



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 445 040 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.08.2004 Patentblatt 2004/33

(51) Int Cl.7: **B08B 7/00, F01D 5/00**

(21) Anmeldenummer: **03000755.3**

(22) Anmeldetag: **13.01.2003**

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

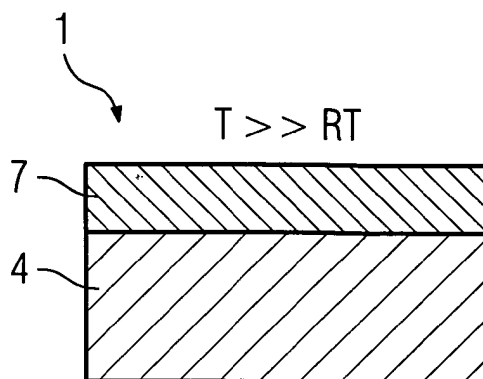
(72) Erfinder: **Heimberg, Beate
45721 Haltern (DE)**

(54) **Verfahren zur Entfernung mindestens einer spröden Schicht von einem Substrat**

(57) Verfahren zur Entfernung von zumindest einer Schicht von einem Substrat nach dem Stand der Technik haben den Nachteil, dass das Substrat in ungewünschter Weise beschädigt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die Entfernung zumindest einer spröden Schicht (7,10) von einem Substrat durch einen Thermoschock, wobei das Substrat (4) nicht geschädigt wird.

FIG 2



EP 1 445 040 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernung mindestens einer spröden Schicht von einem Substrat gemäß Anspruch 1.

[0002] Ein Schichtsystem besteht aus einem Substrat und zumindest einer Schicht, die auf dem Substrat angeordnet ist.

[0003] In verschiedenen Verfahrensschritten bei der Herstellung eines Bauteils, das ein Schichtsystem aufweist, ist es notwendig, die Schicht von dem Substrat zu entfernen.

Dies kann schon direkt nach dem Aufbringen der Schicht auf das Substrat notwendig sein, weil sich herausgestellt hat, dass die Schicht nicht die gewünschten Eigenschaften aufweist und daher das Substrat nochmals für eine Beschichtung verwendet werden soll.

Ebenso ist es möglich, dass das Schichtsystem während eines Einsatzes des Bauteils degradiert ist und die gewünschten Eigenschaften nicht mehr aufweist, so dass die Schicht entfernt werden muss, um eine neue Schicht auf das Substrat aufzubringen.

[0004] Zur Entfernung von Schichten auf einem Substrat sind verschiedene Verfahren wie das Säurestripfen oder das Sandstrahlen bekannt.

[0005] Bei diesen bekannten Verfahren kommt es jedoch vielfach zu einer unzulässig oder unerwünscht starken Schädigung des Substrats. Da jedoch das Substrat wieder verwendet werden soll, ist dies sehr nachteilig.

[0006] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, o. g. Problem zu überwinden.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1.

[0008] In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Verfahrensschritte aufgelistet.

Die in den Unteransprüchen aufgelisteten Maßnahmen können in vorteilhafter Weise miteinander kombiniert werden.

[0009] Es zeigen

Figur 1, 2, 3 verschiedene Verfahrensschritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens,
Figur 4 ein Bauteil, das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt worden ist, und
Figur 5 eine schematische Darstellung eines Bauteils, um den Wirkungsmechanismus des erfindungsgemäßen Verfahrens zu erklären.

[0010] Figur 1 zeigt ein Schichtsystem in einem ersten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0011] Das Schichtsystem 1 besteht aus einem Substrat 4 und zumindest einer Schicht 7, die auf dem Substrat 4 angeordnet ist, und wird bspw. für Gasturbinenteile (Schaufeln) verwendet.

[0012] Das Substrat 4 kann eine Keramik oder ein Metall, insbesondere eine Superlegierung auf Kobalt- oder Nickelbasis, sein.

[0013] Die Schicht 7 kann ebenso aus einem metallischen oder keramischen Werkstoff gebildet sein, wobei jedoch die metallische Schicht beispielsweise aufgrund von Korrosion oder Oxidation spröde geworden ist, so dass sie ein Sprödbruchverhalten aufweist. Das Schichtsystem 1 weist in diesem Zustand eine Temperatur nahe der Raumtemperatur auf ($T = RT$).

[0014] Figur 2 zeigt das Schichtsystem in einem weiteren Verfahrensschritt.

10 In einem weiteren Verfahrensschritt ausgehend von Figur 1 ist das Schichtsystem auf eine Temperatur sehr viel größer als die Raumtemperatur ($T \gg RT$) gebracht worden. Der Temperaturunterschied beträgt mindestens 200K, vorzugsweise jedoch etwa 500K.

15 Dagegen müssen gerade hergestellte, noch warme, Schichtsysteme, deren Schichten fehlerhaft hergestellt und erkennbar nicht verwendbar sind, gar nicht erst abgekühlt werden (Fig. 1), um diesen Verfahrenszustand zu erreichen. Der Erwärmungsschritt entfällt hierbei also völlig oder fällt geringer aus.

