

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 908 309 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**14.04.1999 Patentblatt 1999/15**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B41F 9/10**

(21) Anmeldenummer: **97117424.8**

(22) Anmeldetag: **08.10.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**

(71) Anmelder: **Meyer, Rolf**  
**D-22941 Bargteheide (DE)**

(72) Erfinder: **Meyer, Rolf**  
**D-22941 Bargteheide (DE)**

(74) Vertreter:  
**Glawe, Delfs, Moll & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Liebherrstrasse 20**  
**80538 München (DE)**

(54) **Druckraket und Verfahren zur Herstellung derselben**

(57) Die Verschleiß- und Gleiteigenschaften einer Druckraket werden durch eine Hartstoffauflage verbessert, die im PVD- oder PA-CVD-Verfahren aufgebracht wird, bei dem die Temperatur des Raketkörpers unterhalb der Schädigungstemperatur bleibt. Die zu beschichtende Rakeloberfläche kann zuvor einem elektrochemischen Materialabtragprozeß unterworfen werden.

**EP 0 908 309 A1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein verfahren zum Ausrüsten einer Druckrakel mit einer Hartstoffauflage und eine nach diesem verfahren hergestellte Druckrakel.

[0002] Es ist bekannt (WO 86/07309, GB-A 2 128 551), den verschleißgefährdeten Bereich einer Druckrakel mit einer Hartstoffauflage zu versehen, die beispielsweise aus keramischem Material, Metallcarbiden oder Molybden besteht. Der Auftrag geschieht durch Spritzen flüssigen Materials. Dies verlangt oder ergibt eine beträchtliche Erhöhung der Rakeltemperatur, durch die temperaturempfindliche Rakelwerkstoffe geschädigt werden können. Dies gilt insbesondere für Stahl, der bei Temperaturen unterhalb 300°C angelassen wird.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Schädigung des Rakelmaterials durch hohe Beschichtungstemperatur zu verhindern. Sie erreicht dies dadurch, daß der Hartstoff durch das Verfahren der Physical Vapour Deposition (PVD) oder der plasmaunterstützten Chemical Vapour Deposition (PA-CVD) aufgebracht wird. Im PVD-Verfahren werden durch Sputtern oder im Arc-Verfahren Atome bzw. Partikeln aus einem Target herausgelöst und im Plasma auf die zu behandelnde Oberfläche transportiert. Beim PA-CVD-Verfahren erfolgt die Schichtabscheidung über die Plasmaanregung eines kohlenwasserstoffhaltigen Gases. Die Leistungseinspeisung kann am Substrathalter erfolgen. Dabei werden zweckmäßigerweise Temperaturen angewendet, die sicherstellen, daß der zu beschichtende Rakelkörper auf einer Temperatur unterhalb der Schädigungstemperatur und jedenfalls unter etwa 250°C bleibt. Man erreicht dadurch, daß auch temperaturempfindliche Rakelkörper erfindungsgemäß beschichtet werden können, beispielsweise Stahl im Hinblick auf seine Anlaßtemperatur oder Polymerstoffe. Bei dem Hartstoff handelt es sich vorzugsweise um DLC (diamond-like carbon), eine Kohlenstoffschicht oder kohlenstoffreiche Schicht, die z. T. wesentlich durch Diamant-Kristallstrukturen geprägt ist und entsprechende Abrasionsfestigkeit und gute Gleiteigenschaften aufweist. Es kann sich aber auch um andere Hartstoffe oder um Gemische von DLC mit anderen Stoffen, insbesondere Metall, handeln. Man erreicht so, daß die beanspruchten Flächen der Rakel mit einer erhöhten Verschleißfestigkeit und guten Gleiteigenschaften ausgestattet werden.

[0004] Das gilt insbesondere für die sogenannten Facette der Rakel, das ist die gegebenenfalls unter einem von 90° abweichenden Winkel zur Hauptebene der Rakel geschliffene Stirnfläche, die zur Anlage am Druckzylinder bestimmt ist. Gute Ergebnisse werden auch dann erreicht, wenn die an die Facette angrenzende Seitenfläche erfindungsgemäß beschichtet wird, zu der hin die Bewegungsrichtung der Zylinderoberfläche gerichtet ist. Dies gilt auch dann, wenn die Facette unbeschichtet ist; jedoch werden zweckmäßigerweise

sowohl die Facette als auch die genannte Seitenfläche beschichtet.

