

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 048 825 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.12.2004 Patentblatt 2004/50

(51) Int Cl.7: **F01L 3/04**, C23C 26/02

(21) Anmeldenummer: **00108215.5**

(22) Anmeldetag: **14.04.2000**

(54) **Verfahren zur Ausbildung einer verschleissfesten Beschichtung in/an Bauteilen einer Brennkraftmaschine, insbesondere Ventilsitz**

Method for applying a wear resistant coating in/on parts of a combustion engine, especially a valve seat

Méthode pour recouvrir d'une couche résistant à l'usure sur/dans les parts de moteurs à combustion, spécialement les sièges des soupapes

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(30) Priorität: **26.04.1999 DE 19918813**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.2000 Patentblatt 2000/44

(73) Patentinhaber: **Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**
80809 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Wallmann, Clemens**
91052 Erlangen (DE)
• **Waldmann, Hans**
91052 Erlangen (DE)

- **Bergmann, Hans Wilhelm, Dr.**
95494 Gesees (DE)
- **Dettling, Horst**
82178 Puchheim (DE)
- **Mittrach, Jürgen**
85622 Feldkirchen (DE)
- **Wunder, Jörg, Dr.**
85445 Oberding (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A-98/15672	GB-A- 2 201 425
US-A- 3 879 175	US-A- 4 749 594
US-A- 5 040 501	US-A- 5 368 890
US-A- 5 441 024	US-A- 5 492 769
US-A- 5 848 348	

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 048 825 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruches auf ein Verfahren zur Ausbildung einer verschleißfesten Beschichtung an vorgeformten Oberflächen von Ventiltriebteilen einer Brennkraftmaschine, wobei ein Diamant - Metall - Verbundwerkstoff thermisch angeordnet wird.

[0002] Eine derartige Beschichtung mit einem Diamant - Nickel - Verbundwerkstoff ist in der gattungsbildenden US 5, 441, 024 beschrieben, die zur Steigerung der Verschleißfestigkeit bei dauerhaft kleinem Laufspiel an einem Ventilschaft eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine vorgesehen ist. Die Beschichtung erfolgt auf einer katalytisch wirksamen Oberfläche des Gaswechselventils stromlos unter Wärmezufuhr bei Temperaturen bis ca. 95°C.

[0003] Eine pulverisierte Bronze mit Diamantpartikel wird in einem aus der US 3,879,175 bekannten Beschichtungsverfahren zur Erzeugung harter, tragender Laufflächen auf das Werkstück aufgebracht und bei leichtem Druck die Bronze bei ca. 750° C aufgeschmolzen

[0004] Aus der US 5, 040, 501 ist weiter ein Verfahren zur Ausbildung einer verschleißfesten Beschichtung sowohl auf einem gesondert eingesetzten Ventilsitz als auch auf einem zugehörigen Tellerventil einer Brennkraftmaschine bekannt, wobei bei jedem der genannten Bauteile zunächst in einer kohlenstoffhaltigen Atmosphäre mittels Energiezufuhr auf der jeweiligen Bauteil - Oberfläche eine Schicht künstlicher Diamanten erzeugt wird. In einem anschließenden Verfahrensschritt wird diese Schicht aus künstlichen Diamanten mit einem Metall beschichtet zur Erzielung der erforderlichen tribologischen Eigenschaften. Dieses Verfahren ist in nachteiliger Weise aufwändig, wobei als weiterer Nachteil die relativ dünnen, nur einige Atomlagen dicken Schichten zu nennen sind, die bei einer starken elastischen oder plastischen Verformung des Bauteiluntergrundes geschädigt werden.

[0005] Einer Metallmatrix Diamantpartikel in einer Korngröße von 40 - 163µm in einem Volumenanteil von 24 - 60% zuzufügen ist aus der GB 2 201 425 bekannt. Diese beschreibt ein Verfahren zur Ausbildung einer widerstandsfähigen Beschichtung aus einem Diamant - Metall - Verbundwerkstoff an /auf einem Werkzeug, wobei der diamanthaltige Verbundwerkstoff zunächst mittels Flammsspritzen auf das Werkzeug aufgebracht und anschließend unter relativ hohem Druck und elektrischer Widerstandserwärmung thermisch stoffschlüssig mit dem Werkzeug durch Sintern verbunden wird.

