(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Oktober 2007 (25.10.2007)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/118439 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C23C 14/54 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/000390

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. März 2007 (02.03.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 010 860.4 9. März 2006 (09.03.2006) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **MTU AERO ENGINES GMBH** [DE/DE]; Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **COSACK, Thomas** [DE/DE]; Frühlingstrasse 13, 86949 Windach (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **MTU AERO ENGINES GMBH**; Intellectual Property Management, Postfach 50 06 40, 80976 München (DE).

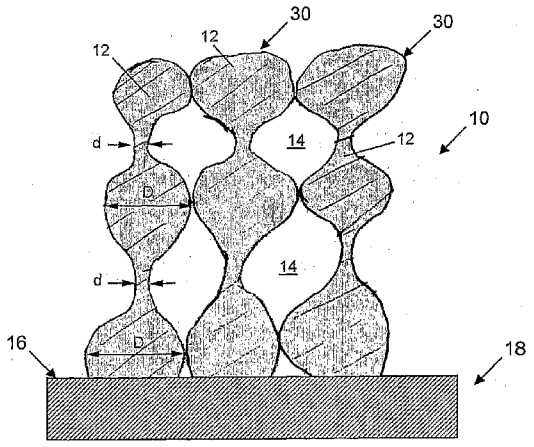
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A THERMAL BARRIER COATING AND THERMAL BARRIER COATING FOR A COMPONENT PART

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER WÄRMEDÄMMSCHICHT UND WÄRMEDÄMMSCHICHT FÜR EIN BAUTEIL



(57) Abstract: The present invention relates to a method for producing a ceramic thermal barrier coating (10) on a component part (18) for use in compressor and turbine components by means of a vapour depositing process, wherein the method comprises the following steps: a) provision of a ceramic vapour for depositing on the component part (18); b) depositing of the ceramic vapour on the component part (18) to form a thermal barrier coating of a columnar structure, the columns (12) being oriented substantially perpendicular to a surface (16) of the component part; and c) varying of at least one method parameter during method step (b) in such a way that the resultant thermal barrier coating comprises columns (12) of alternating decreasing and increasing diameters (d, D). The invention also relates to a thermal barrier coating for component parts (18) for use in compressor and turbine components, wherein the thermal barrier coating (10) comprises a ceramic thermal barrier coating of a columnar structure and the columns (12) are oriented substantially perpendicular to a surface (16) of the component part. According to the invention, the columns (12) have alternately decreasing and increasing diameters (d, D).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/118439 A1

MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer keramischen Wärmedämmschicht (10) auf einem Bauteil (18) zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten mittels eines Dampfablagerungsverfahrens, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: a) Bereitstellung eines Keramikdampfs zur Ablagerung auf dem Bauteil (18); b) Ablagerung des Keramikdampfs auf dem Bauteil (18) zur Ausbildung einer säulen- oder stängelartig strukturierten Wärmedämmschicht, wobei die Säulen oder Stängel (12) im Wesentlichen senkrecht zu einer Bauteiloberfläche (16) ausgerichtet sind; und c) Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts (b), derart dass die resultierende Wärmedämmschicht Säulen oder Stängel (12) umfasst, die abwechselnd sich verkleinernde und sich vergrössernde Durchmesser (d,D) aufweisen. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Wärmedämmschicht für Bauteile (16) zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten, wobei die Wärmedämmschicht (10) aus einer säulen- oder stängelartig strukturierten keramischen Wärmedämmschicht besteht und die Säulen oder Stängel (12) im Wesentlichen senkrecht zu einer Bauteiloberfläche (16) ausgerichtet sind. Erfindungsgemäss weisen die Säulen oder Stängel (12) abwechselnd sich verkleinernde und sich vergrössernde Durchmesser (d,D) auf.

