

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 088 907 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.04.2001 Patentblatt 2001/14

(51) Int. Cl.⁷: **C23C 10/52**, C23C 10/56

(21) Anmeldenummer: **00120803.2**

(22) Anmeldetag: **23.09.2000**

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

(30) Priorität: **29.09.1999 DE 19946650**

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines GmbH
80995 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Cosack, Thomas, Dr.**
86949 Windach (DE)
• **Wydra, Gerhard**
85764 Oberschleissheim (DE)

(74) Vertreter: **Einsele, Rolf W.**
DaimlerChrysler AG,
Intellectual Property Management FTP/A,
HPC:C106
70546 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren zum Herstellen einer Panzerung für ein metallisches Bauteil**

(57) Herstellen eines Schlickers durch Mischen einer Bindemittellösung mit einem Al und/oder Cr enthaltenden Ausgangspulver und einem zumindest Al, Pt, Pd oder Si enthaltenden Zugabepulver; Auftragen des Schlickers auf das Bauteil; Zugabe keramischer Hartpartikel vor oder nach dem Auftragen, welche nach dem Wärmebehandeln über die Schicht vorstehen; Trocknen der Schlickerschicht; Wärmebehandeln der Schlickerschicht.

EP 1 088 907 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Panzerung für ein metallisches Bauteil, die auf dessen Oberfläche vorgesehen wird.

[0002] Panzerungen bzw. Anstreifbeläge werden z.B. an Triebwerksbauteilen, wie z.B. Dichtungsspitzen von Labyrinthdichtungen oder Schaufelspitzen, vorgesehen, um deren Abarbeitung bei Anstreifvorgängen während des Betriebs entgegenzuwirken. Da der Wirkungsgrad eines Verdichters oder einer Turbine in hohem Maße von der Spaltgröße zwischen dem rotierenden und dem stehenden Bauteil abhängt, wird er mit zunehmender Abarbeitung, z.B. der Schaufelspitzen, vermindert.

[0003] Die Panzerung arbeitet sich beim Betrieb des Triebwerks üblicherweise in einen Einlaufbelag eines gegenüberliegenden, zweiten Bauteils ein. Derartige Einlaufbeläge sind abreibbar und bestehen meist aus einer korrosions- und erosionsfesten Schicht. Eine Panzerung des Triebwerksbauteils ist insbesondere dann erforderlich, wenn die Festigkeit und Härte der Einlaufbeläge zur Steigerung der Erosions- und Temperaturbeständigkeit erhöht wird und sich die Abarbeitung der Triebwerksbauteile zusätzlich verstärkt. Durch die Panzerung wird erreicht, daß beim Anstreifvorgang ein minimaler Spalt zwischen der Panzerung und dem Einlaufbelag gebildet wird.

[0004] Bei einem bekannten Verfahren zum Herstellen einer Panzerung wird ein MCrAlY-Pulver durch galvanisches Auftragen auf das zu panzernde Bauteil aufgebracht, wobei in dem Bad die erforderlichen harten Partikel, wie z.B. BN, enthalten sind. Diese Partikel werden nach dem Auftragen freigeätzt. Ein solches Verfahren ist teuer und aufwendig. Insbesondere das anschließende Ätzen ist aufgrund der mangelnden Umweltverträglichkeit und dem erforderlichen Abdecken des Bauteils nachteilig.

[0005] Bei einem anderen bekannten Verfahren wird eine an die Bauteilkontur angepaßte Lotfolie durch Kleben od dgl. an dem Bauteil befestigt. Danach werden BN-Partikel in die Lotfolie eingesetzt. Anschließend wird die Lotfolie durch Wärmebehandlung geschmolzen und die BN-Partikel darin eingebettet. Auch dieses Verfahren ist verhältnismäßig teuer und aufwendig. Zudem ist die Verbindung zwischen den Partikeln und dem Bauteil unzureichend.

[0006] Aus der JP 55-82765 A ist es bekannt, das aus einer Ni- oder Co-Basislegierung bestehende Substrat zunächst mit einer Mischung aus Keramik-, Al- und Metallpulver zu beschichten, um die Wärmebeständigkeit der langandauernd hochtemperaturbelasteten Schicht zu verbessern. Anschließend folgt eine Schicht aus einem mit einem Binder versehenen Ni-Pulver, eine Wärmebehandlung und ein Alitieren durch ein Packverfahren. Dabei soll die erste Schicht aus der Keramik enthaltenden Mischung verhindern, daß Al von der Schicht in das Substrat eindringt und die Schicht mithin

durch die Verarmung von Al ihre Wärmebeständigkeit einbüßt.