[0006] Kleinere Korngrößen für Diamantpartikel eines Beschichtungsverfahrens sind aus der US 5,368,890 bekannt.

[0007] Die PCT/EP 96/04 341 beschreibt und zeigt ein Beschichtungsverfahren für ein Werkzeug, bei dem ein aufgespritztes Diamant - Metall - Pulver der Einwirkung eines Lasers ausgesetzt zur Haftung an der Werk-

zeug - Oberfläche aufgeschmolzen wird.

[0008] Mit der US 5,848,348 ist ein Beschichtungsverfahren mit einer Diamant - Metall - Matrix bekannt, bei dem eine Metall- oder Metallcarbid -Matrix ohne Anwendung von Druck mit Hilfe von Mikrowellen zu einem Sinterkörper gebildet wird.

[0009] Ferner ist aus der US 4,749,594 ein Beschichtungsverfahren bekannt, bei dem auf einen Metallkörper ein organischer Binder aufgebracht wird zur Aufnahme eines gemischten Metallpulvers, und auf diese ange-trocknete Schicht nochmals Binder aufgetragen ist zur Aufnahme einer Lage Diamantpulver, wobei die Schichten unter einer Schutzgasatmosphäre bei ca. 1000° C thermisch entbindet mit dem Metallkörper hartgelötet verbunden werden.

[0010] Schließlich ist aus der US 5,492,769 ein Beschichtungsverfahren für Materialien bekannt mit weich zu machenden Oberflächenschichten zur Aufnahme harter Partikel, z. B. Diamantpartikel, die in der wieder härtbaren Oberflächenschicht fixiert sind.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren so weiterzubilden, dass in/an Ventiltriebteilen einer Brennkraftmaschine eine hoch verschleißfeste, wärmeableitende und mechanisch widerstandsfähige Beschichtung mit relativ geringerem Aufwand erzielt wird.

[0012] Diese Aufgabe ist mit dem unabhängigen Patentanspruch gelöst.

[0013] Mit der Erfindung ist für einen unmittelbar in einem Zylinderkopf aus einer Aluminiumlegierung spanabhebend ausgebildeten Ventilsitz ein vorteilhaft stoffschlüssiger Werkstoffverbund zwischen dem Alu - Grundmaterial des Zylinderkopfes und der beanspruchten Beschichtung erzielt, mit der in weiterer vorteilhafter Weise die charakteristischen Eigenschaften von Diamant, wie z. B. die große Härte, die hohe thermische Leitfähigkeit und die guten tribologischen Eigenschaften mit den vorteilhaften Eigenschaften der beanspruchten Kupfer - Titan - Matrix kombiniert sind, wobei die gewählte Matrix insbesondere durch ihre hohe Affinität zum Alu - Grundmaterial die thermische Leitfähigkeit der metallisch vorteilhaft benetzten Diamantpartikel vorteilhaft unterstützt.

[0014] Die vorgenannten Vorteile bleiben erhalten, wenn anstelle von Titan gemäß Anspruch 2 Vanadium oder Chrom oder Zirkon verwendet wird. Diese Materialien sind zwar für Diamant - Metall - Beschichtungen bekannt, jedoch nicht für eine erfindungsgemäße Anwendung bei einem Leichtmetall-Zylinderkopf.

[0015] Bezüglich der Wärmeleitfähigkeit von Diamant bzw. Diamantpartikeln ist auf die EP 0 364 155 A2 verwiesen, gemäß der beispielsweise in eine Kupfer- oder Aluminium - Matrix eingebettete Diamantpartikel als Wärmeableitungseinrichtung dienen.

[0016] Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Zylinderkopfes mit integral ausgebildetem Ventilsitz aus einem Leichtmetall für eine Brennkraftmaschine beschrieben.