Verfahren zur Herstellung einer Wärmedämmschicht und Wärmedämmschicht für ein Bauteil

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer keramischen Wärmedämmschicht auf einem Bauteil zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten mittels eines Dampfablagerungsverfahrens sowie eine Wärmedämmschicht für Bauteile zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten, wobei die Wärmedämmschicht üblicherweise aus einer säulen- oder stängelartig strukturierten keramischen Wärmedämmschicht besteht und die Säulen oder Stängel im Wesentlichen senkrecht zu einer Bauteiloberfläche ausgerichtet sind. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Bauteil zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten bestehend aus einem metallischen Substrat und einer auf das metallische Substrat zumindest teilweise aufgebrachten Wärmedämmschicht.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zur Herstellung einer keramischen Wärmedämmschicht auf Bauteilen, insbesondere zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten, bekannt. Dabei wird eine Keramikschicht entweder durch ein Plasmaspritzverfahren oder mittels physikalischem Dampfablagerungsverfahren (PVD) auf das Bauteil aufgebracht. Durch die Verwendung von physikalischen Dampfablagerungsverfahren, insbesondere auch der Elektronenstrahlbedampfung (EB-PVD), entstehen Keramikschichten mit stängel- oder säulenförmigen Strukturen. Die Säulen bzw. Stängel weisen dabei über ihre Länge eine konstante Dicke auf. Auch eine säulenartige Unterstruktur der Säulen bzw. Stängel ist homogen. Derartig hergestellte keramische Wärmedämmschichten haben gegenüber den durch einen thermischen Spritzprozess hergestellten Wärmedämmschichten den Vorteil, dass sie infolge der Säulenstruktur eine verbesserte Thermowechselbeständigkeit aufweisen. Zudem lassen die einzelnen Stängeln oder Säulen ein Ausdehnen und Zusammenziehen des Stängelgefüges zu, ohne dass es zu Spannungen kommt, die im Extremfall zum Abplatzen einzelner Teile der Wärmedämmschicht führen können. Durch das zusätzliche Auftragen von wärmedämmenden Keramikschichten auf die genannten Bauteile wird die Bauteilwerkstofftemperatur erniedrigt und damit die Festigkeit erhalten. Als keramischer Werkstoff wird dabei meistens Zirkoniumoxid mit verschiedenen Stabilisatoren, insbesondere Yttriumoxid, verwendet. Verfahren zur Herstellung keramischer Wärmedämmschichten und entsprechende Wärmedämmschichten für metallische Bauteile zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten sind aus der DE 601 03 526 T2, der

DE 693 18 856 T2 sowie den US-Patentschriften Nr. 4,321,311 A, 4,401,697 A, 4,405,659 A sowie 5,514,482 bekannt.

Nachteilig an den bekannten Verfahren zur Herstellung von keramischen Wärmedämmschichten sowie den daraus hergestellten Wärmedämmschichten ist jedoch, dass durch die Verwendung von physikalischen Dampfablagerungsverfahren relativ dichte säulen- bzw. stängelartige Strukturen entstehen. Die relativ hohe Dichte begünstigt jedoch nachteiligerweise den Wärmefluss innerhalb der keramischen Wärmedämmschicht.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine gattungsgemäße Wärmedämmschicht für ein Bauteil mit einer insbesondere deutlich reduzierten Wärmeleitfähigkeit bereitzustellen.

Es ist weiterhin Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein gattungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer keramischen Wärmedämmschicht bereitzustellen, bei dem die resultierende Wärmedämmschicht eine deutliche, insbesondere reduzierte Wärmeleitfähigkeit aufweist.

Zudem ist es weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Bauteil zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten bestehend aus einem metallischen Substrat und einer auf das metallische Substrat zumindest teilweise aufgebrachten Wärmedämmschicht bereitzustellen, wobei die Wärmedämmschicht eine gegenüber bekannten Wärmedämmschichten, insbesondere deutlich, reduzierte Wärmeleitfähigkeit aufweist.

Gelöst werden diese Aufgaben durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Wärmedämmschicht gemäß den Merkmalen des Anspruchs 15 sowie ein Bauteil gemäß den Merkmalen des Anspruchs 20.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen beschrieben.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer keramischen Wärmedämmschicht auf einem Bauteil zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten umfasst ein Dampfablagerungsverfahren mit folgenden Verfahrensschritten: a) Bereitstellung eines Keramikdampfs zur Ablagerung auf dem Bauteil; b) Ablagerung des Keramikdampfs auf dem Bauteil zur Ausbildung einer säulen- oder stängelartig strukturierten Wärmedämmschicht, wobei die Säulen oder Stängel im Wesentlichen senkrecht zu einer Bauteiloberfläche ausgerichtet sind; und c) Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts b), derart, dass die re-

