

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Mai 2011 (05.05.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/050792 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C23C 4/04 (2006.01) C23C 4/06 (2006.01)
C23C 4/10 (2006.01) C23C 24/10 (2006.01)
C23C 4/12 (2006.01) F01D 11/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2010/001277

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Oktober 2010 (30.10.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 051 554.2
31. Oktober 2009 (31.10.2009) 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): WACHTER, Wolf-
gang [DE/US]; 3827 Paxton Ave., 45209 Cincinnati,
Ohio (US). HERTTER, Manuel [DE/DE]; Aubinger
Strasse 93A, 81247 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

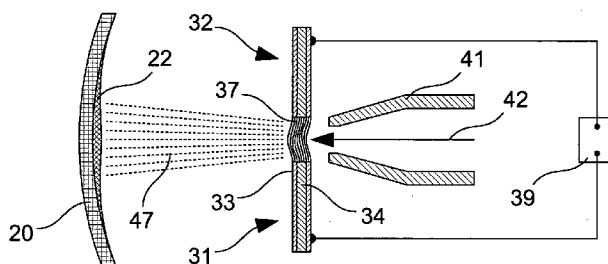
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING AN ABRADABLE COATING ON A TURBOMACHINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINES EINLAUFBELAGS AN EINER STRÖMUNGSMASCHINE

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing an abradable coating (21) on a surface of a turbomachine (10), wherein an arc (37) is produced between a first electrode (31) having a first material and a second electrode (32) having a second material. A gas flow (42) through the arc (37) onto the surface is produced. Said gas flow carries along the first material and the second material from the arc (37) and deposits the first material and the second material from the arc onto the surface in order to form the abradable coating (21) or a precursor layer (22) of the abradable coating (21).

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zum Erzeugen eines Einlaufbelags (21) an einer Oberfläche einer Strömungsmaschine (10) wird ein Lichtbogen (37) zwischen einer ersten Elektrode (31) mit einem ersten Material und einer zweiten Elektrode (32) mit einem zweiten Material erzeugt. Ein Gasstrom (42) durch den Lichtbogen (37) auf die Oberfläche wird erzeugt, der das erste Material und das zweite Material aus dem Lichtbogen (37) mitnimmt und auf der Oberfläche deponiert, um den Einlaufbelag (21) oder eine Vorläuferschicht (22) des Einlaufbelags (21) zu bilden.

WO 2011/050792 A1

Beschreibung

Verfahren zum Erzeugen eines Einlaufbelags an einer Strömungsmaschine

- 5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erzeugen eines Einlaufbelags an einer Strömungsmaschine, ein Bauteil einer Strömungsmaschine und eine Strömungsmaschine mit einem Einlaufbelag.

10 Axialverdichter und Gasturbinen, wie sie beispielsweise in Gasturbinentriebwerken für Luftfahrzeuge oder andere mobile oder stationäre Anwendungen verwendet werden, umfassen in der Regel mehrere Stufen mit rotierenden Laufschaufeln bzw. Rotorschaufeln und feststehenden Leitschaufeln bzw. Statorschaufeln. Die Rotorschaufeln sind mit einem Rotor starr verbunden und rotieren mit diesem mit hoher Drehzahl um eine Achse.

- 15 Ein wesentliches Merkmal von Axialverdichtern und Gasturbinen sind die Druckdifferenzen, die zwischen der stromaufwärtigen Seite und der stromabwärtigen Seite jedes Schaufelkranzes existieren. Jeder Druckverlust am äußeren Rand eines Rotorschaufelkranzes oder am inneren Rand eines Statorschaufelkranzes mindert den Wirkungsgrad.

- 20 Aufgrund hoher Drehzahlen, teilweise hoher Temperaturen, radialer und axialer Auslenkungen, die aus Vibrationen und unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten und Temperaturen der beteiligten Bauteile herrühren, werden überwiegend Labyrinthdichtungen bzw. Spaltdichtungen verwendet. Beispielsweise greift eine Dichtfinne am rotierenden Bauteil in eine Nut am ruhenden Bauteil ein oder umgekehrt.