20 **[0015]** Figur 3 zeigt das Schichtsystem 1 in einem weiteren Verfahrensschritt.

Ausgehend von Figur 2 ist das Schichtsystem 1 nach Erreichen der sehr stark über der Raumtemperatur liegenden Temperatur sehr schnell auf Raumtemperatur abgekühlt worden.

25 **[0016]** Bei dem Abkühlen kommt es aufgrund von stark unterschiedlichen thermischen Dehnungen von Substrat 4 und Schicht 7 zumindest teilweise zum Abplatzen der zumindest einen Schicht 7 von dem Substrat 4. Dabei ist es sogar möglich, dass die Schicht 7 in viele Einzelteile zerbröselt.

30 Zum Abkühlen kann Luftkühlung, Pressluft oder Trockeneisstrahlung verwendet werden.

35 **[0017]** Zum Erreichen eines ausreichend großen Temperaturunterschiedes zur Bewirkung eines zum Abplatzen der Beschichtung führenden Thermoschocks kann das Schichtsystem 1 hoch aufgeheizt werden und auf Raumtemperatur abgekühlt werden, jedoch ist es ebenso möglich, das Schichtsystem nur mäßig über Raumtemperatur zu erhitzen und dann auf eine Temperatur deutlich unterhalb der Raumtemperatur, beispielsweise in flüssigem Stickstoff (77K) abzukühlen.

40 **[0018]** Figur 4 zeigt ein weiteres Bauteil in Form eines Schichtsystems 1, das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt worden ist.

Das Schichtsystem 1 bestand aus einem Substrat 4 und zwei Schichten 7, 10.

45 **[0019]** Werden die Behandlungsschritte gemäß Figur 1, 2, 3 durchgeführt, kommt es zu einem Bruch innerhalb der Schicht 7. Dies kann gewünscht sein, wenn eine neue Schicht 10 auf der Schicht 7 aufgebracht werden soll. Ebenso ist es möglich durch Einstellung der Verfahrensparameter (Temperaturunterschied, einseitiges Kühlen), dass es zu einem Abplatzen der Schicht 7 im Bereich der Grenzfläche 13 zwischen Schicht 7 und Substrat 4 kommt.

[0020] Das Substrat 4 besteht bspw. aus einer nickel-

oder kobaltbasierten Superlegierung mit einer metallischen MCrAlY-Schicht, wobei M für Element der Gruppe Eisen, Kobalt oder Nickel steht. Auf der MCrAlY-Schicht ist als ein Teil des Substrats 4 bspw. eine Aluminiumoxid-Schicht 7 gewachsen. Auf diese Schicht 7 ist eine keramische Wärmedämmschicht 10 aufgebracht.

Während des betrieblichen Einsatzes des Schichtsystems 1 wächst die Aluminiumoxid-Schicht 7 und altert auch, so dass es zu Mikrorissen und Poren innerhalb der Aluminiumoxid-Schicht 7 kommt. Dadurch wird die Haftung der keramischen Wärmedämmschicht 10 auf dem Substrat verringert.

[0021] Zur Vorbereitung einer Wiederaufarbeitung des Substrats wird das Schichtsystem dann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt.

[0022] Das Substrat 4 wird bei diesem Verfahren nicht geschädigt und kann wieder neu mit einer keramischen Wärmedämmschicht beschichtet werden.

[0023] Figur 5 zeigt schematisch, warum es bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu einer Trennung zwischen der Schicht 7 und dem Substrat 4 kommt.

[0024] Die Schicht 7 weist aufgrund ihres Wachstums und ihrer Alterung Mikrorisse und größere Risse auf und ist bzw. wurde daher spröde.

[0025] Bei Erzeugung eines ausreichend großen Thermoschock, wie er im normalen Betrieb jedoch nicht auftritt, wachsen diese Risse spontan, so dass es zu großflächig verteilten Brüchen dieser spröden Schicht 7 führt.

[0026] Um also mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Schicht entfernen zu können, muss diese Schicht im Thermoschock ein Spröbruchverhalten aufweisen. Auch wenn die Schicht 7, die entfernt werden soll, nicht von vornherein ein Spröverhalten zeigt, so kann sie vielfach doch in einer Vorbehandlung durch Sandstrahlen oder Alterung bei ausreichend hohen Temperaturen oder in aggressiver Umgebung in ein sprödes Material umgewandelt werden, um das erfindungsgemäße Verfahren erfolgreich durchführen zu können.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Verfahren eine Schicht (7, 10) mit Rissen verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren mit einem Thermoschock bei einer Temperaturdifferenz von mindestens 200K durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Thermoschock durch Erhitzen des Schichtsystems (1) auf eine Temperatur weit über der Raumtemperatur und durch schnelles Abkühlen erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Thermoschock durch Erhitzen des Schichtsystems (1) auf eine Temperatur über der Raumtemperatur und Abkühlen auf eine Temperatur unterhalb der Raumtemperatur erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Verfahren eine spröde metallische Schicht (7, 10) verwendet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entfernung mindestens einer spröden Schicht (7, 10) von einem Substrat (4) eines Schichtsystems (1), wobei das Schichtsystem (1) einen Thermoschock erfährt, der zu einem Risswachstum in der spröden Schicht (7, 10) führt, wodurch die spröde Schicht (7, 10) zumindest teilweise vom Substrat (4) getrennt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht (7, 10) eine keramische Schicht ist.