sultierende Wärmedämmschicht Säulen oder Stängel umfasst, die abwechselnd sich verkleinernde und sich vergrößernde Durchmesser aufweisen. Bei dem Dampfablagerungsverfahren handelt es sich insbesondere um ein physikalisches Dampfablagerungsverfahren, wie zum Beispiel ein Elektronenstrahl-Dampfablagerungsverfahren. Es ist jedoch auch denkbar ein Kathodenzerstäubungsverfahren oder ein Lichtbogenverdampfungsverfahren sowie CVD-Verfahren einzusetzen. Durch die Verwendung eines Dampfablagerungsverfahrens ist gewährleistet, dass die entstehende Wärmedämmschicht säulen- oder stängelartig strukturiert ist und somit bereits bekannte Vorteile derartig strukturierter keramischer Wärmedämmschichten erhalten bleiben. Erfindungsgemäß weisen die entstehenden Säulen oder Stängel abwechselnd sich verkleinernde und sich vergrößernde Durchmesser auf. Durch die sich abwechselnd verkleinernden und vergrößernden Durchmesser im Laufe der Schichtentstehung der Wärmedämmschicht entstehen Poren zwischen den einzelnen Säulen oder Stängeln, die zu einer deutlichen Reduzierung des Wärmeflusses und damit der Wärmeleitfähigkeit der entstehenden Wärmedämmschicht beitragen. Das Merkmal der sich verkleinernden und vergrößernden Durchmesser ist dabei insbesondere auch so zu verstehen, dass sich benachbarte Säulen bzw. Stängel zumindest abschnittsweise über ihre Länge nicht berühren und nicht parallel verlaufen. Selbiges gilt für eine eventuell auftretende Unterstruktur. Zudem verhindern vorteilhafterweise die kleinen Durchmesser der einzelnen Stängel oder Säulen den Wärmefluss massiv, so dass es auch dadurch zu einer erheblichen Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit der entstehenden Wärmedämmschicht kommt.

In weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Verfahren in einer Beschichtungskammer, insbesondere einer Vakuumkammer, durchgeführt. Dabei wird das zu beschichtende Bauteil in die Beschichtungskammer eingeführt und die keramische Wärmedämmschicht darauf abgelagert. Das Bauteil wird üblicherweise zumindest an der zu beschichteten Bauteiloberfläche erwärmt bzw. erhitzt.

Zudem ist es möglich, dass während des Verfahrensschritts b) Sauerstoff und Inertgas zugeleitet werden und die Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts c) die Variierung des Partialdrucks von Sauerstoff und/oder dem Inertgas während der Beschichtung oder in der Beschichtungskammer umfasst. Dabei können die Partialdrücke und auch der Gesamtdruck über die Gasflüsse oder die Pumpleistung geregelt werden.
Es ist aber auch möglich, dass während des Verfahrensschritts b) das zu beschichtende Bauteil bewegt wird und die Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts c) die Variierung der

Art der Bauteilbewegung und/oder Bauteilgeschwindigkeit während der Beschichtung umfasst. Dabei kann das Bauteil insbesondere rotiert werden, so dass die Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts c) die Variierung der Drehzahl während der Beschichtung umfasst. Des Weiteren ist es möglich, dass die Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts c) die Variierung der Abscheiderate des Keramikdampfs auf das Bauteil während der Beschichtung umfasst. Schließlich ist auch eine Variierung des Drucks während der Beschichtung oder in der Beschichtungskammer zur Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts c) möglich. Durch die genannten Maßnahmen ergibt sich die erfindungsgemäße Schichtstruktur der keramischen Wärmedämmschicht, wobei die entstehenden Säulen oder Stängel abwechselnd sich verkleinernde und sich vergrößernde Durchmesser entlang ihrer Längserstreckung aufweisen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst der Keramikdampf bzw. das verwendete Keramikmaterial Zirkoniumoxid, Yttriumoxid oder eine Mischung hiervon. Auch andere keramische Materialien sind denkbar. Üblicherweise wird die Wärmedämmschicht in einer Dicke zwischen 1 und 400 µm abgelagert, jedoch sind auch andere Schichtdicken denkbar.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zwischen der zu beschichtenden Bauteiloberfläche und in der Wärmedämmschicht zumindest teilweise eine Haftschicht ausgebildet. Die Haftschicht kann dabei aus MCrAlY alitierten/Al-angereicherten Oberflächen, oder Pt/Al bestehen. Die Haftschicht kann dabei mittels bekannter thermischer Spritzverfahren, galvanischer-, Diffusionsbehandlungsverfahren oder auch mittels physikalischer Dampfablagerungsverfahren aufgetragen werden. Zudem ist es in einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, dass zwischen der zu beschichtenden Bauteiloberfläche und der Haftschicht zumindest teilweise eine Zwischenschicht aus Aluminiumoxid ausgebildet wird.