- 25 Die genauen Abmessungen der Dichtfinne und vor allem der Nut werden oft nicht bereits bei der Fertigung eingestellt bzw. geschaffen. Vielmehr gräbt sich beispielsweise eine ein hartes Material aufweisende Finne während eines Einlaufvorgangs der Strömungsmaschine in einen Einlaufbelag ein und bildet so dort die korrespondierende Nut. Der Einlaufbelag weist dazu ein Material
30 auf, das leicht abgetragen werden kann.

Einlaufbeläge werden herkömmlich unter anderem durch Flammsspritzen und Plasmaspritzen erzeugt. Dabei kann jedoch in der heißen Flamme eine chemische Reaktion des pulverförmigen Materials auftreten. Beispielsweise kann beim Flammsspritzen von Nickel und Graphit der Graphit verbrennen. Dies hat einen erheblichen Einfluss auf die Härte der erzeugten Schicht, ist jedoch schwer steuerbar oder vermeidbar. Insgesamt entstehen beim Flammsspritzen prozessbedingt erhebliche Schwankungen in der Dicke und anderen Eigenschaften der Schicht.

Auch beim Plasmaspritzen ist eine genaue Steuerung bzw. Kontrolle aller Parameter erforderlich, um eine Härte des Einlaufbelags in einem gewünschten Bereich zu erhalten. Oft ist die Beimischung von Polyester zum Pulver erforderlich. Das Polyester wird nach dem Beschichten in einem separaten Verfahrensschritt bei hoher Temperatur in einem Ofen ausgebrannt. Dies erzeugt erhebliche zusätzliche Kosten.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein verbessertes Verfahren zum Erzeugen eines Einlaufbelags an einer Strömungsmaschine, ein verbessertes Bauteil einer Strömungsmaschine und eine verbesserte Strömungsmaschine zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beruhen auf der Idee, einen Einlaufbelag an einer Strömungsmaschine bzw. einem Bauteil für eine Strömungsmaschine durch Lichtbogendrahtspritzen zu erzeugen. Das Material des Einlaufbelags wird mit einem Lichtbogen zwischen zwei Elektroden von den Elektroden abgetragen und von einem Gasstrom auf die zu beschichtende Oberfläche geschleudert.

Ein Vorteil des Lichtbogendrahtspritzens besteht in seinen gerade für diese Anwendung vergleichsweise geringen Kosten. Durch die Wahl des Gases, das keinen Sauerstoff zur Unterhaltung einer Flamme enthalten muss, kann eine Oxidation oder eine andere unerwünschte chemische Reaktion des den Einlaufbelag bildenden Materials noch im Gasstrom oder auch nach der Ablagerung verhindert werden. Ferner kann ohne Weiteres eine Mischung mehrerer Materialien

in einem vorbestimmten Verhältnis erzeugt werden, indem Elektroden mit diesen Materialien im gewünschten Verhältnis verwendet werden.

Die Erzeugung eines Einlaufbelags mittels Lichtbogendrahtspritzens ermöglicht im Vergleich zu einigen herkömmlichen Verfahren ein deutlich besser reproduzierbares Ergebnis, insbesondere deutlich besser reproduzierbare Eigenschaften des Einlaufbelags. Beispielsweise kann die Variation der Pulverkornfraktion und die resultierende Variation der Härte und anderer Eigenschaften des Einlaufbelags wesentlich reduziert werden.

Ein weiterer Vorteil der Erzeugung eines Einlaufbelags mittels Lichtbogendrahtspritzens besteht darin, dass das Ergebnis, insbesondere der fertige Einlaufbelag, im Vergleich zu einigen anderen Verfahren erheblich schneller vorliegt. Dies wiederum kann die Qualitätssicherung und die Regelung des Prozesses vereinfachen.

