

(19)



(11)

EP 2 228 461 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.09.2010 Patentblatt 2010/37

(51) Int Cl.:
C23C 4/06 (2006.01) **C23C 4/08** (2006.01)
C23C 4/12 (2006.01) **C23C 24/04** (2006.01)
F01D 25/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09002778.0**

(22) Anmeldetag: **26.02.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

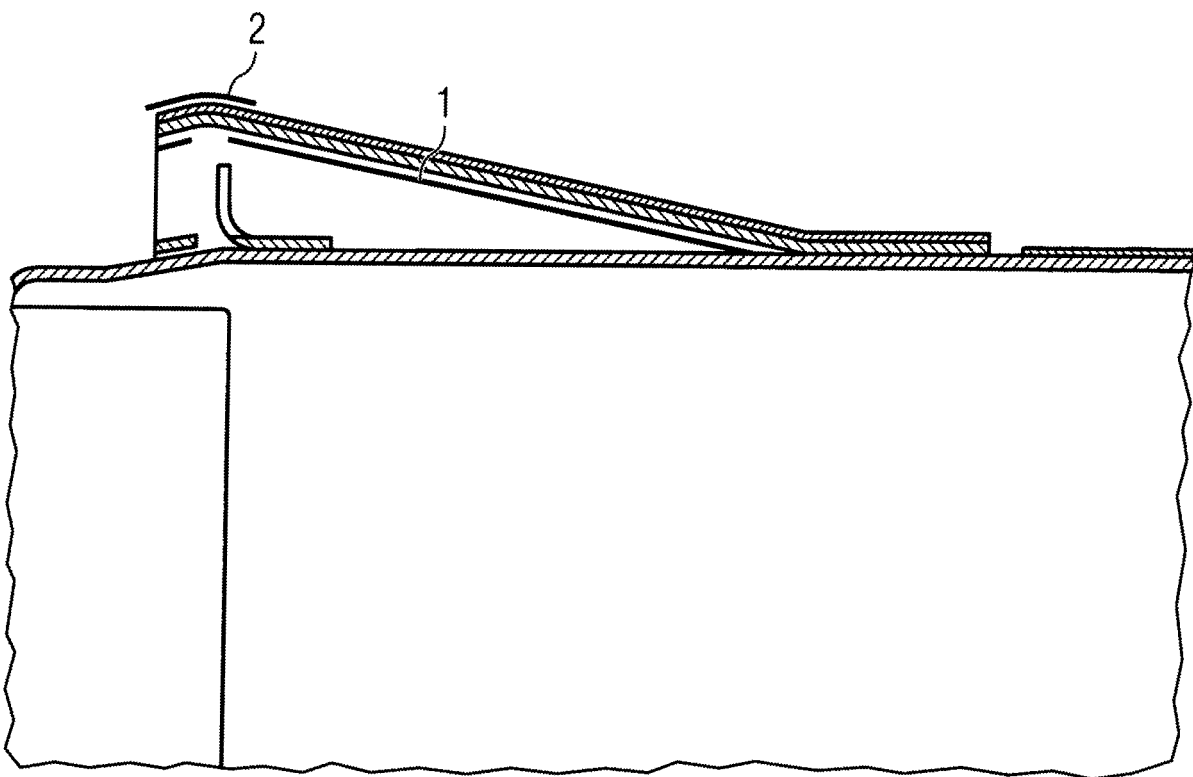
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Casu, Alessandro
47057 Duisburg (DE)**
• **Stamm, Dr. Werner
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)**
• **Wörz, Ulrich
45481 Mulheim Ruhr (DE)**
• **Van Kampen, Dr. Jaap
6042 AR Roermond (NL)**

(54) Bauteilbeschichtung

(57) Die Erfindung betrifft eine Bauteilbeschichtung (2), die Rheniumdiborid enthält, ein Bauteil (1) mit der Bauteilbeschichtung (2), Verfahren zur Herstellung der

Bauteilbeschichtung (2) und die Verwendung der Bauteilbeschichtung (2) als Abrieb- und Verschleißschicht.