Eine erfindungsgemäße Wärmedämmschicht besteht aus Keramikmaterial und weist eine säulen- oder stängelartige Struktur bzw. Kornstruktur auf, wobei die Säulen oder Stängel im Wesentlichen senkrecht zu einer Bauteiloberfläche ausgerichtet sind. Erfindungsgemäß weisen die Säulen oder Stängel sich verkleinernde und sich vergrößernde Durchmesser entlang ihrer Längserstreckung auf. Die Korngrenzen der einzelnen Säulen oder Stängel können sich dabei zumindest teilweise berühren, zwischen den einzelnen Säulen oder Stängeln werden vorteilhafterweise Porenräume ausgebil-

det. Durch die erfindungsgemäße Struktur bzw. Ausbildung der einzelnen Säulen oder Stängel ergibt sich eine deutliche Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmschicht, da die kleinen Durchmesser der Einzelstängel den Wärmefluss massiv behindern. Zudem vermindern die innerhalb der Wärmedämmschicht ausgebildeten Poren den Wärmefluss signifikant.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Wärmedämmschicht umfasst das Keramikmaterial der Wärmedämmschicht Zirkoniumoxid, Yttriumoxid oder eine Mischung hiervon. Die Verwendung anderer geeigneter Keramikmaterialien zur Ausbildung der Wärmedämmschicht ist jedoch ebenfalls denkbar. Die Wärmedämmschicht weist üblicherweise eine Dicke zwischen 1 und 400 µm auf, wobei auch andere Dicken denkbar sind.

Ein erfindungsgemäßes Bauteil zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten besteht aus einem metallischen Substrat und einer auf das metallische Substrat zumindest teilweise aufgebrachten erfindungsgemäßen Wärmedämmschicht, wie im Vorhergehenden beschrieben. Ein entsprechend beschichtetes Bauteil weist aufgrund der deutlichen Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmschicht gemäß vorliegender Erfindung eine deutlich geringere Verschleißrate bei einer entsprechend höheren Lebensdauer auf.

In weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Bauteils kann zwischen dem Substrat und der Wärmedämmschicht zumindest teilweise eine Haftschicht, insbesondere aus MCrAlY und Pt/Al ausgebildet sein. Es ist zudem möglich, dass zwischen dem Substrat und der Haftschicht zumindest teilweise eine Zwischenschicht aus Aluminiumoxid ausgebildet ist. Das erfindungsgemäße Bauteil ist insbesondere Bestandteil eines Gasturbinentriebwerks.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines zeichnerisch dargestellten Ausführungsbeispiels. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung eines Bauteils mit einer Wärmedämmschicht gemäß dem Stand der Technik; und

Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung eines Bauteils mit einer erfindungsgemäßen Wärmedämmschicht.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung ein Bauteil bzw. ein metallisches Substrat 18 mit einer darauf angeordneten Wärmedämm-

schicht 22. Zwischen der Wärmedämmschicht 22 und der Bauteiloberfläche 16 ist eine Haftschicht 20, insbesondere aus MCrAlY oder Pt/Al, ausgebildet. Man erkennt, dass die Wärmedämmschicht 22 eine säulen- oder stängelartige Struktur aufweist, wobei die einzelnen Säulen oder Stängel 24 im Wesentlichen senkrecht zu der Bauteiloberfläche 16 ausgerichtet sind. Die Korngrenzen 26, 28 jeweils unterschiedlicher Säulen 24 berühren sich dabei über die Längserstreckung der Stängel 24. Dadurch ergibt sich eine relativ dichte kolumnare Struktur, die den Wärmefluss innerhalb der keramischen Wärmedämmschicht 22 begünstigt.

