

(19)



(11)

EP 2 589 681 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.05.2013 Patentblatt 2013/19

(51) Int Cl.:
C23C 28/00 (2006.01) **C23C 14/00** (2006.01)
F01D 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11188030.8**

(22) Anmeldetag: **07.11.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Dorn, Wolfgang**
 10587 Berlin (DE)
• **Ladru, Francis-Jurjen**
 13587 Berlin (DE)
• **Reiermann, Dietmar**
 47589 Uedem (DE)
• **Rindler, Michael**
 15566 Schöneiche (DE)

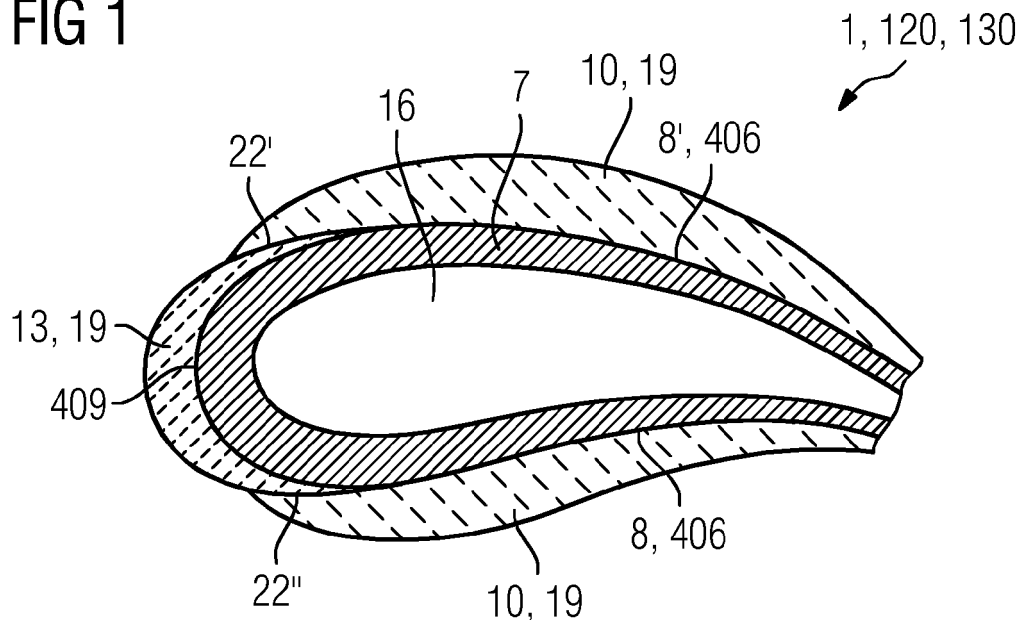
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) **Kombination von kolumnaren und globularen Strukturen**

(57) Durch die Kombination einer kolumnaren Struktur (13) in einem Übergangsbereich (22) durch eine ent-

sprechende Dicke der plasmagespritzten Schicht (10) können die thermischen und mechanischen Belastungen einer Turbinenschaufel (120, 130) erhöht werden.

FIG 1



EP 2 589 681 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schicht eines Bauteils, bei dem sowohl eine plasmagespritzte Beschichtung und eine kolumnare Strukturen aufgebracht werden.

[0002] Hochtemperaturbauteile wie Gasturbinenschaufeln werden als Schichtsystem ausgeführt, wobei eine keramische äußere Schicht zur Wärmedämmung beiträgt.

[0003] Es sind aber die mechanischen und thermischen Belastungen, insbesondere bei einer Gasturbinenschaufel, lokal stark unterschiedlich.

[0004] Die US 2009/0252985 A1 offenbart eine zweilagige Schicht aus einer dichten keramischen Schicht mit Vertikallinien und äußerer kolumnarer Struktur darauf.

[0005] Die US 7,412,771 B1 offenbart eine Beschichtungsmethode um verschiedene Materialien auf verschiedene Flächen einer Turbinenschaufel aufzubringen.

[0006] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Schicht aufzuzeigen, die den unterschiedlichen thermomechanischen Belastungen gerecht wird.