[0005] Nach einem besonderen Merkmal der Erfindung wird der durch die Hartbeschichtung zu veredelnde Oberflächenbereich zuvor einem elektrochemischen Materialabtragprozeß unterworfen. Und zwar wird vorzugsweise das Verfahren angewendet, das in der EP-A 728 579 beschrieben ist, deren Offenbarung hierdurch ausdrücklich zum Gegenstand der vorliegenden Anmeldung gemacht wird. Durch diese Vorbehandlung wird eine Oberflächenstruktur erreicht, die in wesentlich geringerem Maße zu Ausbrüchen und Schartenbildung neigt als herkömmliche, nicht in dieser Weise chemisch vorbehandelte Rakeln. In Verbindung mit der erfindungsgemäßen Beschichtung bewährt sich diese Eigenschaft in besonders hohem Maße. Die Beschichtung kann - je nach Material und Aufbringungsbedingungen - vergleichsweise spröde sein und dann die gegebenenfalls vorhandene Neigung zu Ausbrüchen und Schartenbildung möglicherweise verstärken oder nicht verringern. Wird sie jedoch in Verbindung mit der genannten Vorbehandlung eingesetzt, so zeigt sich, daß die erzielte Rakel äußerst unempfindlich ist und zu den an sich schon guten Gleiteigenschaften der Hartbeschichtung noch die hydrodynamische Verbesserung der Gleiteigenschaften aufgrund der besonderen, durch die Vorbehandlung erzielten Oberflächenbeschaffenheit hinzutritt.

[0006] Zweckmäßigerweise wird der Hartstoff in glatter Schicht aufgebracht. Dies geschieht dadurch, daß das Target gesputtert wird und dadurch der Beschichtungswerkstoff in atomarer Feinheit vom Target abgegeben wird und auf die zu behandelnde Oberfläche gelangt.

[0007] Eine weniger glatte, mikroskopisch wellige, matt erscheinende Beschichtung erhält man bei Verwendung des sogenannten Arc-Verfahrens oder eines gleichartigen Verfahrens, bei dem die Beschichtungspartikeln nicht atomweise, sondern in größeren Verbänden das Target in Richtung zur behandelnden Oberfläche verlassen. Obwohl die Eigenschaften der glatten Schicht oft höherwertig sind, kann die wellige oder matte Schicht in manchen Fällen vorzuziehen sein, weil sie in besonders geringem Maße zu Ausbrüchen neigt und außerdem durch ihre Mikrowelligkeit einen hydrodynamischen Schmiereffekt ermöglicht.

[0008] Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird eine Druckrakel erzeugt, deren Körper aus gehärtetem und unterhalb 300°C angelassenem Stahl besteht und bei der mindestens die Facette und/oder eine der Facette benachbarte Seitenfläche mit einer im PVD-Verfahren aufgetragenen Hartstoffschicht versehen ist. Der Rakelkörper kann auch aus einem anderen, temperaturempfindlichen Material bestehen, beispielsweise einem Polymerstoff.

[0009] Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Erläuterung von zwei Beispielen. Eine Dünnschliffrakel, wie sie in EP-A 728 579 in Fig. 1 dar-

gestellt und im zugehörigen Text erläutert ist, wird zunächst der dort beschriebenen, chemischen Behandlung unterworfen und anschließend kontinuierlich durch eine PVD-Kammer geführt.

**[0010]** Im ersten Anwendungsbeispiel werden in dieser Kammer die folgenden Verfahrensparameter erzeugt: Bei einem Entladungsdruck von ca. 500 mPa wird in einer Atmosphäre aus Argon und einem Kohlenwasserstoffgas wie z.B.  $C_2H_6$ ,  $C_2H_2$  oder  $C_2H_4$  Chrom zerstäubt. Die Zerstäubung der Chromtargets erfolgt über eine Gleichstrom-Leistungseinspeisung von ca. 1500W. Diese geringe Leistung ist erforderlich, um die Temperatur der zu beschichtenden Teile unterhalb von  $200^\circ C$  zu halten. Zur Erzielung glatter und harter Schichten wird zusätzlich an die zu beschichtenden Teile eine Gleichspannung oder Hochfrequenzspannung (13,56 MHz) von ca. (-100V) angelegt. Diese Potentialdifferenz des Substrathalters zu den umgebenden Wänden führt zum Beschuß der Substrate bzw. der Chromatome mit Argon- und Kohlenwasserstoffionen, so daß eine Verdichtung des Schichtmaterials auftritt. Auf der Facette und in einer Breite von größenordnungsmäßig 1 mm auf den benachbarten Seitenflächen wird dadurch eine Auflageschicht erzeugt, deren Dicke zwischen 1 und  $10 \mu m$ , vorzugsweise zwischen 2 und  $4 \mu m$ , liegt und die mikroskopisch glatt der Oberflächenform des Substrats folgt. Unter einer geringeren Anpressung am Formzylinder, als sie üblicherweise angewendet wird, ergeben sich damit ausgezeichnete Druckergebnisse und eine ungewöhnlich lange Standzeit.

