



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 528 127 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.05.2005 Patentblatt 2005/18

(51) Int Cl.7: **C25D 11/04, C23C 28/00**

(21) Anmeldenummer: **04025342.9**

(22) Anmeldetag: **25.10.2004**

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

(72) Erfinder:
• **Reichstein, Simon, Dr.**
90411 Nürnberg (DE)
• **Hofmann, Lothar**
92318 Neumarkt (DE)

(30) Priorität: **28.10.2003 DE 10350190**

(74) Vertreter: **HOFFMANN - EITLÉ**
Patent- und Rechtsanwälte
Arabellastrasse 4
81925 München (DE)

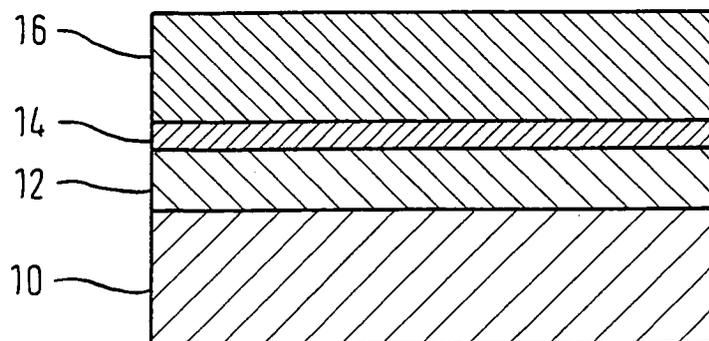
(71) Anmelder: **Federal-Mogul Nürnberg GmbH**
90441 Nürnberg (DE)

(54) **Bauteil, insbesondere Kolben sowie Verfahren zur Herstellung einer hochbelastbaren Oberfläche auf einem Bauteil, insbesondere auf einem Kolben**

(57) Ein Bauteil, insbesondere ein Kolben für einen Verbrennungsmotor weist einen Grundwerkstoff (10) und eine darauf zumindest teilweise aufgebrachte Rissstoppschicht (12) mit einer Dicke von mindestens 3 µm sowie eine darauf aufgebrachte, zumindest teilweise anodisierte Aluminiumschicht (14,16) auf.

Bei einem Verfahren zur Herstellung einer hochbelastbaren Oberfläche auf einem Bauteil, insbesondere auf einem Kolben für einen Verbrennungsmotor wird vor dem Aufbringen und zumindest teilweise Anodisieren einer Aluminiumschicht eine Rissstoppschicht mit einer Dicke von mindestens 3 µm aufgebracht.

Fig. 2



EP 1 528 127 A2

BeschreibungTechnisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein ein Bauteil, insbesondere einen Kolben für einen Verbrennungsmotor, sowie allgemein ein Verfahren zur Herstellung einer hochbelastbaren Oberfläche auf einem Bauteil, insbesondere auf einem Kolben für einen Verbrennungsmotor.

[0002] Insbesondere auf dem Gebiet der Kolben für Verbrennungsmotoren treten hohe Temperaturen auf, die ausreichen können, um den Grundwerkstoff eines beispielsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ausgeführten Kolbens zum Schmelzen zu bringen.

Stand der Technik

[0003] Es wurden deshalb in der Vergangenheit bereits verschiedene Ansätze gewählt, um den Übergang der Wärme aus den Verbrennungsgasen in den Kolben zu verschlechtern, und somit die Temperatur des Kolben-Grundwerkstoffs abzusenken, so dass die Temperaturen in einem sicheren Bereich bleiben. In der DE 197 51 256 A1 wird für ein Werkstück aus Aluminiumdruckguss vorgeschlagen, dieses mit einer reinen Aluminiumschicht zu überziehen und anschließend so zu anodisieren, dass die Aluminiumschicht vollständig und der darunterliegende Druckguss zumindest teilweise in eine Aluminiumoxid-Konversionsschicht umgewandelt werden. Zum einen sind diese Maßnahmen lediglich für die genannten Werkstücke aus Aluminiumdruckguss beschrieben. Zum anderen haben Versuche ergeben, dass sich hierdurch keine insgesamt zufriedenstellenden Eigenschaften für stark wärmebelastete Bauteile, wie z.B. Kolben eines Verbrennungsmotors, erreichen lassen.