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

[0008] In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen aufgelistet, die beliebig miteinander kombiniert werden können, um weitere Vorteile zu erzielen. Es zeigen:

- Figur 1 ein erfindungsgemäßes Schichtsystem,
- Figur 2 eine Gasturbine,
- Figur 3 eine Turbinenschaufel und
- Figur 4 eine Liste von Superlegierungen.

[0009] Die Figuren und die Beschreibung stellen nur Ausführungsbeispiele der Erfindung dar.

[0010] In Figur 1 ist ein Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Schichtsystem 1, 120, 130 gezeigt.

[0011] Das Schichtsystem 1 wird anhand einer Turbinenschaufel 120, 130 (Fig. 3) nur beispielhaft erläutert.

[0012] Das Schichtsystem 1 weist ein Substrat 7, insbesondere aus einer nickel- oder kobaltbasierten Superlegierung, ganz insbesondere aus einer Legierung gemäß Figur 4 auf.

[0013] Auf der äußeren Oberfläche des Substrats 7 ist eine metallische Haftvermittlerschicht und/oder oxidierte oder thermisch gewachsene Oxidschicht (TGO) (beides hier nicht näher dargestellt) vorhanden. Auf dem Substrat 7 ist als äußere, insbesondere als äußerste Schicht eine keramische Schicht 19 vorhanden.

[0014] Die keramische Schicht 19 ist jedoch lokal unterschiedlich ausgebildet.

[0015] In einem thermisch hoch behafteten Bereich, insbesondere im Bereich der Anströmkannte 409 einer Turbinenschaufel 120, 130, ist eine sehr dehnungstolerante Struktur, insbesondere eine kolumnare Struktur vorhanden, hergestellt insbesondere durch ein PVD oder

EB-PVD-Verfahren.

[0016] In dem anderen Bereich 406, insbesondere auf der Saug- und/oder Druckseite 8, 8' der Turbinenschaufel 120, 130, ist eine thermisch gespritzte, insbesondere eine plasmagespritzte (APS, VPS, LPPS, LVPS, HVOF) Schicht, insbesondere eine APS-Schicht vorhanden.

[0017] Die plasmagespritzte Schicht 10 zeichnet sich durch eine globulare Struktur mit flachen Körnern aus.

[0018] In einem Übergangsbereich 22', 22" von den zwei verschiedenen Schichtbereichen 409, 406, 8, 8' ist vorzugsweise sowohl eine kolumnare Struktur 13 als untere keramische Schicht als auch als eine äußere APS-Schicht vorhanden.

[0019] Die Dicke der kolumnaren Schicht 13 nimmt vorzugsweise in Richtung der globularen Schicht vorzugsweise ab und die der gespritzten Schicht 10 (globular) nimmt ebenfalls ab.

[0020] Ebenso kann vorzugsweise in dem Übergangsbereich 22', 22" die kolumnare Struktur 13 auf der plasmagespritzten Schicht 10 vorhanden sein.

[0021] Die Porositäten für die Schichten liegen vorzugsweise für die plasmagespritzte Schicht 10 bei 7% - 25%, insbesondere 12 - 25% und für die kolumnare Struktur 13 bei 1% bis 10%.

[0022] Die Dicke der Schicht 10 ist vorzugsweise mindestens 10%, insbesondere mindestens 20% dicker als die Dicke der kolumnaren Struktur 13.

[0023] So kann der Übergang zwischen Schichten 10, 13, die unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, gut angepasst werden

[0024] Die Figur 2 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

[0025] Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 mit einer Welle 101 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

[0026] Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer, mit mehreren coaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

[0027] Die Ringbrennkammer 110 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

[0028] Jede Turbinenstufe 112 ist beispielsweise aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125.

[0029] Die Leitschaufeln 130 sind dabei an einem Innengehäuse 138 eines Stators 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 beispielsweise mittels einer Turbinenscheibe 133 am Rotor 103 angebracht sind.

[0030] An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

[0031] Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 110 verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120. An den Laufschaufeln 120 entspannt sich das Arbeitsmedium 113 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 120 den Rotor 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

[0032] Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 110 auskleidenden Hitzeschildelementen am meisten thermisch belastet.