Insbesondere werden ein in Wasser oder einem anderen vorbestimmten Lösungsmittel lösliches Material und ein in diesem vorbestimmten Lösungsmittel nicht lösliches Material gleichzeitig durch Lichtbogendrahtspritzen aufgetragen. Vorliegend wird ein Material insbesondere auch dann als löslich in einem Lösungsmittel bezeichnet, wenn es mit Wasser oder einem anderen vorbestimmten Lösungsmittel zu einer in dem Lösungsmittel löslichen Verbindung reagiert.

Beim anschließenden Herauslösen des löslichen Materials verbleiben in dem unlöslichen Material Poren, aufgrund derer der Einlaufbelag leicht abtragbar ist.

Bei einem Verfahren zum Erzeugen eines Einlaufbelags an einer Oberfläche einer Strömungsmaschine wird ein Lichtbogen zwischen einer ersten Elektrode mit einem ersten Material und einer zweiten Elektrode mit einem zweiten Material erzeugt. Ein Gasstrom durch den Lichtbogen auf die zu beschichtende Oberfläche wird erzeugt, der das erste Material und das zweite Material aus dem Lichtbogen mitnimmt und auf der Oberfläche deponiert, um den Einlaufbelag oder eine Vorläuferschicht des Einlaufbelags zu bilden.

Jede der beiden Elektroden kann eines der beiden Materialien oder beide Materialien enthalten. Beispielsweise weist die erste Elektrode nur ein erstes Material und die zweite Elektrode nur ein zweites Material auf; oder jede der beiden Elektroden weist beide Materialien auf.

Insbesondere ist das erste Material in einem vorbestimmten Lösungsmittel – beispielsweise Wasser oder einem Alkohol – nicht löslich, während das zweite Material in dem vorbestimmten Lösungsmittel löslich ist. Dies schließt ein, dass die Löslichkeiten des ersten Materials und des zweiten Materials sich deutlich unterscheiden, beispielsweise um einen Faktor 10, 20, 50 oder 100. Die wie beschrieben erzeugte Schicht ist in diesem Fall eine Vorläuferschicht des Einlaufbelags. Bei Einwirkung des Lösungsmittels auf die Vorläuferschicht wird das zweite Material aus der Vorläuferschicht gelöst, um eine poröse Struktur zu erhalten, die nur noch oder im Wesentlichen nur noch das erste Material aufweist und den Einlaufbelag bildet.

Das erste Material umfasst beispielsweise Nickel oder eine Nickellegierung oder eine andere nicht-wasserlösliche Metalllegierung. Das zweite Material umfasst beispielsweise Al_2O_3 oder eine andere wasserlösliche Metalllegierung, wobei das Lösungsmittel Wasser oder eine Säure oder eine Base ist. Sowohl das erste Material als auch das zweite Material kann ferner Zuschlagstoffe umfassen, beispielsweise Graphit, Polyester, Bentonit, Bornitrid oder einen anderen keramischen, mineralischen oder organischen Stoff.

Die vorliegende Erfindung umfasst ferner ein Bauteil einer Strömungsmaschine und eine Strömungsmaschine mit einem wie oben dargestellt erzeugten Einlaufbelag.

Kurzbeschreibung der Figuren

Nachfolgend werden Ausführungsformen anhand der beigefügten Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Gasturbinentriebwerks;

Figur 2 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Erzeugen eines Einlaufbelags an einem Gasturbinentriebwerk;

Figur 3 ein schematisches Flussdiagramm eines Verfahrens zum Erzeugen eines Einlaufbelags.