[0007] Die JP 55-082759 A offenbart ein Verfahren zur Verbesserung der thermischen Beständigkeit einer Beschichtung, die auf ein Substrat aus einer Ni- oder Co-Basislegierung aufgebracht wird, wobei beim Beschichten ein Metall- oder ein Legierungspulver mit Keramikelementen gemischt und dann auf das Substrat aufgebracht wird. Es kann ein Bindemittel eingesetzt und eine anschließende Wärmebehandlung durchgeführt werden. Das Verfahren wird bei Bauteilen von z.B. Gasturbinen eingesetzt, die der Heißgaskorrosion ausgesetzt sind.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Herstellen einer Panzerung der eingangs beschriebenen Gattung zu schaffen, das sich fertigungstechnisch möglichst einfach durchführen läßt und eine hochwertige Panzerung ergibt.

[0009] Die Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Schritte gekennzeichnet: Herstellen eines Schlickers durch Mischen einer Bindemittellösung mit einem Al und/oder Cr enthaltenden Ausgangspulver und einem wenigstens ein Element aus Al, Pt, Pd oder Si umfassenden Zugabepulver, wobei das Zugabepulver bei einem ausschließlich Al enthaltenden Ausgangspulver kein Al umfaßt; Auftragen des Schlickers auf die zu panzernde Oberfläche; Zugabe keramischer Hartpartikel zum Schlicker vor oder nach dem Auftragen des Schlickers, deren Größe so gewählt wird, daß sie nach dem Wärmebehandeln über die Schicht vorstehen; Trocknen der Schlickerschicht bei einer Temperatur von Raumtemperatur bis 450 °C; und Wärmebehandeln der Schlickerschicht bei Temperaturen von 750° bis 1250°.

[0010] Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß die Panzerung mit einem fertigungstechnisch einfachen Verfahren auf das Bauteil aufgebracht werden kann. Zudem sind die keramischen Hartpartikel in der Schlickerschicht sicher eingebettet und mit dem Bauteil fest verbunden.

[0011] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens werden die Hartpartikel dem Schlicker vor dem Auftragen auf die zu panzernde Oberfläche zugemischt. Auf diese Weise sind die Partikel in dem in einer Suspension vorliegenden Schlicker gleichmäßig verteilt.

[0012] In einer alternativen Ausgestaltung werden die Hartpartikel nach dem Auftragen in die Schlickerschicht eingesetzt, wodurch sich z.B. eine spezielle Anordnung der Partikel auf der zu panzernden Oberfläche erzielen läßt.

[0013] Bevorzugt werden Hartpartikel aus BN, SiC oder Al₂O₃ verwendet, da diese härter als die Schlickerschicht sind und sich beim Betrieb in Einlaufbeläge od. dgl. einschneiden können.

[0014] Ferner ist bevorzugt, daß das Ausgangspulver aus MCrAlY besteht, wobei das Ausgangspulver - wie das Zugabepulver - bevorzugt in einer Korngrößen-

verteilung von 5 bis 120 µm vorliegt. Das M steht dabei für wenigstens eines der Elemente Ni oder Co. Anstelle von Y kann auch Hf oder Ce verwendet werden.

[0015] Das Auftragen des Schlickers auf die zu panzernde Oberfläche des Bauteils erfolgt bevorzugt durch Spritzen, Pinseln oder Tauchen, wodurch sich das Verfahren fertigungstechnisch einfach und kostengünstig durchführen läßt. Durch diese Art des Auftragens lassen sich auf einfache Weise lokal begrenzte Schichten auch auf geometrisch komplizierten Bauteilen aufbringen. Zudem sind keine teuren und aufwendigen Spritz- oder Verdampfungsanlagen erforderlich.

[0016] Bevorzugt wird das Trocknen des Schlickers, der zusammen mit dem organischen oder anorganischen Bindemittel in einer Suspension vorliegt, über 0,5 - 4 Stunden durchgeführt, wobei sich eine Dauer von 1 - 2 Stunden als besonders vorteilhaft erwiesen hat.

[0017] Bevorzugt ist ferner, daß die Schlickerschicht in Schutzgas, z.B. in Argon, oder im Vakuum wärmebehandelt wird, wobei das Wärmebehandeln der Schicht über 1 - 4 Stunden, bevorzugt über etwa 2 Stunden, durchgeführt wird, um die Schlickerschicht mit dem Bauteil und den Hartpartikeln über Diffusion zu verbinden.