[0033] Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, können diese mittels eines Kühlmittels gekühlt werden.

[0034] Ebenso können Substrate der Bauteile eine gerichtete Struktur aufweisen, d.h. sie sind einkristallin (SX-Struktur) oder weisen nur längsgerichtete Körner auf (DS-Struktur).

[0035] Als Material für die Bauteile, insbesondere für die Turbinenschaufel 120, 130 und Bauteile der Brennkammer 110 werden beispielsweise eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierungen verwendet.

[0036] Solche Superlegierungen sind beispielsweise aus der EP 1 204 776 B1, EP 1 306 454, EP 1 319 729 A1, WO 99/67435 oder WO 00/44949 bekannt.

[0037] Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion (MCrAlX; M ist zumindest ein Element der Gruppe Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), X ist ein Aktivelement und steht für Yttrium (Y) und/oder Silizium, Scandium (Sc) und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden bzw. Hafnium). Solche Legierungen sind bekannt aus der EP 0 486 489 B1, EP 0 786 017 B1, EP 0 412 397 B1 oder EP 1 306 454 A1.

[0038] Auf der MCrAlX kann noch eine Wärmedämmschicht vorhanden sein, und besteht beispielsweise aus ZrO_2 , $Y_2O_3-ZrO_2$, d.h. sie ist nicht, teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid.

[0039] Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

[0040] Die Leitschaufel 130 weist einen dem Innengehäuse 138 der Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß (hier nicht dargestellt) und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegenden Leitschaufelkopf auf. Der Leitschaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem

Befestigungsring 140 des Stators 143 festgelegt.

[0041] Die Figur 3 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Laufschaufel 120 oder Leitschaufel 130 einer Strömungsmaschine, die sich entlang einer Längsachse 121 erstreckt.

[0042] Die Strömungsmaschine kann eine Gasturbine eines Flugzeugs oder eines Kraftwerks zur Elektrizitätserzeugung, eine Dampfturbine oder ein Kompressor sein.

[0043] Die Schaufel 120, 130 weist entlang der Längsachse 121 aufeinander folgend einen Befestigungsbereich 400, eine daran angrenzende Schaufelplattform 403 sowie ein Schaufelblatt 406 und eine Schaufelspitze 415 auf.

[0044] Als Leitschaufel 130 kann die Schaufel 130 an ihrer Schaufelspitze 415 eine weitere Plattform aufweisen (nicht dargestellt).

[0045] Im Befestigungsbereich 400 ist ein Schaufelfuß 183 gebildet, der zur Befestigung der Laufschaufeln 120, 130 an einer Welle oder einer Scheibe dient (nicht dargestellt).

[0046] Der Schaufelfuß 183 ist beispielsweise als Hammerkopf ausgestaltet. Andere Ausgestaltungen als Tannenbaum- oder Schwalbenschwanzfuß sind möglich.

[0047] Die Schaufel 120, 130 weist für ein Medium, das an dem Schaufelblatt 406 vorbeiströmt, eine Anströmkante 409 und eine Abströmkante 412 auf.

[0048] Bei herkömmlichen Schaufeln 120, 130 werden in allen Bereichen 400, 403, 406 der Schaufel 120, 130 beispielsweise massive metallische Werkstoffe, insbesondere Superlegierungen verwendet.

[0049] Solche Superlegierungen sind beispielsweise aus der EP 1 204 776 B1, EP 1 306 454, EP 1 319 729 A1, WO 99/67435 oder WO 00/44949 bekannt.

[0050] Die Schaufel 120, 130 kann hierbei durch ein Gussverfahren, auch mittels gerichteter Erstarrung, durch ein Schmiedeverfahren, durch ein Fräsverfahren oder Kombinationen daraus gefertigt sein.

[0051] Werkstücke mit einkristalliner Struktur oder Strukturen werden als Bauteile für Maschinen eingesetzt, die im Betrieb hohen mechanischen, thermischen und/oder chemischen Belastungen ausgesetzt sind.

[0052] Die Fertigung von derartigen einkristallinen Werkstücken erfolgt z.B. durch gerichtetes Erstarren aus der Schmelze. Es handelt sich dabei um Gießverfahren, bei denen die flüssige metallische Legierung zur einkristallinen Struktur, d.h. zum einkristallinen Werkstück, oder gerichtet erstarrt.