[0004] Gemäß der DE 199 60 646 A1 wird die auf eine Oberfläche aufgebrachte Schicht aus Aluminium zumindest teilweise anodisiert, so dass zwischen der äußeren, im anodisierten Zustand keramischen Schicht und dem Grundwerkstoff eine Schicht in dem metallischen Zustand verbleibt. Auch eine in dieser Weise erzeugte Schicht ist jedoch verbesserungswürdig.

[0005] Die nicht vorveröffentlichte DE 102 42 261 A1 beschreibt eine Kolbenmuldenrandverstärkung, bei welcher der Rand der Kolbenmulde durch kinetisches Kaltgas und Kompaktieren beschichtet oder ein Teil des Kolbens durch die Beschichtung gebildet wird.

[0006] Die US 4,699,695 betrifft ein Nickelbad, mit dem Aluminium und/oder Aluminiumlegierungen elektroplattiert werden können.

[0007] Schließlich beschreibt die WO 00/66918 einen Kolbenmotor mit einem Leichtmetallzylinder, dessen Lauffläche verchromt ist. Die Lauffläche erhält ferner eine Beschichtung auf Kunstharzbasis mit eingelagerten Hartpartikeln.

Darstellung der Erfindung

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bauteil, insbesondere einen Kolben sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung zu schaffen, bei dem die Hitzebeständigkeit verbessert werden kann.

[0009] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt zum einen durch das im Anspruch 1 beschriebene Bauteil.

[0010] Demzufolge weist ein Bauteil, insbesondere ein Kolben für einen Verbrennungsmotor, das/der aus einem Grundwerkstoff besteht, eine darauf zumindest bereichsweise aufgebrachte Rissstoppschicht mit einer Dicke von mindestens 3 µm auf. Für eine Rissstoppschicht mit einer derartigen Dicke hat sich bei Versuchen ergeben, dass die Wirkung der nachfolgend genauer erläuterten Aluminiumschicht dahingehend verbessert wird, dass Risse, die im Bereich der Aluminiumschicht entstehen können, daran gehindert werden, sich in das Innere des Kolbens fortzusetzen. Folglich wirkt die erfindungsgemäße Rissstoppschicht in vorteilhafter Weise mit der aufgebrachten Aluminiumschicht zusammen und garantiert oder verbessert deren Funktion. Wie erwähnt, kann der unerwünschte Wärmeübergang zu dem Kolbengrundwerkstoff weiter herabgesetzt werden, und die Ausbreitung von Rissen zu dem Kolbengrundwerkstoff kann noch besser verhindert werden. Im Wesentlichen wirkt die nachfolgend beschriebene, zumindest teilweise anodisierte Aluminiumschicht, als Wärmedämmschicht. Die Rissstoppschicht verhindert die Ausbreitung von Rissen, die in dieser außenliegenden Wärmedämmschicht stets vorhanden sind, in den Kolbenwerkstoff. Die Rissstoppschicht nimmt hierzu die lokalen Spannungen an einer Riss Spitze auf und verhindert, dass der Riss wächst. In vorteilhafter Weise ist die Rissstoppschicht duktil, zäh und kann dennoch hohe Spannungen aufnehmen. Sie weist zu diesem Zweck eine hohe Zugfestigkeit auf und ist zum einen mit dem Grundwerkstoff des Kolbens und zum anderen mit der nachfolgend beschriebenen Aluminiumschicht gut mechanisch verbunden.

[0011] Über der Rissstoppschicht weist das erfindungsgemäße Bauteil eine zumindest teilweise anodisierte Aluminiumschicht auf, die auch als Aluminiumoxidkonversionsschicht bezeichnet werden kann. Durch diese Schicht kann zum einen der Wärmedurchgang von den Verbrennungsgasen, die einen Kolben umgeben, in das Innere des Kolbens soweit verschlechtert werden, dass die Temperatur des Kolbengrundwerkstoffs ausreichend niedrig bleibt. Der Kolbengrundwerkstoff wird im Übrigen nicht anodisiert und bleibt unverseht metallisch. Darüber hinaus kann durch die anodisierte Schicht, die in einer Schicht aus reinem Aluminium, beispielsweise galvanisch abgeschiedenem, ausgebildet wird, eine äußerst glatte und homogene, äußere keramische Schicht erzeugt werden. Dies verhindert zum einen wirksam die Einleitung von Rissen, was die Ermüdungsbeständigkeit eines Kolbens verringern würde. Zum anderen kann die äußerst geringe

Rauigkeit der aufgetragenen Schicht eine gute isolierende Wirkung der Schicht gewährleisten, so dass die Übertragung von Wärme zu dem Kolbengrundwerkstoff behindert wird, und sichergestellt ist, dass der Kolbengrundwerkstoff in Temperaturbereichen verbleibt, in denen nicht die Gefahr eines Schmelzens besteht.