5 Beschreibung der Ausführungsformen

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Gasturbinentriebwerks für mobile oder stationäre Anwendungen als Beispiel einer Strömungsmaschine. Das Gasturbinentriebwerk 10 umfasst einen Niederdruckverdichter 11, einen Hochdruckverdichter 12, eine Brennkammer 13, eine Hochdruckturbine 14 und eine Niederdruckturbine 15. Das Gasturbinentriebwerk 10 weist mehrere Statorschaufelkränze und mehrere Rotorschaufelkränze auf. In Figur 1 ist davon nur ein Rotorschaufelkranz 17 dargestellt. Am äußeren Umfang des Rotorschaufelkranzes 17 ist ein Bauteil 20 mit einem Einlaufbelag 21 angeordnet, in dem sich eine in Figur 1 nicht dargestellte Dichtfinne am äußeren Umfang des Rotorschaufelkranzes 17 eingraben kann, um eine Spaltdichtung oder eine Labyrinthdichtung zu bilden. Die Darstellung des Rotorschaufelkranzes 17, des Bauteils 20 und des Einlaufbelags 21 im Bereich des Niederdruckverdichters 11 ist beispielhaft. Eine Anordnung des erfindungsgemäßen Einlaufbelags im Bereich des Hochdruckverdichters 12 oder in einem anderen Bereich des Gasturbinentriebwerks 10 ist ebenfalls möglich.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Erzeugen einer Vorläuferschicht 22 eines Einlaufbelags 21 an einem Bauteil 20 eines Gasturbinentriebwerks. Die Vorrichtung umfasst eine erste Elektrode 31 und eine zweite Elektrode 32. Jede der beiden Elektroden 31, 32 umfasst einen Mantel 33 und eine Füllung 34. Im Sinne einer übersichtlichen Darstellung sind diese nur an der ersten Elektrode 31 mit Bezugszeichen versehen.

Der Mantel 33 ist bei dem dargestellten Beispiel rohrförmig mit einem kreisförmigen, quadratischen oder rechteckigen Querschnitt und einem zentralen Hohlraum. In dem zentralen Hohlraum des Mantels 33 ist die Füllung 34 angeordnet. Der Mantel 33 weist ein erstes Material auf, die Füllung 34 weist ein zweites Material auf. Zumindest eines der beiden Materialien weist eine elektrische Leitfähigkeit auf.

Alternativ sind die beiden Elektroden 31, 32 aus je einem Draht gebildet, wobei die erste Elektrode 31 das erste Material und die zweite Elektrode 32 das zweite Material aufweist. Ferner kann eine der beiden Elektroden 31, 32 wie oben dargestellt zwei Materialien und die andere Elektrode nur ein Material aufweisen.

5

Zur Erzeugung eines Lichtbogens 37 zwischen den beiden Elektroden 31, 32 ist jede der beiden Elektroden 31, 32 mit einem Pol einer elektrischen Leistungsquelle 39 verbunden. Die elektrische Leistungsquelle 39 ist beispielsweise eine Gleichspannungs- oder Wechselspannungs- oder Gleichstrom- oder Wechselstrom-Quelle.

10

Die Vorrichtung zum Erzeugen einer Vorläuferschicht 22 eines Einlaufbelags an einer Strömungsmaschine umfasst ferner eine Düse 41, die auf den Zwischenraum zwischen den Elektroden 31, 32 gerichtet ist. Eine in Figur 2 nicht dargestellte Einrichtung ist zur Erzeugung eines Gasstroms 42 ausgebildet, der von der Düse 41 auf den Zwischenraum zwischen den Elektroden 31, 32 gerichtet wird.

15

Zur Erzeugung einer Vorläuferschicht 22 eines Einlaufbelags 21 an dem Bauteil 20 wird mittels der elektrischen Leistungsquelle 39 ein Lichtbogen 37 zwischen den Elektroden 31, 32 erzeugt. Durch den Lichtbogen 37 werden die Elektroden 31, 32 verbraucht. Insbesondere wird durch den Lichtbogen 37 an den Enden der Elektroden 31, 32 Material abgeschmolzen oder verdampft. Der Lichtbogen 37 enthält Material der Elektroden 31, 32 in teilweise ionisierter atomarer oder molekularer Form oder in Form von teilweise ionisierten Atomclustern, Partikeln oder Tröpfchen. Dieses Material wird von dem aus der Düse 41 austretenden Gasstrom teilweise mitgenommen. Es entsteht ein Beschichtungsstrom aus Material der Elektroden 31, 32. Der Gasstrom schleudert also das vom Lichtbogen 37 abgetragene Material der Elektroden 31, 32 auf das Bauteil 20 bzw. das zu beschichtende Substrat. Der Beschichtungsstrom 47 trifft auf das Bauteil 20 und erzeugt dort die Vorläuferschicht 22 eines Einlaufbelags. Wenn eine Oxidation der Materialien der Elektroden 31, 32 im Lichtbogen 37 im Beschichtungsstrom 47 und/oder im Einlaufbelag 21 vermieden werden soll, kann der Gasstrom 42 sauerstoffarm oder sauerstofffrei, inert oder reduzierend sein.