[0053] Dabei werden dendritische Kristalle entlang dem Wärmefluss ausgerichtet und bilden entweder eine stängelkristalline Kornstruktur (kolumnar, d.h. Körner, die über die ganze Länge des Werkstückes verlaufen und hier, dem allgemeinen Sprachgebrauch nach, als gerichtet erstarrt bezeichnet werden) oder eine einkristalline Struktur, d.h. das ganze Werkstück besteht aus einem einzigen Kristall. In diesen Verfahren muss man den Übergang zur globulitischen (polykristallinen) Erstarrung

lung meiden, da sich durch ungerichtetes Wachstum notwendigerweise transversale und longitudinale Korngrenzen ausbilden, welche die guten Eigenschaften des gerichtet erstarrten oder einkristallinen Bauteiles zunichte machen.

[0054] Ist allgemein von gerichtet erstarrten Gefügen die Rede, so sind damit sowohl Einkristalle gemeint, die keine Korngrenzen oder höchstens Kleinwinkelkorngrenzen aufweisen, als auch Stängelkristallstrukturen, die wohl in longitudinaler Richtung verlaufende Korngrenzen, aber keine transversalen Korngrenzen aufweisen. Bei diesen zweitgenannten kristallinen Strukturen spricht man auch von gerichtet erstarrten Gefügen (directionally solidified structures).

[0055] Solche Verfahren sind aus der US-PS 6,024,792 und der EP 0 892 090 A1 bekannt.

[0056] Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion oder Oxidation aufweisen, z. B. (MCrAlX; M ist zumindest ein Element der Gruppe Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), X ist ein Aktivenelement und steht für Yttrium (Y) und/oder Silizium und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden, bzw. Hafnium (Hf)). Solche Legierungen sind bekannt aus der EP 0 486 489 B1, EP 0 786 017 B1, EP 0 412 397 B1 oder EP 1 306 454 A1.

[0057] Die Dichte liegt vorzugsweise bei 95% der theoretischen Dichte.

[0058] Auf der MCrAlX-Schicht (als Zwischenschicht oder als äußerste Schicht) bildet sich eine schützende Aluminiumoxidschicht (TGO = thermal grown oxide layer).

[0059] Vorzugsweise weist die Schichtzusammensetzung Co-30Ni-28Cr-8Al-0,6Y-0,7Si oder Co-28Ni-24Cr-10Al-0,6Y auf. Neben diesen kobaltbasierten Schutzbeschichtungen werden auch vorzugsweise nickelbasierte Schutzschichten verwendet wie Ni-10Cr-12Al-0,6Y-3Re oder Ni-12Co-21Cr-11Al-0,4Y-2Re oder Ni-25Co-17Cr-10Al-0,4Y-1,5Re.

[0060] Auf der MCrAlX kann noch eine Wärmedämmschicht vorhanden sein, die vorzugsweise die äußerste Schicht ist, und besteht beispielsweise aus ZrO_2 , Y_2O_3 - ZrO_2 , d.h. sie ist nicht, teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid.

[0061] Die Wärmedämmschicht bedeckt die gesamte MCrAlX-Schicht. Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

[0062] Andere Beschichtungsverfahren sind denkbar, z.B. atmosphärisches Plasmaspritzen (APS), LPPS, VPS oder CVD. Die Wärmedämmschicht kann poröse, mikro- oder makrorissbehaftete Körner zur besseren Thermoschockbeständigkeit aufweisen. Die Wärmedämmschicht ist also vorzugsweise poröser als die MCrAlX-Schicht.

[0063] Wiederaufarbeitung (Refurbishment) bedeutet, dass Bauteile 120, 130 nach ihrem Einsatz gegebenen-

falls von Schutzschichten befreit werden müssen (z.B. durch Sandstrahlen). Danach erfolgt eine Entfernung der Korrosions- und/oder Oxidationsschichten bzw. -produkte. Gegebenenfalls werden auch noch Risse im Bauteil 120, 130 repariert. Danach erfolgt eine Wiederbeschichtung des Bauteils 120, 130 und ein erneuter Einsatz des Bauteils 120, 130.

