus der JP2006349019 (A) geht ein Kolbenring mit einer amorphen Hartkohlenstoffbeschichtung hervor.

[0005] Die DE 10 2006 046 917 B3 betrifft einen Kolbenring mit einem periodisch aufgebauten Viel-lagenschichtsystem, das mittels eines PVD-, eines CVD- oder Lichtbogenverfahrens aufgebracht werden kann.

[0006] Aus „Hochbelastbare kohlenstoffbasierte Mehrschichtsysteme für die Umformtechnik“ von M. Weber et al., veröffentlicht in Vakuum in Forschung und Praxis 18 (2006) Nr. 3, Seite 17 bis 23 geht hervor, dass DLC-Schichten durch PVD- und CVD-Verfahren aufgebracht werden können.

[0007] Die DE 10 2005 033 769 A1 betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Mehrkatoden-PVD-Beschichtung.

[0008] Die DE 698 28 704 T2 offenbart Kohlenstoffbeschichtungen, beispielsweise von Kolbenringen.

[0009] Schließlich betrifft die US 5718437 A einen beschichteten Kolbenring.

Darstellung der Erfindung

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Beschichtung eines Kolbenrings und einen beschichteten Kolbenring zu schaffen, mit denen das Reib- und/oder Verschleißverhalten zumindest einer Komponente eines zweiteiligen Ölabstreifings verbessert wird.

[0011] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt zum einen durch das im Anspruch 1 beschriebene Verfahren.

[0012] Demzufolge wird auf einen bevorzugt aus Gusseisen oder Stahl ausgeführten Kolbenring mittels zumindest eines der Verfahren PA-CVD (plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung), Glimmentladung oder Hochionisations-Verfahren, wie z. B. HIPIMS, eine PVD- und/oder DLC-Schicht aufgebracht. Für die beschriebenen Verfahren wurde festgestellt, dass damit in überraschender und neuartiger Weise die Beschichtung der Innenfläche eines Kolbenrings in guter Qualität und prozesstechnisch machbar ausgebildet werden kann. Somit kann erstmalig an der Innenfläche eines Kolbenrings ein wirksamer Verschleißschutz zu der Schraubendruck- oder Schlauchfeder ausgebildet werden. Es sei erwähnt, dass der Kolbenring an seiner Innenseite eine Nut zur Aufnahme der Schlauchfeder aufweisen kann. Unter „Beschichtung zumindest an der Innenseite“ wird in diesem Zusammenhang verstanden, dass der Kolbenring an seiner zylinderförmigen Innenfläche und bevorzugt zumindest in denjenigen Bereichen, beispielsweise im Bereich einer Schlauchfeder, beschichtet ist, die sich in Berührung mit der Schlauchfeder befinden. Es können jedoch weitere Flächen, wie die Flanken und/oder die Lauffläche, mit der hierin beschriebenen Beschichtung versehen sein.

[0013] Für die beschriebenen Schichten wurde festgestellt, dass sie sehr geringe Reibkoeffizienten aufweisen. Folglich ist in vorteilhafter Weise zusätzlich ein geringer Verschleiß an der Schlauchfeder zu erwarten. Schließlich sind die beschriebenen Schichten chemisch vergleichsweise äußerst resistent, so dass Ablagerungen verhindert werden, und in vorteilhafter Weise eine weitere Verbesserung der Beweglichkeit des gesamten Ölringsystems erreicht wird. Die DLC-Schicht kann als wasserstofffreie Schicht, insbesondere in der Form a-C oder ta-C vorliegen. Ferner ist eine wasserstoffhaltige, jedoch metallfreie Schicht, beispielsweise in der Form a-C:H oder ta-C:H denkbar. Schließlich ist zumindest eine Zwischenschicht des Typs a-C:H:X mit X = Silizium, Germanium, Fluor, Bor, Sauerstoff, und/oder Stickstoff vorgesehen.

[0014] Bevorzugte Weiterbildungen sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

[0015] Für die Schichtdicke, die die gestellten Anforderungen vorteilhaft erfüllt, wurde ein Bereich von 0,5 µm bis 10 µm festgestellt.

[0016] Für die PVD-Schicht wurden bei ersten Versuchen besonders gute Ergebnisse für eine Ausbildung dieser Schicht aus Nitriden und/oder Karbiden, zumindest eines der Metalle Chrom, Titan, Aluminium und Wolfram festgestellt. Die Abscheidung der Nitride und Karbide kann dabei abwechselnd oder gleichzeitig erfolgen.

[0017] Besonders gute Ergebnisse wurden für PVD-Schichten mit einer Härte von 800 bis 4000 HV0.1 erreicht.