Fig. 2 zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung eine keramische Wärmedämmschicht 10, die auf eine Bauteiloberfläche 16 des Bauteils 18 aufgetragen bzw. dort abgelagert worden ist. Man erkennt, dass die Wärmedämmschicht 10 wiederum aus Säulen oder Stängeln 12 besteht, die im Wesentlichen senkrecht zu der Bauteiloberfläche 16 ausgerichtet sind. Im Gegensatz zu der in Fig. 1 dargestellten bekannten Säulenstruktur weisen die in Fig. 2 dargestellten Säulen oder Stängel 12 sich abwechselnd verkleinernde und sich vergrößernde Durchmesser d, D - entlang ihrer Längserstreckung - auf. Man erkennt, dass sich die Korngrenzen 30 der einzelnen Stängel zumindest teilweise berühren, jedoch zwischen den einzelnen Säulen oder Stängeln 12 Formräume 14 ausgebildet sind. Durch die kleinen Durchmesser d in den Einzelstängeln oder Einzelsäulen wird der Wärmefluss innerhalb der Wärmedämmschicht 10 massiv behindert. Zudem wird durch die Poren 14 die Dichte der Wärmedämmschicht 10 deutlich verringert, so dass auch hierdurch der Wärmefluss innerhalb der Wärmedämmschicht 10 deutlich verringert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer keramischen Wärmedämmschicht auf einem Bauteil zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten umfassend ein Dampfablagerungsverfahren mit folgenden Verfahrensschritten:

a) Bereitstellung eines Keramikdampfs zur Ablagerung auf dem Bauteil;

b) Ablagerung des Keramikdampfs auf dem Bauteil zur Ausbildung einer säulen- oder stängelartig strukturierten Wärmedämmschicht(10), wobei die Säulen oder Stängel (12) im Wesentlichen senkrecht zu einer Bauteiloberfläche (16) ausgerichtet sind; und

c) Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts b), derart, dass die resultierende Wärmedämmschicht (10) Säulen oder Stängel (12) umfasst, die abwechselnd sich verkleinernde und sich vergrößernde Durchmesser (d, D) aufweisen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Dampfablagerungsverfahren ein physikalisches Dampfablagerungsverfahren (PVD) ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das physikalische Dampfablagerungsverfahren (PVD) ein Elektronenstrahl-Dampfablagerungsverfahren (EB-PVD), ein Kathodenzerstäubungsverfahren oder ein Lichtbogenverdampfungsverfahren ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren in einer Beschichtungskammer, insbesondere einer Vakuumkammer durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während des Verfahrensschritts b) Sauerstoff und Inertgas zugeleitet wird und die Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts c) die Variierung des Partialdrucks von Sauerstoff und/oder dem Inertgas während der Beschichtung oder in der Beschichtungskammer umfasst.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während des Verfahrensschritts b) das zu beschichtende Bauteil bewegt wird und die Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts c) die Variierung der Art der Bauteilbewegung und/oder Bauteilgeschwindigkeit während der Beschichtung umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil rotiert und die Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts c) die Variierung der Drehzahl während der Beschichtung umfasst.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts c) die Variierung der Abscheiderate des Keramikdampfs auf das Bauteil während der Beschichtung umfasst.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Variierung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Verfahrensschritts c) die Variierung des Drucks während der Beschichtung oder in der Beschichtungskammer umfasst.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Keramikdampf bzw. das Keramikmaterial Zirkoniumoxid, Yttriumoxid oder eine Mischung hiervon umfasst.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmedämmschicht in einer Dicke zwischen 1 und 500 µm abgelagert wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der zu beschichtenden Bauteiloberfläche (16) und der Wärmedämmschicht (10) zumindest teilweise eine Haftschicht (20) ausgebildet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftschicht MCrAlY und/oder Pt/Al aufweist oder daraus besteht und/oder Al-angereichert bzw. alitiert ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der zu beschichtenden Bauteiloberfläche (16) und der Haftschicht (20) zumindest teilweise eine Zwischenschicht aus Aluminiumoxid ausgebildet wird.