[0018] Bevorzugt besteht das metallische Bauteil aus einer Legierung auf Nickel- oder Kobaltbasis, wobei das Bauteil ein Triebwerksbauteil, z.B. eine Turbinenschaufel, sein kann, auf deren Schaufelspitze die Panzerung aufgebracht wird.

[0019] Bevorzugt macht das Zugabepulver bis zu 35 Gew.-% des Gesamtgewichts aus Ausgangs- und Zugabepulver aus.

[0020] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Beispiels näher erläutert.

[0021] Bei einer Ausgestaltung des Verfahrens zum Herstellen einer Panzerung wird zunächst zur Herstellung eines Schlickers ein MCrAlY-Pulver mit einem Zugabepulver zu einer Suspension mit einem üblichen anorganischen Bindemittel gemischt. In der Suspension liegt das Bindemittel mit 5 - 10 Gew.-% und zusätzlich Wasser mit 5 - 7 Gew.-% vor. Die Korngrößen der Pulverpartikel liegen zwischen 5 und 120 µm. In diese fließfähige und spritzbare Masse werden BN-Partikel eingebracht, deren Größe über jener der Pulverpartikel liegt.

[0022] In die Masse wird anschließend die Schaufelspitze einer Turbinenschaufel aus einer Nickelbasislegierung in der Weise eingetaucht, daß sich auf der zu panzernden Schaufelspitze eine Schlickerschicht bildet. Alternativ könnte der die Partikel enthaltende Schlicker z.B. auch mit einem Pinsel unter Bildung einer Schicht auf die Schaufelspitze aufgetragen werden. Im nächsten Schritt wird der in einer Suspension vorliegende, noch feuchte Schlicker bzw. die Schlickerschicht bei Raumtemperatur über etwa 1,5 Stunden getrocknet.

[0023] Die getrocknete Schlickerschicht wird dann bei 1000 °C etwa 2 Stunden im Vakuum wärmebehandelt, um eine Verbindung der Schlickerschicht mit dem

Werkstoff der Turbinenschaufel und mit den Hartpartikeln durch Diffusion zu erzielen. Dabei sintern die in kugliger Form vorliegenden MCrAlY-Partikel wenigstens teilweise zusammen. Darüber hinaus kann auch Ni aus dem Grundwerkstoff austreten und in die Schlickerschicht diffundieren. Nach dem Wärmebehandeln stehen die keramischen Hartpartikel aus BN od. dgl. nach außen über die Schlickerschicht vor und können diese sowie die Schaufelspitze beim Betrieb schützen.

[0024] Die BN-Partikel sind über die Schlickerschicht fest mit der Schaufelspitze verbunden und können sich während des Betriebs der Gasturbine beim Anstreifen in einen gegenüberliegenden Einlaufbelag einschneiden, um auf diese Weise eine Beschädigung der Schaufelspitze zu verhindern und die Spaltgröße zwischen dem rotierenden und dem stehenden Bauteil möglichst gering zu halten.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Panzerung für ein metallisches Bauteil, die auf dessen Oberfläche vorgesehen wird, gekennzeichnet durch die Schritte: Herstellen eines Schlickers durch Mischen einer Bindemittellösung mit einem Al und/oder Cr enthaltenden Ausgangspulver und einem wenigstens ein Element aus Al, Pt, Pd oder Si umfassenden Zugabepulver, wobei das Zugabepulver bei einem ausschließlich Al enthaltenden Ausgangspulver kein Al umfaßt; Auftragen des Schlickers auf die zu panzernde Oberfläche; Zugabe keramischer Hartpartikel zum Schlicker vor oder nach dem Auftragen des Schlickers, deren Größe so gewählt wird, daß sie nach dem Wärmebehandeln über die Schicht vorstehen; Trocknen der Schlickerschicht bei einer Temperatur von Raumtemperatur bis 450 °C; und Wärmebehandeln der Schlickerschicht bei Temperaturen von 750° bis 1250°C.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hartpartikel dem Schlicker vor dem Auftragen zugemischt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hartpartikel nach dem Auftragen in die Schlickerschicht eingesetzt werden.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Hartpartikel aus BN, SiC oder Al₂O₃ verwendet werden.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangspulver aus MCrAlY besteht, wobei M für Ni, für Co oder für eine Kombination aus Ni und Co steht.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulver jeweils eine Korngrößenverteilung von 5 bis 120 µm aufweisen.
- 5
7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Auftragen des Schlickers durch Spritzen, Pinseln oder Tauchen durchgeführt wird.
- 10
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trocknen der Schlickerschicht über 0,5 - 4 Stunden durchgeführt wird.
- 15
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlickerschicht in Schutzgas, z.B. in Argon, oder im Vakuum wärmebehandelt wird.
- 20
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmebehandeln über 1 bis 4 Stunden durchgeführt wird, vorzugsweise über etwa 2 Stunden.
- 25
11. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil aus einer Legierung auf Nickel- oder Kobaltbasis besteht.
- 30
12. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil eine Turbinenschaufel ist, auf deren Schaufelspitze die Panzerung vorgesehen wird.
- 35
13. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zugabepulver bis zu 35 Gew.-% des Gesamtgewichts aus Ausgangs- und Zugabepulver ausmacht.
- 40