[0012] Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Bauteils sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

[0013] Bei Versuchen haben sich für die Rissstoppschicht besonders gute Eigenschaften im Hinblick auf die Verhinderung der Ausbreitung von Rissen und im Hinblick auf die Verminderung der Wärmedurchgangs ergeben, wenn die Rissstoppschicht eine Dicke von mindestens 5 µm aufweist. Besonders günstig hat sich der Bereich zwischen 10 und 40 µm erwiesen.

[0014] Besonders gute Eigenschaften im Hinblick auf die Verhinderung der Ausbreitung von Rissen haben sich bei Versuchen für eine vergleichsweise weiche, duktile Rissstoppschicht ergeben.

[0015] Als Materialien der Rissstoppschicht kommen Nickel, Silber, Chrom, Eisen oder eine Legierung mit zumindest einem dieser Metalle in Betracht.

[0016] Die Eigenschaften des erfindungsgemäßen Bauteils insgesamt können weiter verbessert werden, indem die Aluminiumschicht im Rahmen der Anodisierung teilweise im metallischen Zustand belassen wird. Der Bereich der Aluminiumschicht, der sich im metallischen Zustand befindet, ist äußerst weich und duktil und ist somit ebenfalls in der Lage, Risse an der Ausbreitung zu hindern, die sich ansonsten aus der äußeren Hartanodisierschicht in den Kolbengrundwerkstoff fortsetzen würden. Insgesamt gelingt es folglich durch die Kombination einer in dieser Weise nur teilweise anodisierten Aluminiumschicht und der darunter aufgetragenen Rissstoppschicht, ein Bauteil, insbesondere einen Kolben zu schaffen, der erheblich verbesserte Wärmedämmeigenschaften aufweist, die ein Schmelzen des Kolbengrundwerkstoffs verhindern. Gleichzeitig wird die Ermüdungsbeständigkeit des Bauteils, insbesondere eines Kolbens nicht oder nicht nennenswert verringert.

[0017] Grundsätzlich kommt als Kolbengrundwerkstoff ein jeglicher, hierfür geeigneter Werkstoff in Betracht. Im Rahmen der Erfindung wird jedoch Aluminium oder eine Aluminiumlegierung als Kolbengrundwerkstoff bevorzugt, um die Vorteile dieser Leichtmetalle für die Herstellung eines Kolbens zu nutzen.

[0018] Schließlich kann die erfindungsgemäße, aus einer Rissstoppschicht und einer zumindest teilweise anodisierten Aluminiumschicht bestehende Beschichtung an sämtlichen Stellen eines Bauteils, insbesondere eines Kolbens eingesetzt werden, an denen vergleichsweise hohe Temperaturen auftreten. Bevorzugt wird deshalb im Rahmen der Erfindung, soweit sie auf einen Kolben angewendet wird, dass die beschriebene Beschichtung an dem Kolbenboden vorgesehen ist.

[0019] Die Lösung der obengenannten Aufgabe er-

folgt ferner durch ein Verfahren nach dem Anspruch 8.

[0020] Demzufolge wird eine hochbelastbare Oberfläche auf einem Bauteil, insbesondere einem Kolben für einen Verbrennungsmotor, dadurch hergestellt, dass eine Aluminiumschicht aufgebracht und zumindest teilweise anodisiert wird, wobei vor dem Aufbringen der Aluminiumschicht auf den Grundwerkstoff eine Rissstoppschicht aufgebracht wird. Hierfür kommen jegliche geeignete Verfahren in Betracht. Dadurch kann eine sowohl hinsichtlich der Temperaturbeständigkeit als auch der Ermüdungsbeständigkeit verbesserte Oberfläche geschaffen werden, welche die vorangehend im Zusammenhang mit dem dadurch erzeugten Bauteil beschriebenen Vorteile aufweist. Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens entsprechen den bevorzugten Ausführungsformen des dadurch erzeugten Bauteils.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0021] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer beispielhaft in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsform näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch den Oberflächenbereich eines erfindungsgemäßen Kolbens in einem Bearbeitungsstadium; und

Fig. 2 den in Fig. 1 gezeigten Oberflächenbereich im endgültigen Zustand.