EP 2 228 461 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bauteilbeschichtung, ein Bauteil mit der Bauteilbeschichtung, Verfahren zur Herstellung der Bauteilbeschichtung und die Verwendung der Bauteilbeschichtung als Abrieb- und Verschleißschuttschicht.

[0002] Bauteile, die hohen Belastungen ausgesetzt sind, werden häufig mit Schutzschichten versehen, um sie insbesondere vor Verschleiß schützen sollen. Derartige Bauteile kommen beispielsweise in Turbinen zum Einsatz, wo sie in einer chemisch aggressiven Atmosphäre bei hohen Temperaturen starken mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind.

[0003] Insbesondere dann, wenn zwei solche Bauteile eine Relativbewegung zueinander ausführen, kann reibender und hämmernder Verschleiß auftreten. Darüber hinaus kann es zu dem so genannten "Fretting" kommen, worunter man die gleichzeitige Abnutzung und Korrosion von Bauteilen versteht.

[0004] Um solche Beschädigungen zu vermeiden, werden bisher spezielle Verschleißschuttschichten bzw. -systeme auf Basis von Titanitrid oder Titancarbid auf die Bauteile aufgebracht. Derartige Verschleißschuttsysteme sind beispielsweise in der WO 2005/031038 A1 beschrieben. Allerdings kommt es auch bei diesen Systemen durch Reibverschleiß mit überlagerten Schwingungen oder durch eine hohe Temperaturbelastung zu Beschädigungen. Andere bekannte Verschleißschuttschichten auf Basis von Wolframcarbid-Chrom oder Chromcarbid-Nickel-Chrom weisen ebenfalls nicht die notwendige Temperaturbeständigkeit auf.

[0005] Eine weitere Gruppe von Bauteilbeschichtungen, die insbesondere beim Turbinenbau von Bedeutung haben, sind Abriebschichten, die als Einlaufschichten dienen. Sie werden auf die Oberfläche eines ruhenden Bauteils aufgebracht, um als Dichtung zwischen dem ruhenden und einem sich relativ zu diesem bewegendem Bauteil zu dienen, nachdem sich das bewegendem Bauteil während des Betriebes der Turbine in Abriebschicht eingeschliffen hat. Derartige Abriebschichten sind beispielsweise in der EP 1 253 294 A2 beschrieben.

[0006] Die bekannten Abriebschichten weisen jedoch nicht die notwendige Belastbarkeit auf. So oxidieren die in vielen Fällen zum Einsatz kommenden Abriebschichten aus kubischem Bornitrid sehr schnell unter Heißgas-einfluss, was ihre Funktionalität und Lebensdauer negative beeinflusst.

[0007] Aufgabe der Erfindung war es daher, eine Bauteilbeschichtung bereit zu stellen, die thermischen, chemischen und mechanischen Belastungen, wie sie etwa in Turbinen auftreten, widersteht.

[0008] Überraschender Weise wurde gefunden, das Bauteilbeschichtungen, die Rheniumdiborid enthalten, diesen Anforderungen genügen. So weisen Bauteilbeschichtungen, die entweder aus Rheniumdiborid bestehen oder Rheniumdiboridpartikel enthalten eine hohe Temperaturbeständigkeit auf und sind darüber hinaus

chemisch wie mechanisch hoch widerstandsfähig. Dies ist unter anderem durch die sehr große Härte des Rheniumdiborids bedingt.