45

50

55



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 12 0803

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.7)
Y	US 5 824 366 A (KRISHNANGSHU) 20. Oktober 1998 (1998-10-20)	1-3	C23C10/52 C23C10/56
A	* Spalte 4, Zeile 7 - Zeile 21; Ansprüche 1-8 *	4,7,8, 11,12	
Y	DE 29 10 962 B (ADAM JOSEF) 25. September 1980 (1980-09-25)	1-3	
A	* Ansprüche 1-5; Abbildungen 1,2 *	9	
A	FR 618 485 A (METALLISATOR BERLIN) 10. März 1927 (1927-03-10)	1,2	
	* Seite 1, Zeile 36 - Seite 2, Zeile 39 *		
A	US 4 241 113 A (PIER C. MARTINENGO) 23. Dezember 1980 (1980-12-23)	1,2,6-8, 11,12	
	* Ansprüche 1-4 *		
A	DE 34 20 869 A (M.A.N. MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG) 5. Dezember 1985 (1985-12-05)	1,2,11	
	* Ansprüche 1,2 *		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 235 (M-415), 21. September 1985 (1985-09-21) & JP 60 089503 A (TOSHIBA KIKAI KK), 20. Mai 1985 (1985-05-20)	1,2,6,7, 9	C23C
	* Zusammenfassung *		
A	US 3 741 791 A (DOUGLAS H. MAXWELL) 26. Juni 1973 (1973-06-26)	1,5-11	
	* Spalte 2, Zeile 46 - Spalte 3, Zeile 23; Ansprüche 1-3 *		
A	GB 1 318 609 A (DEUTSCHE EDELSTAHLWERKE) 31. Mai 1973 (1973-05-31)		
	--- -/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 9. Januar 2001	Prüfer Elsen, D
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 Patentedokument, 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)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 12 0803

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A,P	DE 198 27 620 A (MTU MOTOREN-UND TURBINEN-UNION MÜNCHEN) 23. Dezember 1999 (1999-12-23) * Ansprüche 1-13 * -----	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 9. Januar 2001	Prüfer Elsen, D
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			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 00 12 0803

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.

09-01-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5824366 A	20-10-1998	US 5807428 A EP 0879900 A JP 2957555 B JP 10330959 A	15-09-1998 25-11-1998 04-10-1999 15-12-1998
DE 2910962 B	25-09-1980	KEINE	
FR 618485 A	10-03-1927	KEINE	
US 4241113 A	23-12-1980	IT 1083665 B BE 868915 A DE 2830851 A FR 2397468 A GB 1602040 A JP 54019435 A LU 79963 A NL 7806909 A	25-05-1985 03-11-1978 18-01-1979 09-02-1979 04-11-1981 14-02-1979 12-12-1978 16-01-1979
DE 3420869 A	05-12-1985	KEINE	
JP 60089503 A	20-05-1985	KEINE	
US 3741791 A	26-06-1973	KEINE	
GB 1318609 A	31-05-1973	DE 1955203 A BE 757636 A CH 552071 A FR 2071753 A JP 48034292 B NL 7015945 A NO 126807 B SE 358419 B ZA 7007104 A	13-05-1971 01-04-1971 31-07-1974 17-09-1971 20-10-1973 05-05-1971 26-03-1973 30-07-1973 25-08-1971
DE 19827620 A	23-12-1999	WO 9967438 A	29-12-1999

EPO FORM P0481

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