20

25

30

Die Zusammensetzung der Vorläuferschicht 22 am Bauteil 20 wird durch die Zusammensetzung der Elektroden 31, 32 bestimmt. Beide Elektroden 31, 32 können gleiche oder unterschiedliche Zusammensetzungen gleicher oder unterschiedlicher Materialien aufweisen. Anstelle des in Figur 2 dargestellten Aufbaus jeder Elektrode 31, 32 aus einem Mantel 33 und einer Füllung 34 können eine der beiden Elektroden 31, 32 oder beide Elektroden 31, 32 einen homogenen Aufbau aufweisen.

Beispielsweise weist die erste Elektrode 31 in dem in Figur 2 dargestellten inhomogenen Aufbau oder in einem homogenen Aufbau Nickel oder eine Nickellegierung oder eine andere nicht-wasserlösliche Metalllegierung auf. Ferner kann die erste Elektrode 31 einen reinen oder metallummantelten Zuschlagsstoff aufweisen, beispielsweise Graphit, Polyester, Bentonit, Bornitrid oder einen anderen keramischen, mineralischen oder organischen Stoff. Die mechanischen Eigenschaften des Zuschlagsstoffs sind insbesondere so gewählt, dass er leicht abgerieben bzw. abgetragen werden kann. Die zweite Elektrode 32 weist beispielsweise Al_2O_3Sn oder eine andere Legierung mit einer hohen Löslichkeit in Wasser, Säure, Base oder Alkohol auf. Alternativ weist jede der beiden Elektroden 31, 32 sowohl ein in einem vorbestimmten Lösungsmittel nicht lösliches Material als auch ein in dem vorbestimmten Lösungsmittel lösliches Material auf.

Bei der in Figur 2 dargestellten Anordnung entsteht die Vorläuferschicht 22 mit der dargestellten inhomogenen Dicke. Durch eine laterale Bewegung des Bauteils und der Vorrichtung relativ zueinander kann die Vorläuferschicht 22 mit einer homogenen Dicke oder mit einem gewünschten Dickenprofil erzeugt werden.

Nach dem Erzeugen der Vorläuferschicht 22 wird durch Einwirkung des vorbestimmten Lösungsmittels das lösliche Material aus der Vorläuferschicht gelöst. Es verbleibt eine poröse Struktur aus dem nicht-löslichen Material, die den Einlaufbelag bildet.

Figur 3 zeigt ein schematisches Flussdiagramm eines Verfahrens zum Erzeugen eines Einlaufbelags an einer Strömungsmaschine. Obwohl dieses Verfahren auch an Strömungsmaschinen und mit Vorrichtungen durchführbar ist, die sich von den oben anhand der Figuren 1 und 2 dargestellten unterscheiden, werden nachfolgend Bezugszeichen aus den Figuren 1 und 2 beispielhaft verwendet, um ein Verständnis zu erleichtern.