[0017] Ein lediglich schematisch dargestellter Querstrom-Zylinderkopf 1 für eine nicht gezeigte Brennkraftmaschine ist aus einer Aluminiumlegierung gefertigt und weist einen Einlasskanal 2 sowie einen diametral angeordneten Auslasskanal 3 auf. Die Gaswechselkanäle 2 und 3 werden mittels nicht gezeigter Tellerventile gesteuert. Für jedes Tellerventil ist jedem Kanal 2, 3 brennraumseitig ein Ventilsitz 4 zugeordnet.

[0018] Jeder Ventilsitz 4 ist in seiner geometrischen Ausbildung zunächst durch ein spanabhebendes Verfahren unmittelbar im Randbereich jedes Gaswechselkanals 2, 3 im Zylinderkopf 1 ausgebildet.

[0019] Zur Erzielung eines hoch verschleißfesten, gut wärmeableitenden und mechanisch widerstandsfähigen Ventilsitzes 4 wird jeder Ventilsitz 4 erfindungsgemäß mit einem Diamant-Metall-Verbundwerkstoff beschichtet, Beschichtung 5.

[0020] Der für die Beschichtung der Ventilsitze 4 vorgesehene Diamant-Metall-Verbundwerkstoff umfasst vorzugsweise eine hartlotartige Metallmatrix aus einer Kupfer-Titan-Verbindung, wobei jedes der genannten Metalle zunächst pulverisiert und die beiden Metallpulver miteinander gemischt oder mechanisch oder thermisch legiert oder vorlegiert werden. Diesem Kupfer-Titan-Pulver werden Diamantpartikel mit einer Korngröße von beispielsweise 5 µm in einem Volumenanteil von beispielsweise 45 % zugesetzt, wobei der Titananteil zwischen 5 - 15 % Gewichtsanteile beträgt.

[0021] Dieses Diamant-Metall-Pulver wird unter einer Schutzgasatmosphäre, beispielsweise Argon-Atmosphäre, in eine durch einen energiereichen Strahl, beispielsweise eines Lasers, im Oberflächenbereich eines Ventilsitzes 4 erzeugte Aufschmelzung eingebracht zur thermisch stoffschlüssigen Werkstoffverbindung mit dem Grundmaterial des Zylinderkopfes 1. Die Auftragung der Beschichtung 5 erfolgt kontinuierlich, wobei z. B. der Zylinderkopf 1 um die Achse des jeweiligen Tellerventils zum jeweiligen Ventilsitz 4 rotiert oder eine entsprechende Strahlführung gewählt wird.

[0022] Diese mit Diamantpartikel versetzte Kupfer-Titan-Verbindung kann in vorteilhafter Weise ohne eine Zwischenschicht auf einem Leichtmetall-Bauteil, wie z. B. einem Zylinderkopf, aufgebracht werden, wodurch ein einfacheres Verfahren erzielt ist.

[0023] Die endgültige Formgebung des beschichteten Ventilsitzes 4 erfolgt mittels Schleifen und/oder Polieren.

[0024] Bei einer anderen Art des Auftrages der Beschichtung werden die bevorzugt verwendeten Metalle Kupfer und Titan ebenfalls pulverisiert, denen ein polymerer Binder beigemischt wird. Diesem Metallpulver können Diamantpartikel in der vorerwähnten Größe und im vorerwähnten Volumenanteils zugesetzt werden. Dieses so gebildete Diamant-Metall-Pulver ist beim Auftrag in einem Oberflächenbereich des Bauteiles mittels des polymeren Binders an der Oberfläche gehalten, wobei die aufgetragene Beschichtung anschließend nach einer chemischen und/oder thermischen Entbinderung

mittels eines energiereichen Strahles - Elektronenstrahl oder Laser - auf der Oberfläche um-/aufgeschmolzen wird zur Bildung der festhaftenden Beschichtung 5 am Zylinderkopf 1.