[0009] Wenn die Bauteilbeschichtung Rheniumdiboridpartikel enthält, können diese in einer duktilen Matrix eingebettet sein, wobei die duktile Matrix insbesondere aus MCrAlY bestehen kann. Beispielsweise kann als MCrAlY SC 2464 verwendet werden. Vorteilhafterweise kann der Anteil der Rheniumdiboridpartikel in der Bauteilbeschichtung kann 1 bis 70, bevorzugt 2 bis 40, besonders bevorzugt 4 bis 25 und insbesondere bevorzugt 6 bis 10 Gew.-% betragen. Die Bauteilbeschichtung kann 10 bis 500, bevorzugt 50 bis 400 und besonders bevorzugt 100 bis 300 µm dick sein.

[0010] Wenn die Bauteilbeschichtung aus Rheniumdiborid besteht, kann sie insbesondere 0,1 bis 600 µm dick sein.

[0011] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Bauteil, das die Bauteilbeschichtung aufweist. Bei dem Bauteil kann es sich bevorzugt um ein Turbinenbauteil, beispielsweise um eine Spring Clip handeln.

[0012] Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Herstellung einer Bauteilbeschichtung, bei der Rheniumdiboridpartikel in einer duktilen Matrix aus MCrAlY eingebettet sind. Zur Herstellung einer solchen Bauteilbeschichtung wird eine Mischung aus MCrAlY und Rheniumdiborid auf ein Bauteil aufgespritzt. Vorzugsweise kann die Mischung mittels HVOF oder Cold-spray auf das Bauteil aufgespritzt werden.

[0013] Von der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Herstellung einer Bauteilbeschichtung, die aus Rheniumdiborid besteht, umfasst. Bei diesem Verfahren werden zunächst auf ein Bauteil in beliebiger Reihenfolge übereinander eine Schicht aus Rhenium und eine Schicht aus Bor aufgebracht, die vorzugsweise jeweils eine Dicke im Bereich von 0,1 bis 400 µm aufweisen. Anschließend werden die Schichten aus Rhenium und Bor im Vakuum bei einer Temperatur > 1000°C solange erhitzt, bis sich aus den Schichten eine Schicht aus Rheniumdiborid gebildet hat.

[0014] Die Herstellung von Rheniumdiborid aus Rhenium und Bor ist beispielsweise allgemein in Hsiu-Ying Chung et al., Science 20. April 2007, Vol. 316, no. 5823, pp. 436-439 beschrieben.

[0015] Vorzugsweise kann die Schicht aus Rhenium und/oder die Schicht aus Bor auf das Bauteil aufgedampft oder aufgespritzt werden. Insbesondere kann dies mit Hilfe von HVOF und/oder Coldspray erfolgen.

[0016] Weitere Gegenstände der Erfindung sind schließlich die Verwendung der Bauteilbeschichtung als Abrieb- oder als Verschleißschuttschicht auf einem Bauteil. Bei dem Bauteil kann es sich insbesondere um ein Turbinenbauteil handeln.

[0017] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Die einzige Figur der Zeichnung zeigt schematisch im Schnitt eine Spring Clip einer Turbinenschaufel.

[0018] Die Spring Clip 1 ist mit einer erfindungsgemäßen Bauteilbeschichtung 2 als Verschleißschuttschicht versehen. Die Bauteilbeschichtung 2 besteht aus Rheniumdiborid.

[0019] Die Spring Clip 1 dient dazu den Übergang von Basket und Transition der Turbinenschaufel mit möglichst wenig Leckage zu realisieren. Sie gewährleistet auch den nötigen axialen Freiheitsgrad, um dem Brenner der Turbine eine thermische Dehnung zu erlauben. Daher bewegt sie sich ständig relativ zum Transition und benötigt an der mit der Bauteilbeschichtung versehenen Kontaktfläche eine hohe Verschleißfestigkeit. Funktion und Aufbau einer Spring Clip sind beispielsweise in der US 2007/0012043 A1 beschrieben.