Bei einem ersten Schritt 101 wird ein Lichtbogen 37 zwischen einer ersten Elektrode 31 mit einem ersten Material und einer zweiten Elektrode 32 mit einem zweiten Material erzeugt. Bei einem zweiten Schritt 102 wird ein Gasstrom 42 erzeugt und von einer Düse 41 auf den Lichtbogen 37 gerichtet. Der Gasstrom nimmt das erste Material und das zweite Material aus dem Lichtbogen 37 mit und deponiert es auf der zu beschichtenden Oberfläche, um eine Vorläuferschicht 22 zu bilden. Bei einem dritten Schritt 103 wird das in einem vorbestimmten Lösungsmittel lösliche zweite Material durch Einwirkung des vorbestimmten Lösungsmittels auf die Vorläuferschicht 22 aus dieser gelöst. Es verbleibt eine poröse Struktur des ersten Materials, die den Einlaufbelag 21 bildet.

Alternativ wird durch Ablagerung des Materials der Elektroden 31, 32 auf der zu beschichtenden Oberfläche unmittelbar der Einlaufbelag 21 erzeugt, wobei der dritte Schritt 103 entfällt.

Ansprüche:

1. **Verfahren zum Erzeugen eines Einlaufbelags (21) an einer Oberfläche einer Strömungsmaschine (10), mit folgenden Schritten:**

5

Erzeugen (101) eines **Lichtbogens** (37) zwischen einer ersten Elektrode (31) mit einem **ersten Material** und einer zweiten Elektrode (32) mit einem **zweiten Material**;

10

Erzeugen (102) eines **Gasstroms** (42) durch den Lichtbogen (37) auf die Oberfläche, der das erste Material und das zweite Material aus dem Lichtbogen (37) mitnimmt und auf der Oberfläche **deponiert**, um den Einlaufbelag (21) oder eine Vorläuferschicht (22) des Einlaufbelags (21) zu bilden.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem beide Elektroden (31, 32) das erste Material und das zweite Material enthalten.

20

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das erste Material in einem vorbestimmten Lösungsmittel **nicht löslich** und das zweite Material in dem vorbestimmten Lösungsmittel **löslich** ist.

25

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner mit folgendem Schritt:

Lösen (103) des zweiten Materials aus der Vorläuferschicht (22) des Einlaufbelags (21) mittels des vorbestimmten Lösungsmittels, um eine poröse Struktur des ersten Materials zu erhalten, die den Einlaufbelag (21) bildet.

30

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das zweite Material **Al₂OSn** oder eine andere wasserlösliche Metalllegierung umfasst, und bei dem das Lösungsmittel Wasser oder eine Säure oder eine Base aufweist.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das erste Material zumindest entweder Graphit, Polyester, Bentonit, Bornitrid, oder einen anderen keramischen, mineralischen oder organischen Stoff umfasst.
- 5 7. Bauteil (20) einer Strömungsmaschine (10) mit einem nach einem der vorangehenden Ansprüche erzeugten Einlaufbelag (21).
8. Strömungsmaschine (10) mit einem nach einem der vorangehenden Ansprüche erzeugten Einlaufbelag (21).