[0064] Die Schaufel 120, 130 kann hohl oder massiv ausgeführt sein. Wenn die Schaufel 120, 130 gekühlt werden soll, ist sie hohl und weist ggf. noch Filmkühlöcher 418 (gestrichelt angedeutet) auf.

Patentansprüche

1. Schichtsystem,
das zumindest aufweist:

ein Substrat (7),
eine keramische Schicht (19),
dadurch gekennzeichnet, dass
die keramische Schicht (19) an verschiedenen Stellen (8, 8', 406, 409) durch zwei verschiedene Beschichtungsverfahren hergestellt wurde, insbesondere zwei deutlich verschiedene Mikrostrukturen (10, 13) aufweist.

2. Schichtsystem nach Anspruch 1, bei dem in einem Bereich (406) eine kolumnare, keramische Struktur (13) vorhanden ist, insbesondere an thermisch hochbelasteten Bereichen (409), ganz insbesondere auf und um eine Anströmkannte (409) einer Turbinenschaufel (120, 130).

3. Schichtsystem nach einem oder beiden der Ansprüche 1 oder 2, bei dem in dem anderen Bereich (406, 8, 8'), eine thermisch gespritzte, insbesondere plasmagespritzte, keramische Schicht (10) vorhanden ist, ganz insbesondere auf der Saug- und/oder Druckseite (8, 8') einer Turbinenschaufel (120, 130).

4. Schichtsystem nach einem oder beiden der Ansprüche 1 oder 3, bei dem die plasmagespritzte Schicht (10) eine APS-, VPS, LPPS, LVPS oder eine HVOF-hergestellte Schicht ist, insbesondere ohne durch die ganze Schicht (10) durchgehende Vertikalrisse.

5. Schichtsystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kolumnare Struktur durch ein PVD, insbesondere durch ein EB-PVD-Verfahren hergestellt wurde.

6. Schichtsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

bei dem die Dicke der plasmagespritzten Schicht (10) mindestens 10%, insbesondere mindestens 20% dicker ist als die Dicke der kolumnaren Schicht (13).

5

7. Schichtsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
das in einem Übergangsbereich (22', 22'') von der kolumnaren Struktur (13) zu der plasmagespritzten Schicht (10) sich die plasmagespritzte Schicht (10) und die kolumnare Struktur (13) überlappen,
insbesondere dass die plasmagespritzte Schicht (10) oberhalb auf der kolumnaren Struktur (13) aufgebracht ist. 10
8. Schichtsystem nach Anspruch 7,
bei dem die Schichtdicke der kolumnaren Struktur (13) in dem Übergangsbereich (22', 22'') abnimmt und
die Schichtdicke der plasmagespritzten Schicht (10) abnimmt. 15 20
9. Schichtsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
deren Porosität für die nicht kolumnare Struktur (10) 7% - 25% beträgt. 25
10. Schichtsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
deren Porosität für die kolumnare Struktur (10) 1% - 10% beträgt. 30
11. Schichtsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
deren absoluten Porositätsunterschiede für die unterschiedlichen Strukturen (10, 13) mindestens 2%, insbesondere 4% beträgt. 35
12. Schichtsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
das für die verschiedenen Strukturen das gleiche Material aufweist,
insbesondere Zirkonoxid,
ganz insbesondere teilstabilisiert. 40 45