15. Wärmedämmschicht für Bauteile zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten, wobei die Wärmedämmschicht aus einer säulen- oder stängelartig strukturierten keramischen Wärmedämmschicht (10) besteht und die Säulen oder Stängel (12) im Wesentlichen senkrecht zu einer Bauteiloberfläche (16) ausgerichtet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Säulen oder Stängel (12) abwechselnd sich verkleinernde und sich vergrößernde Durchmesser (d, D) aufweisen.

16. Wärmedämmschicht nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Korngrenzen der einzelnen Säulen oder Stängel (12) sich zumindest teilweise berühren.

17. Wärmedämmschicht nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den einzelnen Säulen oder Stängel (12) Porenräume (14) ausgebildet sind.

18. Wärmedämmschicht nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramikmaterial der Wärmedämmschicht (10) Zirkoniumoxid, Yttriumoxid oder eine Mischung hiervon umfasst.

19. Wärmedämmschicht nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmedämmschicht (10) eine Dicke zwischen 1 und 500 µm aufweist.

20. Bauteil zur Verwendung in Verdichter- und Turbinenkomponenten bestehend aus einem metallischen Substrat (18) und einer auf das metallische Substrat (18) zumindest teilweise aufgebrachten Wärmedämmschicht (10) nach einem der Ansprüche 15 bis 19.

21. Bauteil nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Substrat (18) und der Wärmedämmschicht (10) zumindest teilweise eine Haftschicht (20) ausgebildet ist.

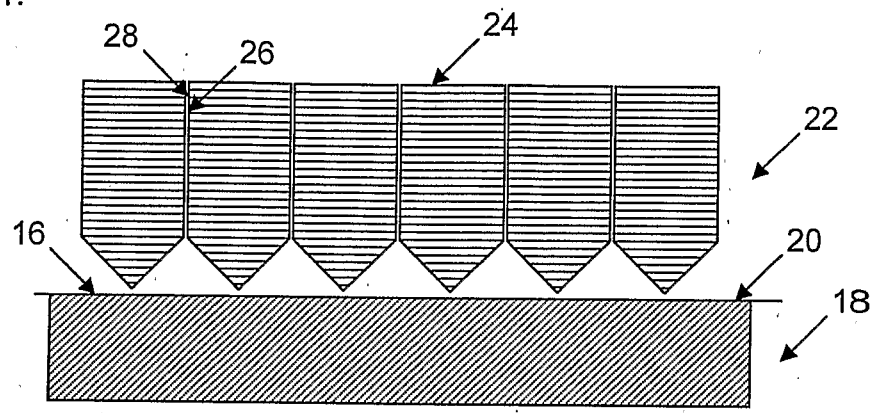
22. Bauteil nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftschicht (20) aus MCrAlY besteht und/oder Al-angereichert bzw. alitiert ist

23. Bauteil nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Substrat (18) und der Haftschicht (20) zumindest teilweise eine Zwischenschicht aus Aluminiumoxid ausgebildet ist.