FIG 1

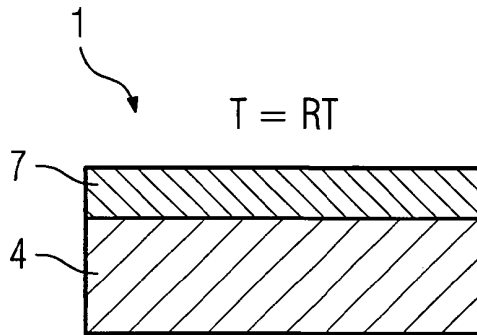


FIG 2

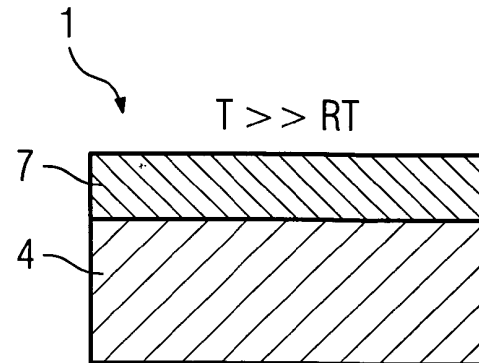


FIG 3

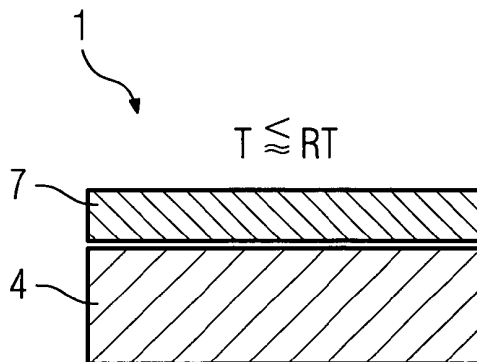


FIG 4

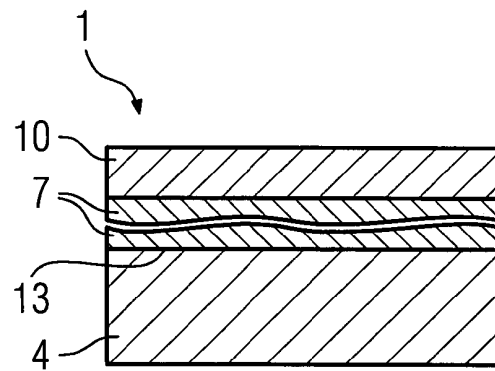
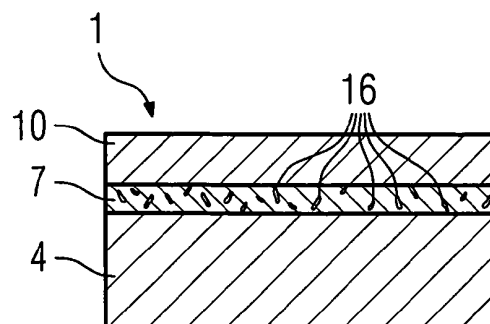


FIG 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 0755

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 614 054 A (REEVES ET AL) 25. März 1997 (1997-03-25) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 4 - Zeile 64 * * Spalte 2, Zeile 39 - Zeile 51 * * Spalte 3, Zeile 28 - Spalte 6, Zeile 40 * ---	1-5,7	B08B7/00 F01D5/00
X	EP 0 628 358 A (ENTREPRISE GAGNERAUD PÈRE ET FILS) 14. Dezember 1994 (1994-12-14) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 26 * * Spalte 4, Zeile 9 - Spalte 5, Zeile 45; Abbildungen * ---	1,5,6	
X A	US 4 705 574 A (BURCKHARDT ET AL) 10. November 1987 (1987-11-10) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 8 - Spalte 3, Zeile 25 * ---	1,5,6 4	
X	FR 2 377 017 A (MURRE ET AL) 4. August 1978 (1978-08-04) * Seite 1, Zeile 1 - Seite 2, Zeile 26 * -----	1,5,6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B08B F01D C23G B23P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28. Mai 2003	Prüfer van der Zee, W
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>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</p> <p>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</p>			

EPO FORM 1503 03 B2 (P04C03)

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

EP 03 00 0755

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

28-05-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5614054	A	25-03-1997	KEINE		
EP 0628358	A	14-12-1994	FR	2706138 A1	16-12-1994
			EP	0628358 A1	14-12-1994
US 4705574	A	10-11-1987	KEINE		
FR 2377017	A	04-08-1978	FR	2377017 A1	04-08-1978

EPO FORM P0461

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