50

55

FIG 1

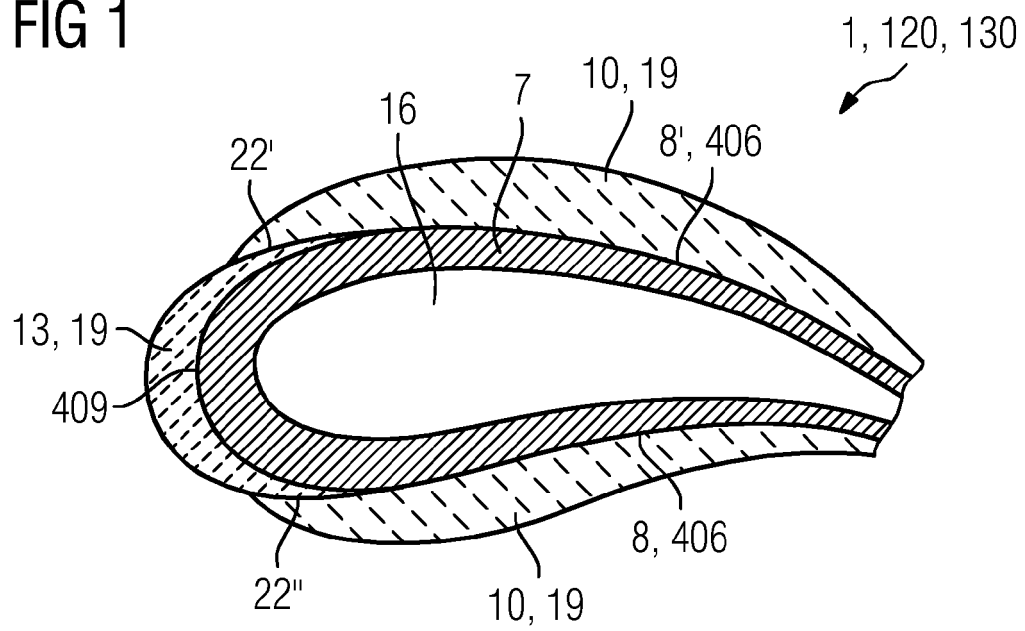


FIG 2

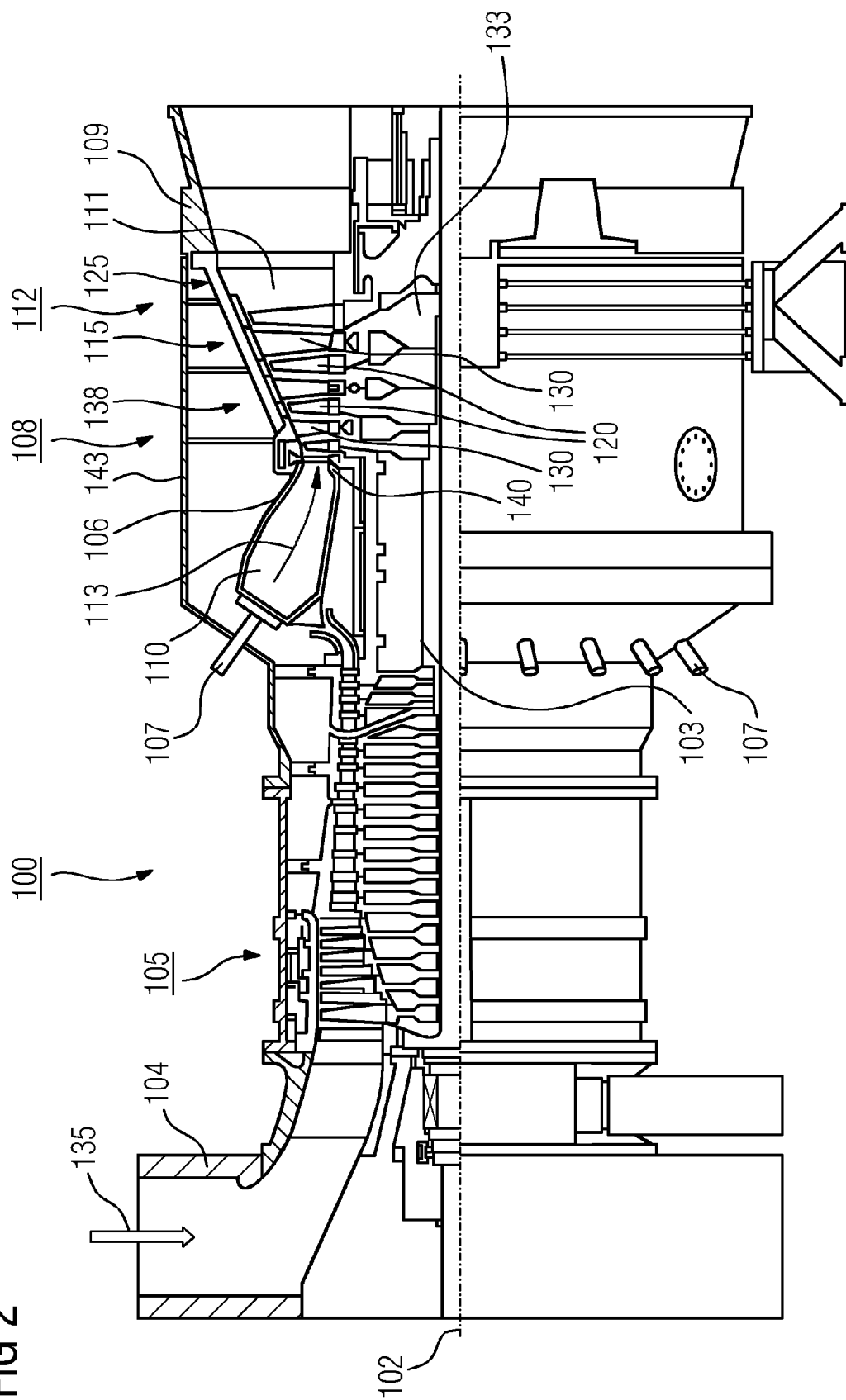


FIG 3

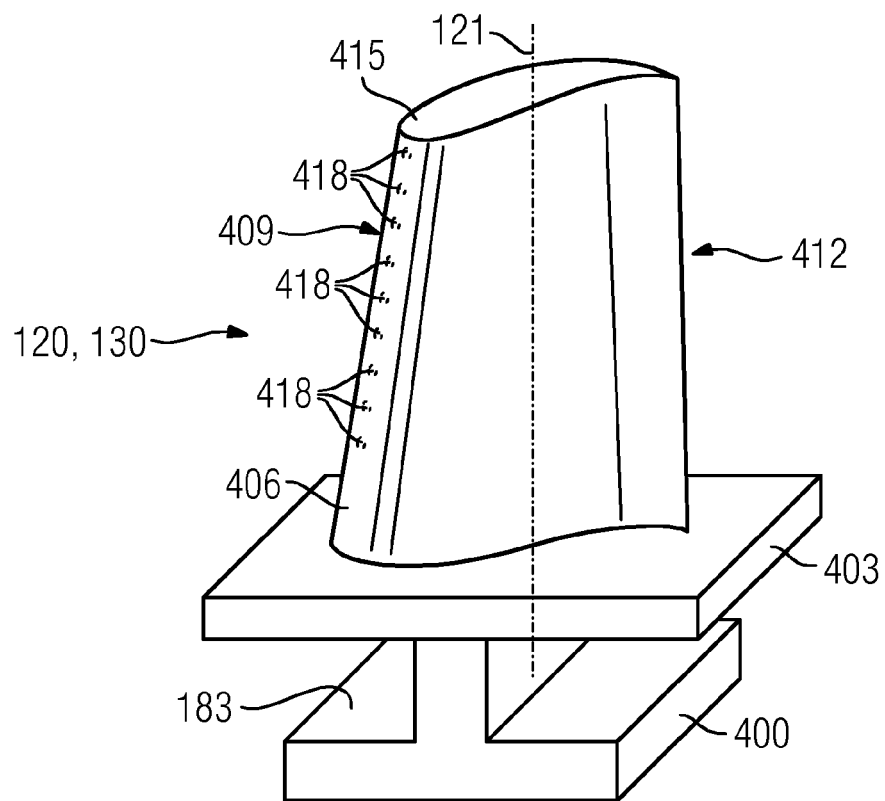


FIG 4

Werkstoff	chemische Zusammensetzung in %												
	C	Cr	Ni	Co	Mo	W	Ta	Nb	Al	Ti	B	Zr	Hf
Ni-Basis-Feingußlegierungen													
GTD 222	0.10	22.5	Rest	19.0		2.0	1.0		1.2	2.3	0.008		
IN 939	0.15	22.4	Rest	19.0		2.0	1.4	1.0	1.9	3.7	0.009	0.10	
IN 6203 DS	0.15	22.0	Rest	19.0		2.0	1.1	0.8	2.3	3.5	0.010	0.10	0.75
Udimet 500	0.10	18.0	Rest	18.5	4.0				2.9	2.9	0.006	0.05	
IN 738 LC	0.10	16.0	Rest	8.5	1.7	2.6	1.7	0.9	3.4	3.4	0.010	0.10	
SC 16	<0.01	16.0	Rest		3.0		3.5		3.5	3.5	<0.005	<0.008	
Rene 80	0.17	14.0	Rest	9.5	4.0	4.0			3.0	5.0	0.015	0.03	
GTD 111	0.10	14.0	Rest	9.5	1.5	3.8	2.8		3.0	4.9	0.012	0.03	
GTD 111 DS													
IN 792 CC	0.08	12.5	Rest	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	
IN 792 DS	0.08	12.5	Rest	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	1.00
MAR M 002	0.15	9.0	Rest	10.0		10.0	2.5		5.5	1.5	0.015	0.05	1.50
MAR M 247 LC DS	0.07	8.1	Rest	9.2	0.5	9.5	3.2		5.6	0.7	0.015	0.02	1.40