[0020] Um die Bauteilbeschichtung 2 auf der Spring Clip 1 aufzubringen, wird zunächst eine Schicht aus Rhenium auf der Spring Clip 1 mittels HVOF abgeschieden. Dann wird auf der Schicht aus Rhenium eine Schicht aus Bor aufgebracht. Dies kann wiederum durch HVOF erfolgen. Alternativ kann die Reihenfolge der Schichten auf der Spring Clip 1 auch vertauscht werden, d.h. zunächst kann die Borschicht und dann auf dieser die Rheniumschicht aufgebracht werden.

[0021] Die Spring Clip 1 mit der Rhenium- und der Borschicht wird dann im Vakuum bei einer Temperatur > 1000°C solange erhitzt, bis sich aus den beiden Schichten eine Schicht aus Rheniumdiborid gebildet hat. Temperatur und Dauer der Wärmebehandlung hängen unter anderem von den Dicken der Rhenium- und der Borschicht ab und können im konkreten Fall leicht vom Fachmann experimentell mit Hilfe weniger Versuche ermittelt werden.

[0022] Die so erhaltene Bauteilbeschichtung 2 aus Rheniumdiborid weist eine hohe Temperaturbeständigkeit auf und ist darüber hinaus chemisch widerstandsfähig. Vor allem ist sie auf Grund ihrer hohen Härte mechanisch extrem belastbar.

Patentansprüche

1. Bauteilbeschichtung (2),
dadurch gekennzeichnet, dass
sie Rheniumdiborid enthält.
2. Bauteilbeschichtung (2) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
sie Rheniumdiboridpartikel enthält.
3. Bauteilbeschichtung (2) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rheniumdiboridpartikel in einer duktilen Matrix eingebettet sind.
4. Bauteilbeschichtung (2) nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die duktile Matrix aus MCrAlY besteht.
5. Bauteilbeschichtung (2) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
sie 1 bis 70, bevorzugt 2 bis 40, besonders bevorzugt 4 bis 25 und insbesondere bevorzugt 6 bis 10 Gew.-% Rheniumdiboridpartikel enthält.
6. Bauteilbeschichtung (2) nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
sie 10 bis 500, bevorzugt 50 bis 400 und besonders bevorzugt 100 bis 300 µm dick ist.
7. Bauteilbeschichtung (2) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
sie aus Rheniumdiborid besteht.
8. Bauteilbeschichtung (2) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
sie 0,1 bis 600 µm dick ist.
9. Bauteil (1),
insbesondere Turbinenbauteil,
dadurch gekennzeichnet, dass
es eine Bauteilbeschichtung (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.
10. Bauteil (1) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
es eine Spring Clip einer Turbine ist.
11. Verfahren zur Herstellung einer Bauteilbeschichtung (2) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Mischung aus MCrAlY und Rheniumdiborid auf ein Bauteil (1) aufgespritzt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Mischung mittels HVOF oder Coldspray auf das Bauteil (1) aufgespritzt wird.
13. Verfahren zur Herstellung einer Bauteilbeschichtung (2) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf ein Bauteil (1) in beliebiger Reihenfolge übereinander eine Schicht aus Rhenium und eine Schicht aus Bor aufgebracht und im Vakuum bei einer Temperatur > 1000°C erhitzt werden, bis sich aus den Schichten aus Rhenium und Bor eine Schicht aus Rheniumdiborid gebildet hat.
14. Verfahren nach Anspruch 13,
bei dem die Schicht aus Rhenium und/oder die Schicht aus Bor aufgedampft oder aufgespritzt werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Schicht aus Rhenium und/oder die Schicht aus Bor mittels HVOF und/oder Coldspray aufgespritzt werden.