Fig. 1

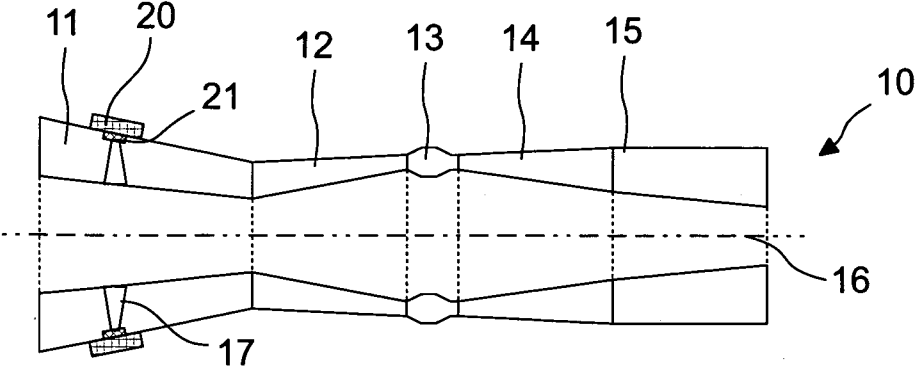


Fig. 2

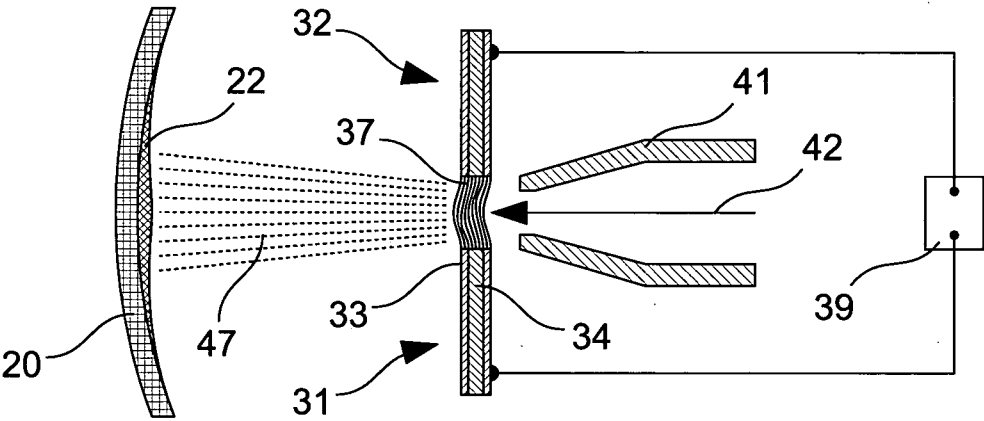
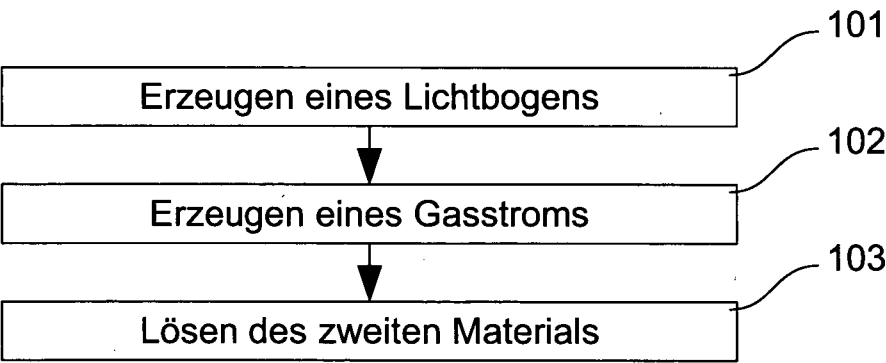


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2010/001277

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV.	C23C4/04	C23C4/10 C23C4/12 C23C4/06 C23C24/10
ADD.	F01D11/12	
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 F01D		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	EP 1 757 366 A2 (ENGELHARD CORP [US]) 28 February 2007 (2007-02-28) column 4, paragraph 11 - column 5, paragraph 19 column 8, paragraph 27 - column 10, paragraph 31 column 22, paragraph 70 - paragraph 71 column 27, paragraph 83 - column 28, paragraph 87 column 30, paragraph 90 claims 1-3,22-28	1-3,5,7, 8 4,6
X A	US 4 027 367 A (RONDEAU HENRY S) 7 June 1977 (1977-06-07) column 2, line 15 - column 5, line 57; claims 1-2,5,8-11	1-3,5-7 4,8
	----- -/--	
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ 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 22 February 2011		Date of mailing of the international search report 01/03/2011
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Ovejero, Elena

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2010/001277

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2004 043640 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 18 May 2006 (2006-05-18)	1,2,6-8
A	page 2, paragraph 9 - page 4, paragraph 28 -----	3-5
Y	US 4 396 473 A (HUGHES GARY N ET AL) 2 August 1983 (1983-08-02)	4
A	column 2, line 19 - column 5, line 10; claims 1-2 -----	1-3,5-8
X	VENUGOPAL ET AL: "Evaluation of arc sprayed coatings for erosion protection of tubes in atmospheric fluidised bed combustion (AFBC) boilers", WEAR, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. 264, no. 1-2, 20 November 2007 (2007-11-20), pages 139-145, XP022354170, ISSN: 0043-1648, DOI: DOI:10.1016/J.WEAR.2007.05.013	1,2,6-8
A	* abstract page 139, left-hand column - page 140, right-hand column -----	3-5
X	DE 10 2005 055200 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 24 May 2007 (2007-05-24)	7,8
Y	the whole document -----	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2010/001277