CMSX-2	<.006	8.0	Rest	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<.003	<.0075	
CMSX-3	<.006	8.0	Rest	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<.003	<.0075	0.10
CMSX-4		6.0	Rest	10.0	0.6	6.0	6.0		5.6	1.0		Re=3.0	0.10
CMSX-6	<.015	10.0	Rest	5.0	3.0	<.10	2.0	<.10	4.9	4.8	<.003	<.0075	0.10
PWA 1480 SX	<.006	10.0	Rest	5.0		4.0	12.0		5.0	1.5	<.0075	<.0075	
PWA 1483 SX	0.07	12.2	Rest	9.0	1.9	3.8	5.0		3.6	4.2	0.0001	0.002	
Co-Basis-Feingußlegierungen													
FSX 414	0.25	29.0	10	Rest		7.5					0.010		
X 45	0.25	25.0	10	Rest		8.0					0.010		
ECY 768	0.65	24.0	10	51.7		7.5	4.0		0.25	0.3	0.010	0.05	
MAR-M-509	0.65	24.5	11	Rest		7.5	4			0.3	0.010	0.60	
CM 247	0.07	8.3	Rest	10.0	0.5	9.5	3.2		5.5	0.7			1.5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 18 8030

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 803 514 A2 (SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY [SE]) 4. Juli 2007 (2007-07-04) * Beispiel 2 *	1-5,7	INV. C23C28/00 C23C14/00 F01D5/00
X	EP 1 313 932 A2 (SIEMENS WESTINGHOUSE POWER [US]) 28. Mai 2003 (2003-05-28) * Absätze [0014], [0015]; Anspruch 1; Abbildung 3 *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C23C F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		8. März 2012	