**[0011]** Im zweiten Anwendungsbeispiel für die plasma-unterstützte CVD-Abscheidung werden in dieser Kammer die folgenden Verfahrensparameter erzeugt: An den Substrathalter wird eine DC-oder HF-Leistung von ca. 1000W und eine entsprechende Spannung ca. 110V angelegt. Bei einem Entladungsdruck von ca. 400 mPa und einem Gasverhältnis von Argon / Kohlenwasserstoff ( $C_2H_2$ ) von etwa 1 brennt ein Plasma, das zur Abscheidung harter DLC-Schichten führt. Die Targets selbst sind bei diesem Prozeß abgeschaltet, so daß eine reine plasma-unterstützte CVD-Abscheidung vorliegt. Zur Unterstützung des Plasmas kann auch eine geringe Leistungseinspeisung (ca. 300W) über die Chromtargets erfolgen.

**[0012]** Außer DLC kommen auch andere Hartstoffe wie Chromnitrid, Titanitrid, Titancarbonitrid, Titanaluminiumnitrid, Chromcarbid, Titanhafniumnitrid, Titanborid oder Titanborcarbid und dergleichen sowie Mischungen solcher Stoffe untereinander oder mit dritten Stoffen, Metallen, in Frage. Die Schicht sollte so ausgewählt werden, daß sie in Verbindung mit der Unterlage oder einer gegebenenfalls zwischen der Unterlage und der Beschichtung vorgesehenen Trennschicht nicht korrosionsanfällig ist.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ausrüsten einer Druckrakel mit einer Hartstoffauflage, dadurch gekennzeichnet, daß der Hartstoff im PVD- oder PA-CVD-Verfahren aufgebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Rakelkörpers unterhalb von etwa  $250^\circ C$  verbleibt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Facettenbereich der Rakel zuvor einem elektrochemischen Materialabtragprozeß unterworfen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Hartstoff in glatter Schicht aufgetragen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Hartstoff in welliger oder matter Schicht aufgetragen wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Hartstoff zu einem wesentlichen Teil von DLC gebildet ist.
7. Druckrakel mit einem gehärteten und unterhalb  $300^\circ C$  angelassenen Stahlkörper und einer Hartstoffbeschichtung, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens die Facette und/oder eine der Facette benachbarte Seitenfläche mit einer im PVD- oder PA-CVD-Verfahren aufgetragenen Hartstoffschicht versehen ist.
8. Druckrakel mit einem größtenteils aus einem Polymerstoff bestehenden Körper, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens die Facette und/oder eine der Facette benachbarte Seitenfläche mit einer im PVD-Verfahren aufgetragenen Hartstoffschicht versehen ist.
9. Druckrakel nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ihre unter der Hartstoffbeschichtung liegende Oberfläche aus einem elektrochemischen Abtragprozeß hervorgegangen ist.



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 11 7424

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X Y	DE 40 24 514 A (KINKEL) * das ganze Dokument * ---	1,6 3,7,8	B41F9/10
Y,D	EP 0 728 579 A (MEYER) * das ganze Dokument * ---	3	
Y	EP 0 709 183 A (MDC MAX DÄTWYLER BLEIENBACH AG) * Spalte 5, Zeile 30 - Zeile 51 * ---	7,8	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 96, no. 12, 26.Dezember 1996 & JP 08 197711 A (TOPPAN PRINTING CO.), 6.August 1996, * Zusammenfassung * ---	1	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 106 (M-1375), 4.März 1997 & JP 04 296556 A (TOPPAN PRINTING CO. LTD.), 20.Oktober 1992, * Zusammenfassung * ---	1	
A	GB 499 463 A (FALLON) * Seite 2, Zeile 59 - Zeile 64 * -----	2,7	B41F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>10.März 1998</b>	Prüfer <b>DIAZ-MAROTO, V</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)