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1757366	A2	28-02-2007	NONE

US 4027367	A	07-06-1977	BE 851077 A1 31-05-1977
			DE 2632739 A1 10-02-1977
			FR 2333054 A1 24-06-1977
			GB 1517606 A 12-07-1978
			JP 52024134 A 23-02-1977

DE 102004043640	A1	18-05-2006	NONE

US 4396473	A	02-08-1983	CA 1208600 A1 29-07-1986
			DE 3272839 D1 02-10-1986
			EP 0064840 A1 17-11-1982
			JP 57181387 A 08-11-1982

DE 102005055200	A1	24-05-2007	WO 2007056979 A2 24-05-2007
			EP 1948839 A2 30-07-2008
			US 2009202379 A1 13-08-2009

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2010/001277

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C23C4/04 C23C4/10 C23C4/12 C23C4/06 C23C24/10 F01D11/12 ADD. Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C23C F01D 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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	EP 1 757 366 A2 (ENGELHARD CORP [US]) 28. Februar 2007 (2007-02-28) Spalte 4, Absatz 11 - Spalte 5, Absatz 19 Spalte 8, Absatz 27 - Spalte 10, Absatz 31 Spalte 22, Absatz 70 - Absatz 71 Spalte 27, Absatz 83 - Spalte 28, Absatz 87 Spalte 30, Absatz 90 Ansprüche 1-3,22-28 -----	1-3,5,7, 8 4,6
X A	US 4 027 367 A (RONDEAU HENRY S) 7. Juni 1977 (1977-06-07) Spalte 2, Zeile 15 - Spalte 5, Zeile 57; Ansprüche 1-2,5,8-11 -----	1-3,5-7 4,8
X A	DE 10 2004 043640 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 18. Mai 2006 (2006-05-18) Seite 2, Absatz 9 - Seite 4, Absatz 28 -----	1,2,6-8 3-5
	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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
22. Februar 2011		01/03/2011
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Ovejero, Elena

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 396 473 A (HUGHES GARY N ET AL) 2. August 1983 (1983-08-02)	4
A	Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 5, Zeile 10; Ansprüche 1-2	1-3,5-8
X	----- VENUGOPAL ET AL: "Evaluation of arc sprayed coatings for erosion protection of tubes in atmospheric fluidised bed combustion (AFBC) boilers", WEAR, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, Bd. 264, Nr. 1-2, 20. November 2007 (2007-11-20), Seiten 139-145, XP022354170, ISSN: 0043-1648, DOI: DOI:10.1016/J.WEAR.2007.05.013	1,2,6-8
A	* Zusammenfassung Seite 139, linke Spalte - Seite 140, rechte Spalte	3-5
X	----- DE 10 2005 055200 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 24. Mai 2007 (2007-05-24)	7,8
Y	das ganze Dokument	4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2010/001277

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1757366	A2	28-02-2007	KEINE
US 4027367	A	07-06-1977	BE 851077 A1 31-05-1977 DE 2632739 A1 10-02-1977 FR 2333054 A1 24-06-1977 GB 1517606 A 12-07-1978 JP 52024134 A 23-02-1977
DE 102004043640	A1	18-05-2006	KEINE
US 4396473	A	02-08-1983	CA 1208600 A1 29-07-1986 DE 3272839 D1 02-10-1986 EP 0064840 A1 17-11-1982 JP 57181387 A 08-11-1982
DE 102005055200	A1	24-05-2007	WO 2007056979 A2 24-05-2007 EP 1948839 A2 30-07-2008 US 2009202379 A1 13-08-2009