

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 097 249 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**03.04.2002 Patentblatt 2002/14**

(51) Int Cl.7: **C23C 10/58**, C23C 10/30

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/DE99/01753**

(21) Anmeldenummer: **99939334.1**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

**WO 99/67438 (29.12.1999 Gazette 1999/52)**

(22) Anmeldetag: **16.06.1999**

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER PANZERUNG FÜR EIN METALLISCHES BAUTEIL**

METHOD FOR PRODUCING A PLATING FOR A METAL COMPONENT

PROCEDE DE REALISATION D'UN BLINDAGE POUR UN COMPOSANT METALLIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**CH DE ES FR GB IT LI SE**

(56) Entgegenhaltungen:

**DE-B- 2 910 962**

**FR-A- 2 244 011**

**FR-A- 2 397 468**

(30) Priorität: **20.06.1998 DE 19827620**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**09.05.2001 Patentblatt 2001/19**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 9, no. 235 (M-415), 21. September 1985 (1985-09-21) & JP 60 089503 A (TOSHIBA KIKAI), 20. Mai 1985 (1985-05-20)

(73) Patentinhaber: **MTU Aero Engines GmbH 80995 München (DE)**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 008, no. 043 (M-279), 24. Februar 1984 (1984-02-24) & JP 58 197203 A (TOKYO SHIBAURA DENKI KK), 16. November 1983 (1983-11-16)

(72) Erfinder: **WYDRA, Gerhard**

**D-85764 Oberschleiheim (DE)**

(74) Vertreter: **Einsele, Rolf W.**

**DaimlerChrysler AG,  
Intellectual Property Management FTP/A,  
HPC:C106  
70546 Stuttgart (DE)**

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 1 097 249 B1**

## 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 Werkstoffs 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 das 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 ei-

nbüßt.

**[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 eines wenigstens eines der Elemente Ni oder Cr oder Ce enthaltenden Pulvers mit einem Bindemittel; 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 Alitieren über die Schicht vorstehen; Trocknen des Schlickers bei einer Temperatur von Raumtemperatur bis 300 °C; und Alitieren der Schlickerschicht.

**[0010]** Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß die Panzerung mit einem fertigungstechnisch einfachen Verfahren auf das Bauteil aufgebracht werden kann. Zudem sind die harten, keramischen Partikel in der einen Hohlraumanteil von 0 bis 40 % aufweisende Schlickerschicht eingebettet und mit dem Bauteil fest verbunden.

**[0011]** In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens werden die Partikel 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 Partikel nach dem Auftragen in den Schlicker eingesetzt, wodurch sich z.B. eine spezielle Anordnung der Partikel auf der zu panzernden Oberfläche erzielen läßt.

**[0013]** Bevorzugt werden Partikel aus BN, SiC oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verwendet, da diese härter als die Schlickerschicht sind und sich beim Betrieb in Einlaufbeläge od. dgl. einschneiden können.

**[0014]** Ferner ist bevorzugt, daß der Schlicker aus einem Pulver aus MCrAlY hergestellt wird, wobei das Pulver bevorzugt in einer Korngrößenverteilung von 5 bis 120 µm vorliegt. Das M steht dabei für wenigstens eines der Elemente Ni, Co, Pt oder Pd. 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 bei einer Temperatur von 750 bis 1200 °C in Argon oder Vakuum wärmebehandelt wird, wobei das Wärmebehandeln der Schicht bevorzugt über 1 - 4 Stunden durchgeführt wird, um die Schlickerschicht mit dem Bauteil über Diffusion zu verbinden.

**[0018]** In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird der abschließende Schritt Alitieren der Schicht bei einer Temperatur zwischen 800 und 1200 °C und einer Dauer von 1 - 12 Stunden durchgeführt.

**[0019]** 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.

**[0020]** Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

**[0021]** Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Beispiels näher erläutert.

**[0022]** Bei einer Ausgestaltung des Verfahrens zum Herstellen einer Panzerung wird zunächst zur Herstellung eines Schlickers ein MCrAlY-Pulver zu einer Suspension mit einem üblichen anorganischen Bindemittel gemischt. In der Suspension liegt das MCrAlY-Pulver mit 80 - 90 Gew.-%, das Bindemittel mit 5 - 10 Gew.-% und zusätzlich Wasser mit 5 - 7 Gew.-% vor. Die Korngrößen der Partikel des MCrAlY-Pulvers liegen zwischen 5 und 120 µm. In diese fließfähige und spritzbare Masse werden BN-Partikel eingebracht, deren Größe über jener der MCrAlY-Pulverpartikel liegt.

**[0023]** 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.

**[0024]** Die getrocknete Schlickerschicht wird dann bei 1000 °C 1 Stunde im Vakuum wärmebehandelt, um eine Verbindung der Schlickerschicht mit dem Werkstoff der Turbinenschaufel durch Diffusion zu erzielen. Danach anschließend wird die Schicht bei etwa 1100 °C 4 Stunden lang mit einem üblichen Verfahren alitiert, um die Verbindung der Triebwerksschaufel durch Diffusion weiter zu verstärken und die Schlickerschicht zu kompaktieren. Dabei dringt Al in die Schicht und in den Grund-

werkstoff der Turbinenschaufel ein und sorgt sowohl für eine feste Verbindung der Schicht mit dem Bauteil als auch für eine feste Verbindung der kugligen MCrAlY-Partikel untereinander. Zudem 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 Alitierschritt stehen die harten, keramischen Partikel aus BN od. dgl. nach außen über die Schlickerschicht vor und können diese sowie die Schaufelspitze beim Betrieb schützen.