[0025] Zur vorteilhaften metallischen Benetzung der Diamantpartikel können außer Titan jeweils auch Vanadium, Chrom oder Zirkon in Verbindung mit Kupfer zur Anwendung kommen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ausbildung einer verschleißfesten Beschichtung an vorgeformten Oberflächen von Ventiltriebteilen einer Brennkraftmaschine,

- wobei ein Diamant- Metall- Verbundwerkstoff thermisch angeordnet wird,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** ein durch ein spanabhebendes Verfahren unmittelbar in einem Randbereich eines Gaswechselkanals (2,3) in einem Brennkraftmaschinen- Zylinderkopf (1) aus einem Leichtmetall ausgebildeter Ventilsitz (4) mit einem mit Diamantpartikeln versetzten Kupfer-Titan-Pulver beschichtet wird, das
- unter einer Schutzgasatmosphäre in eine im Oberflächenbereich des Ventilsitzes (4) mittels eines energiereichen Strahles erzeugte Aufschmelzung eingebracht wird zur thermisch stoffschlüssigen Verbindung mit dem Leichtmetall, wobei
- der aus einem pulverisierten Hartlot gebildeten Kupfer-Titan- Metallmatrix Diamantpartikel von $D=1\mu\text{m} - 15\mu\text{m}$ in einem Volumenanteil von 10 - 60 % zugesetzt werden und
- der Titananteil zwischen 5 - 15 % Gewichtsanteile beträgt, und
- die endgültige Formgebung des beschichteten Ventilsitzes (4) mittels Schleifen und/oder Polieren erzielt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Diamant- Metall- Verbundwerkstoff auf der Basis von Kupfer auch mit Vanadium oder Chrom oder Zirkon gebildet werden kann.

Claims

1. A method of forming a wear-resistant coating on preformed surfaces of valve drive parts of an internal combustion engine,

- wherein a diamond-metal composite material is applied by heating,

characterised in that

vre mais également avec du vanadium ou du chrome ou du zirconium.

- a light-metal valve seat (4) formed by metal-cutting directly in an edge region of a gas change manifold (2, 3) in an engine cylinder head (1) is coated with a copper-titanium powder mixed with diamond particles, 5
- the powder, in a protective-gas atmosphere, is placed in a melt produced by a high-energy beam in the surface region of the valve seat (4), to obtain a thermal material connection with the light metal, wherein 10
- diamond particles of $D = 1 \mu\text{m} - 15 \mu\text{m}$ in a proportion by volume of 10 - 60% are added to the copper-titanium-metal matrix formed from an atomised hard solder, 15
- the titanium content is between 5 and 15% parts by weight and 20

Revendications

25

1. Procédé pour réaliser un revêtement résistant à l'usure sur une surface mise préalablement en forme de pièce de soupape d'un moteur à combustion interne, selon lequel on applique thermiquement un composé métal-diamant, 30
caractérisé en ce qu'

- un siège de soupape (4) en métal léger est revêtu d'une poudre titane-cuivre chargée de particules de diamant, réalisé par usinage par enlèvement de copeaux directement dans la zone du bord d'un canal d'échange de gaz (2, 3) d'une culasse de cylindre (1) d'un moteur à combustion interne, 35
- qui est rapportée par fusion sous une atmosphère de gaz protecteur dans la zone de surface du siège de soupape (4) à l'aide d'un faisceau riche en énergie, pour réaliser une liaison thermique par la matière avec le métal léger, 40
- la matrice de métal cuivre-titane formée d'une brasure dure pulvérisée, contient des particules de diamant de $D = 1 \mu\text{m} - 15 \mu\text{m}$ selon un pourcentage en volume de 10,60 %, 45
- la teneur en titane est comprise entre 5 et 15 % en poids et 50
- la mise en forme définitive du siège de soupape (4) revêtu se fait par rodage et/ou polissage.

2. Procédé pour réaliser un revêtement résistant à l'usure selon la revendication 1, 55
caractérisé en ce qu'
on forme le composé métal-diamant à base de cui-