24. Bauteil nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil Bestandteil eines Gasturbinentriebwerks ist.

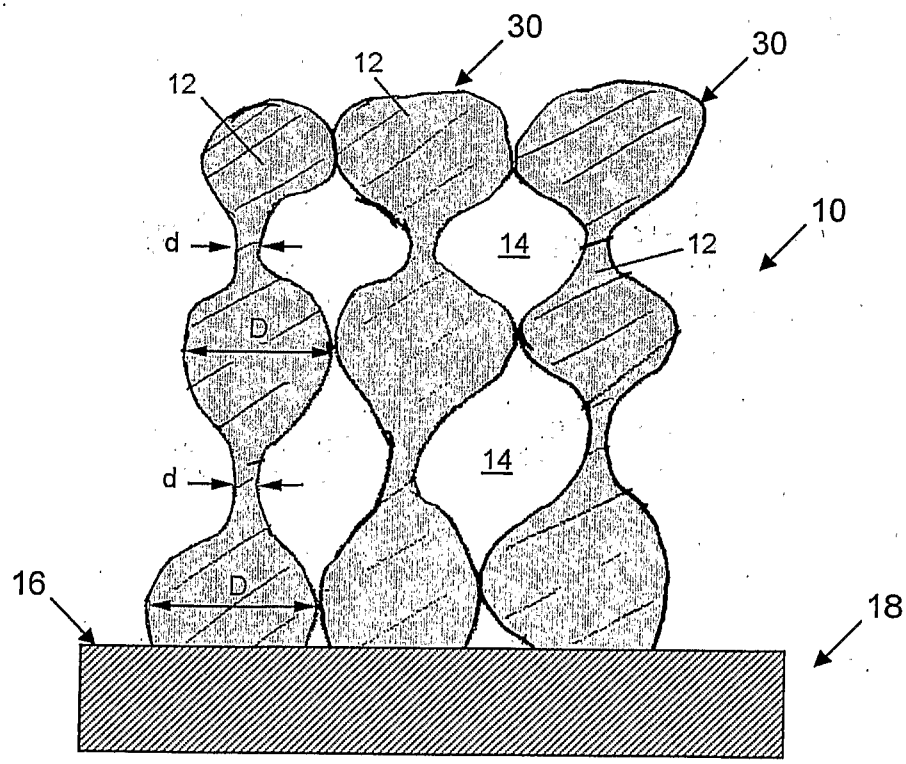
* * *

Fig. 1:



Stand der Technik

Fig. 2:



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/000390

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C23C14/54

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 464 723 A (SIEMENS WESTINGHOUSE POWER [US]) 6 October 2004 (2004-10-06) paragraphs [0008], [0009], [0012]; figures 1,4	1-24
X	EP 1 209 321 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 29 May 2002 (2002-05-29) paragraphs [0001], [0007], [0013]; figures 2,4	1-4,6,7, 10-24
X	EP 1 111 085 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 27 June 2001 (2001-06-27) paragraphs [0002], [0018], [0026], [0036] - [0038], [0040]; figure 2	1-4, 10-24

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 May 2007	08/06/2007

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Schuhmacher, Jörg

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/000390

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 350 599 A (RIGNEY DAVID V [US] ET AL) 27 September 1994 (1994-09-27) Spalte 5, Zeilen 6-16 Spalte 6, Zeile 46 - Spalte 7, Zeile 2 column 2, line 67 - column 3, line 34; figures 1,2,5 _____	1-4,6,7, 10-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2007/000390

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1464723 A	06-10-2004	NONE	
EP 1209321 A2	29-05-2002	SG 106647 A1	29-10-2004
		US 6492038 B1	10-12-2002
EP 1111085 A	27-06-2001	JP 2001225411 A	21-08-2001
		SG 97963 A1	20-08-2003
		US 6365236 B1	02-04-2002
US 5350599 A	27-09-1994	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/000390

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C23C14/54

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C23C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 464 723 A (SIEMENS WESTINGHOUSE POWER [US]) 6. Oktober 2004 (2004-10-06) Absätze [0008], [0009], [0012]; Abbildungen 1,4	1-24
X	EP 1 209 321 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 29. Mai 2002 (2002-05-29) Absätze [0001], [0007], [0013]; Abbildungen 2,4	1-4,6,7, 10-24
X	EP 1 111 085 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 27. Juni 2001 (2001-06-27) Absätze [0002], [0018], [0026], [0036] - [0038], [0040]; Abbildung 2	1-4, 10-24

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der *Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der* Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
24. Mai 2007	08/06/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Schuhmacher, Jörg

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/000390

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 350 599 A (RIGNEY DAVID V [US] ET AL) 27. September 1994 (1994-09-27) Spalte 5, Zeilen 6-16 Spalte 6, Zeile 46 - Spalte 7, Zeile 2 Spalte 2, Zeile 67 - Spalte 3, Zeile 34; Abbildungen 1,2,5 -----	1-4,6,7, 10-24

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/000390

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1464723	A	06-10-2004	KEINE		
EP 1209321	A2	29-05-2002	SG	106647 A1	29-10-2004
			US	6492038 B1	10-12-2002
EP 1111085	A	27-06-2001	JP	2001225411 A	21-08-2001
			SG	97963 A1	20-08-2003
			US	6365236 B1	02-04-2002
US 5350599	A	27-09-1994	KEINE		