**[0025]** 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 eine Turbinenschaufel, die auf deren Schaufelspitze vorgesehen wird, **gekennzeichnet durch** die Schritte: Herstellen eines Schlickers **durch** Mischen eines wenigstens eines der Elemente Ni oder Cr oder Ce enthaltenden Pulvers mit einem Bindemittel; 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 einem Alitieren über die Schicht vorstehen; Trocknen des Schlickers bei einer Temperatur von Raumtemperatur bis 300 °C; und Alitieren der Schlickerschicht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Partikel dem Schlicker vor dem Auftragen zugemischt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Partikel nach dem Auftragen in den Schlicker eingesetzt werden.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Partikel aus BN, SiC oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verwendet werden.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schlicker aus einem Pulver aus MCrAlY hergestellt wird.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Pulver mit einer Korngrößenverteilung von

5 bis 120 µm vorliegt.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Auftragen durch Spritzen, Pinseln oder Tauchen durchgeführt wird. 5
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Trocknen über 0,5 - 4 Stunden durchgeführt wird. 10
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schlickerschicht vor dem Alitieren bei einer Temperatur von 750 bis 1200 °C in Argon oder Vakuum wärmebehandelt wird. 15
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Wärmebehandeln über 1 bis 4 Stunden durchgeführt wird. 20
11. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Bauteil aus einer Legierung auf Nickel- oder Kobaltbasis besteht. 25
12. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Alitieren bei einer Temperatur zwischen 800 und 1200 °C und einer Dauer von 1 bis 12 Stunden durchgeführt wird. 30

#### Claims 35

1. A process for the production of armour-plating for a turbine blade which is provided on the tip of the blade, **characterised by** the following steps: 40
 

production of a slip by mixing a powder containing at least one of the elements Ni, Cr or Ce with a binding agent; application of the slip to the surface to be armour-plated; addition to the slip prior to or following application of hard ceramic particles of a size selected to ensure that they protrude above the layer after alitization; drying of the slip at a temperature of between room temperature and 300°C; alitization of the slip layer. 45
2. A process in accordance with claim 1, **characterised in that** the particles are mixed together with the slip prior to application. 50
3. A process in accordance with claim 1, **characterised in that** 55

the particles are introduced into the slip following application.

4. A process in accordance with one or more of the preceding claims, **characterised in that** particles of BN, SiC or Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> are used.
5. A process in accordance with one or more of the preceding claims, **characterised in that** the slip is produced from an MCrAlY powder.
6. A process in accordance with one or more of the preceding claims, **characterised in that** the powder has a grain size distribution of 5 to 120 µm.
7. A process in accordance with one or more of the preceding claims, **characterised in that** application is by means of spraying, painting or dipping.
8. A process in accordance with one or more of the preceding claims, **characterised in that** drying takes place over 0.5 to 4 hours.
9. A process in accordance with one or more of the preceding claims, **characterised in that** prior to alitization the slip layer is heat-treated at a temperature of 750 to 1200°C in argon or a vacuum.

10. A process in accordance with claim 9, **characterised in that** the heat treatment is carried out over 1 to 4 hours.
11. A process in accordance with one or more of the preceding claims, **characterised in that** the component consists of a nickel- or cobalt-based alloy.
12. A process in accordance with one or more of the preceding claims, **characterised in that** alitization is carried out at a temperature of between 800 and 1200 °C and for a period of 1 to 12 hours.

#### Revendications

1. Procédé de réalisation d'un blindage pour une aube de turbine, lequel blindage est prévu sur la pointe de l'aube, **caractérisé par** les étapes consistant :

- à réaliser une barbotine en mélangeant une poudre contenant au moins un des éléments nickel (Ni) ou chrome (Cr) ou cérium (Ce), avec un liant ;
  - à appliquer la barbotine sur la surface à blinder ;
  - à ajouter d la barbotine, des particules dures céramiques avant ou après l'application de la barbotine, particules dures dont la taille est choisie de façon telle, que les particules dures soient en saillie sur la couche après un processus de calorisation ;
  - à sécher la barbotine à une température comprise entre la température ambiante et 300°C ; et
  - à procéder à une calorisation de la couche de barbotine.
- 5
- 10
- 15
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les particules sont mélangées à la barbotine avant l'application. 20
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les particules sont insérées dans la barbotine, après l'application, 25
4. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on utilise des particules de nitrure de bore (BN), de carbure de silicium (SiC) ou d'alumine (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). 30
5. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la barbotine est fabriquée à partir d'une poudre de MCrAlY. 35
6. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la poudre est présente en ayant une distribution granulométrique comprise entre 5 µm et 120 µm. 40
7. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le processus d'application peut être réalisé au pistolet, au pinceau ou par immersion. 45
8. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le séchage est réalisé sur une période de temps comprise entre 0,5 heure et 4 heures. 50
9. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de barbotine subit, avant le processus de calorisation, un traitement thermique dans de l'argon ou sous vide, à une température comprise entre 750°C et 1200°C. 55
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le traitement thermique est réalisé sur une période de temps comprise entre 1 heure et 4 heures.
11. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le composant se compose d'un alliage à base de nickel ou de cobalt.
12. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le processus de calorisation est réalisé à une température comprise entre 800°C et 1200°C et sur une durée comprise entre 1 heure et 12 heures.