Ausführliche Beschreibung einer Ausführungsform der Erfindung

[0022] In Fig. 1 ist in einer Schnittansicht schematisch der Aufbau des Oberflächenbereichs eines erfindungsgemäßen Bauteils, insbesondere eines Kolbens dargestellt. Hierbei ist zunächst auf dem Grundwerkstoff 10 eine Rissstoppschicht 12 und nachfolgend eine Schicht 14 aus reinem Aluminium aufgebracht worden.

[0023] Wie in Fig. 2 dargestellt ist, wurde die Aluminiumschicht nachfolgend teilweise anodisiert, so dass die Oberfläche durch eine äußerst glatte und homogene Hartanodisierschicht 16 gebildet wird, unterhalb der sich eine Rest-Schicht 14 aus reinem Aluminium befindet. Diese verschlechtert zusammen mit der Rissstoppschicht 12 den Wärmedurchgang zu dem Grundwerkstoff 10 und verhindert darüber hinaus, dass sich Risse, die sich an der Oberfläche bilden können, zu dem Grundwerkstoff 10 ausbreiten können.

Patentansprüche

1. Bauteil, insbesondere Kolben für einen Verbrennungsmotor, mit einem Grundwerkstoff (10), einer darauf zumindest bereichsweise aufgetragenen Rissstoppschicht (12) mit einer Dicke von zumindest

- 3 µm und einer auf der Rissstopschicht (12) aufgebracht, zumindest teilweise anodisierten Aluminiumschicht (14).
2. Bauteil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rissstopschicht (12) eine Dicke von zumindest 5 µm, vorzugsweise von 10 bis 140 µm aufweist. 5
3. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rissstopschicht (12) duktil ist. 10
4. Bauteil nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rissstopschicht (12) aus Nickel, Silber, Chrom, Eisen oder einer Legierung mit zumindest einem dieser Metalle besteht. 15
20
5. Bauteil nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aluminiumschicht (14) zumindest teilweise im metallischen Zustand belassen ist. 25
6. Bauteil nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Grundwerkstoff (10) Aluminium oder eine Aluminiumlegierung ist. 30
7. Bauteil nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
dieses ein Kolben, und die Beschichtung am Kolbenboden vorgesehen ist. 35
8. Verfahren zur Herstellung einer hochbelastbaren Oberfläche auf einem Bauteil, insbesondere auf einem Kolben für einen Verbrennungsmotor, mit dem Aufbringen einer Rissstopschicht mit einer Dicke von mindestens 3 µm und dem Aufbringen und zumindest teilweise Anodisieren einer Aluminiumschicht auf die Rissstopschicht. 40
45
9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rissstopschicht mit einer Dicke von mindestens 5 µm, bevorzugt 10 bis 40 µm aufgebracht wird. 50
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine duktile Rissstopschicht aufgebracht wird. 55
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rissstopschicht aus Nickel, Silber, Chrom, Eisen oder einer Legierung mit zumindest einem dieser Metalle besteht.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aluminiumschicht teilweise im metallischen Zustand belassen wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**
der Grundwerkstoff des Bauteils Aluminium oder eine Aluminiumlegierung ist.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Beschichtung am Kolbenboden eines Kolbens ausgebildet wird.

Fig. 1

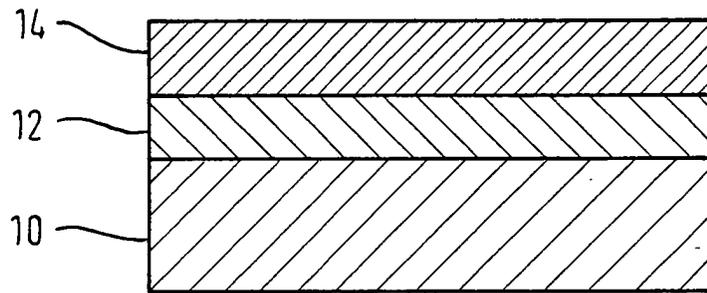


Fig. 2