16. Verwendung einer Bauteilbeschichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 als Abriebschicht auf einem Bauteil (1) insbesondere auf einem Turbinenbauteil. 5
17. Verwendung einer Bauteilbeschichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 als Verschleißschicht auf einem Bauteil (1) insbesondere auf einem Turbinenbauteil. 10

15

20

25

30

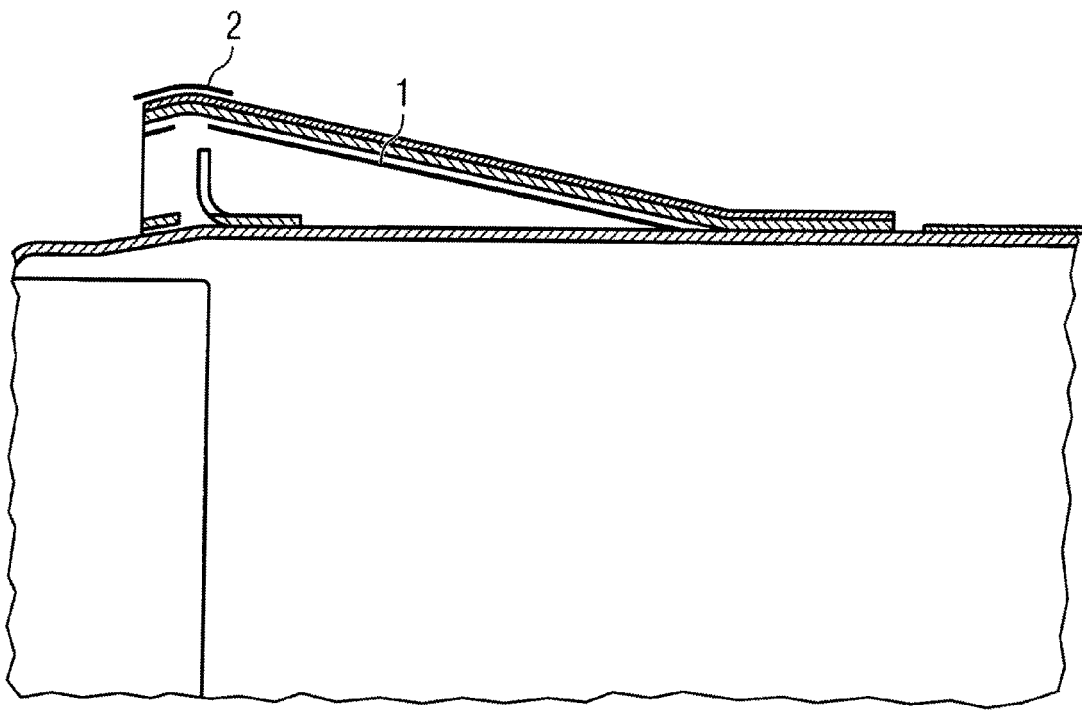
35

40

45

50

55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 09 00 2778

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2009/003123 A1 (MORRISON JR LOWEN ROBERT [US] ET AL) 1. Januar 2009 (2009-01-01) * Absätze [0009], [0031], [0048], [0051], [0058]; Anspruch 25 *	1-3,5-9, 14,16,17	INV. C23C4/06 C23C4/08 C23C4/12 C23C24/04 F01D25/00
X	LATININ, RAU ET AL: "Superhard Rhenium Diboride Films:Preparation and Characterization" CHEM. MATER, Nr. 20, 2008, Seiten 4507-4511, XP002529264 usa "Experimental Section"	1-3,5-9, 14,16,17	
A,D	HSIU-YING ET AL: "Synthesis of Ultra-Incompressible Superhard Rhenium Diboride at Ambient Pressure" SCIENCE, Bd. 316, 20. April 2008 (2008-04-20), Seiten 436-439, XP002529265 * das ganze Dokument *	1-17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D C23C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03) Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. Mai 2009	Prüfer Brown, Andrew
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 : mündliche 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			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 00 2778

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-05-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009003123 A1	01-01-2009	WO 2009001323 A2	31-12-2008

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 2005031038 A1 [0004]
- EP 1253294 A2 [0005]
- US 20070012043 A1 [0019]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **Hsiu-Ying Chung et al.** *Science*, 20. April 2007, vol. 316 (5823), 436-439 [0014]