[0018] Für die amorphe Kohlenstoff- oder DLC-Schicht wird ein Aufbau bevorzugt, der zumindest eine der folgenden Schichten und zu dem Grundmaterial des Kolbenrings zunächst eine Haftschiicht aus Chrom und/oder Titan mit einer Schichtdicke von 1,0 µm oder kleiner aufweist. Hieran schließt sich eine metall- oder halbleiterhaltige Zwischenschicht, d. h. eine a-C:H:Me mit Wolfram, Titan oder Chrom als Metall bzw. a-C:H:X mit X = Silizium und/oder Germanium als Halbleiter und/oder einem oder mehreren der Bestandteile Fluor, Bor, Sauerstoff und Stickstoff an. Die Dicke dieser Zwischenschicht beträgt bevorzugt 0,1 µm bis 5 µm. Der beschriebene Aufbau wird durch eine metallfreie Topschicht des Typs a-C:H mit einer Dicke von bevorzugt 0,1 µm bis 5 µm abgeschlossen.

[0019] Besonders gute Eigenschaften wurden für eine metallhaltige DLC-Zwischenschicht festgestellt, die nanokristalline Metall- oder Metallkarbidausscheidungen, wie z. B. WC, CrC, SiC, GeC oder TiC enthält.

[0020] Für die DLC-Schicht wurden vorteilhafte Eigenschaften bei einer Härte von 2000 bis 5000 HV0.002 festgestellt.

[0021] Ergänzend zu den eingangs beschriebenen Verfahren können für die DLC-Schicht auch Sputtern und insbesondere Hohlkathoden-Glimmentladungsverfahren angewendet werden.

[0022] Die Lösung der oben genannten Aufgabe erfolgt ferner durch den im Anspruch 8 beschriebenen Kolbenring. Bevorzugte Ausführungsformen desselben ergeben sich durch die Anwendung der vorangehend beschriebenen bevorzugten Verfahrensmerkmale.

[0023] Es sei ferner erwähnt, dass auf den hierin beschriebenen, zumindest an seiner Innenfläche be-

schichteten Kolbenring auch eine Ausführungsform derjenigen Beschichtung aufbringbar ist, die durch die Anmelderin in der am gleichen Tag eingereichten Anmeldung mit dem Titel "Gleitelement, insbesondere Kolbenring, und Verfahren zur Beschichtung eines Gleitelements" beschrieben ist. Ferner kann der hierin beschriebene, insbesondere an der Innenfläche beschichtete Kolbenring in vorteilhafter Weise mit der in der am gleichen Tag eingereichten Anmeldung mit dem Titel "Schraubendruckfeder für einen Ölabbreifring eines Kolbens in einem Verbrennungsmotor und Verfahren zur Beschichtung einer Schraubendruckfeder" beschriebenen Schraubendruckfeder in einer der dort angegebenen Ausführungsformen kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Beschichtung zumindest der Innenfläche eines Kolbenrings zumindest bereichsweise, der bevorzugt aus Gusseisen oder Stahl ausgeführt ist, bei dem mittels zumindest eines der Verfahren PA-CVD, Glimmentladung und/oder HIPIMS eine DLC-Schicht aufgebracht wird, wobei die DLC-Schicht zumindest eine Zwischenschicht des Typs a-C:H:X mit X = Silizium, Germanium, Fluor, Bor, Sauerstoff, und/oder Stickstoff und eine metallfreie Topschicht des Typs a-C:H aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung mit einer Gesamtdicke von 0,1 µm bis 10 µm aufgebracht wird.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die DLC-Schicht eine Haftschiicht aus Chrom und/oder Titan mit einer Schichtdicke von 1,0 µm oder weniger aufweist.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zwischenschicht eine Schichtdicke von 0,1 µm bis 5 µm aufweist.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Topschicht eine Schichtdicke von 0,1 µm und 5 µm aufweist.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Härte der DLC-Schicht 2000 bis 5000 HV0.002 beträgt.

7. Kolbenring mit einer Beschichtung, die zumindest bereichsweise an der Innenfläche ausgebildet ist und zumindest eine DLC-Schicht aufweist, die bevorzugt mittels PA-CVD, Glimmentladung und/oder HIPIMS aufgebracht wurde, wobei die DLC-Schicht zumindest eine Zwischenschicht des Typs a-C:H:X mit X = Silizium, Germanium, Fluor, Bor, Sauerstoff,

und/oder Stickstoff und eine metallfreie Topschicht
des Typs a-C:H aufweist.

Es folgen keine Zeichnungen