		Prüfer	
		Oliveras, Mariana	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 11 18 8030

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.

08-03-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1803514	A2	04-07-2007	CN 1990231 A	04-07-2007
			EP 1803514 A2	04-07-2007
			IL 180302 A	30-11-2010
			JP 2007181916 A	19-07-2007
			KR 20070072414 A	04-07-2007
			SE 529855 C2	11-12-2007
			SE 0502958 A	01-07-2007
			US 2007160869 A1	12-07-2007

EP 1313932	A2	28-05-2003	CA 2414942 A1	07-03-2002
			EP 1313932 A2	28-05-2003
			JP 3863846 B2	27-12-2006
			JP 2004507620 A	11-03-2004
			US 6670046 B1	30-12-2003
			WO 0218674 A2	07-03-2002

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20090252985 A1 [0004]
- US 7412771 B1 [0005]
- EP 1204776 B1 [0036] [0049]
- EP 1306454 A [0036] [0049]
- EP 1319729 A1 [0036] [0049]
- WO 9967435 A [0036] [0049]
- WO 0044949 A [0036] [0049]
- EP 0486489 B1 [0037] [0056]
- EP 0786017 B1 [0037] [0056]
- EP 0412397 B1 [0037] [0056]
- EP 1306454 A1 [0037] [0056]
- US PS6024792 A [0055]
- EP 0892090 A1 [0055]