

(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
3. August 2006 (03.08.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/079441 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F01D 5/18 (2006.01) *F23R 3/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/057195
- (22) Internationales Anmeldedatum:
28. Dezember 2005 (28.12.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
05001712.8 27. Januar 2005 (27.01.2005) EP
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOSTANJOGLO, Georg [DE/DE]; Odenwaldstr. 17, 12161 Berlin (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

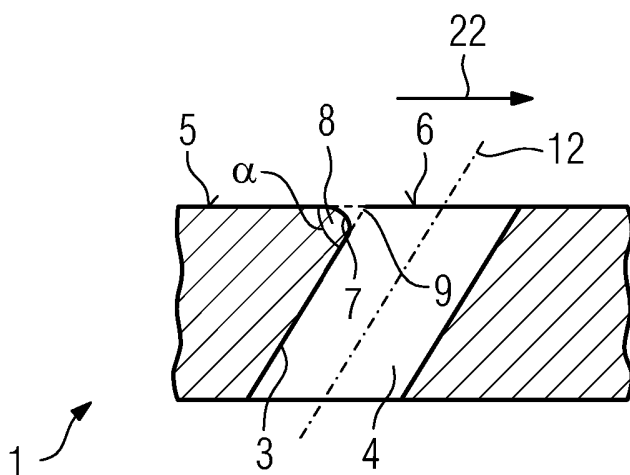
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,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

(54) Title: STRUCTURAL ELEMENT WITH A FLATTENED SECTION IN A HOLE

(54) Bezeichnung: BAUTEIL MIT ABFLACHUNG IN EINEM LOCH



(57) Abstract: Conventional structural elements that have a sharp edge in the area of an outlet opening of a hole often have cracks in this area when coated.

(57) Zusammenfassung: Bauteile nach dem Stand der Technik mit einer spitzen Kante im Bereich einer Austrittsöffnung eines Lochs weisen bei einer Beschichtung oft Risse in diesem Bereich auf. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Lochs (4) mittels einer Abflachung (11) im Bereich der äußeren Oberfläche (5) ermöglicht es, dass dieser spitze und dünne Bereich (8) nicht abbricht oder dass sich dort bei einer vorhandenen Beschichtung keine Risse bilden.

WO 2006/079441 A1

Bauteil mit Abflachung in einem Loch

Die Erfindung betrifft ein Bauteil mit einer Abflachung in
5 einem Loch gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bauteile von Turbinen, wie z.B. Turbinenschaufeln oder Hitze-
schildelemente weisen Löcher auf, durch die ein Kühlluftgas
oder ein Brenngas strömt. Dabei wird auf die Oberfläche des
10 Bauteils oft eine Beschichtung aufgetragen, die manchmal wäh-
rend des Einsatzes um das Loch herum Risse bildet.

Die US 5,941,686 zeigt eine Kühlluftbohrung, bei der in dem
Loch um die ganze Umfangslinie in der Ebene der äußeren
15 Oberfläche Material wegen des "Coat-down" Effekts abgetragen
wurde, bzw. den Nachteil des Standes der Technik, der mit der
Erfindung überwunden werden soll, nämlich dass eine
Beschichtung im Bereich der Auslassöffnung des Lochs keine
Risse mehr bildet.

20 Die Aufgabe wird gelöst durch ein Bauteil gemäß Anspruch 1.
In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen
aufgelistet, die beliebig in vorteilhafter Art und Weise
miteinander kombiniert werden können.

25 Es zeigen

Figur 1 ein Durchgangsloch nach dem Stand der Tech-
nik,
30 Figur 2 - 11 Ausführungsbeispiele der Erfindung,
Figur 12 eine Turbinenschaufel,
Figur 13 eine Brennkammer und
Figur 14 eine Gasturbine.

35

Figur 1 zeigt ein Bauteil 1' mit einem Loch 4' nach dem Stand der Technik.

Ein solches Loch 4' ist auch in der US-PS 5,941,686 in Figur 4 gezeigt.

5

Das Loch 4', beispielsweise ein Sack- oder ein Durchgangsloch, weist eine innere Oberfläche 3 mit einer Austrittsöffnung 6 und einen Umfang 19 in der Ebene der äußeren Oberfläche 5 des Bauteils 1' auf. Auf die äußere Oberfläche 5 wird eine Beschichtung 10 aufgebracht, wie es auch in Figur 4 der US-PS 5,941,686 gezeigt ist.

10

Das Loch 4' weist eine Längsachse 12 auf, die beispielsweise für zumindest ein Teil des Lochs 4' die Symmetrielinie bildet.

15

Ein Winkel α wird definiert durch die Ebene der Oberfläche 5 und eine Linie 12', die parallel zur Längsachse 12 und im Bereich der inneren Oberfläche 3 verläuft.

20

Bei einem Turbinenbauelement wie einer Turbinenschaufel dient das Loch 4' als Durchgangsloch gestaltete Kühlmittellochs zur Filmkühlung und verläuft mit seiner Längsachse 12 unter einem spitzen Winkel α zur Oberfläche 5, wobei in einem Bereich 8 eine spitze Kante 9 entsteht.

25

Der Winkel α ist ein spitzer Winkel, d.h. er weist Werte $> 0^\circ$ und $< 90^\circ$ auf, sodass das Loch 4' eine spitze Kante 9 im Bereich der Austrittsöffnung 6 aufweist.

30

Erfindungsgemäß ist die spitze Kante 9 oder der Bereich 8 gebrochen, sodass jetzt beispielsweise eine abgerundete Kante 7 vorhanden ist (Fig. 2).

Gestrichelt angedeutet ist in Figur 2 wiederum die ehemals vorhandene spitze Kante.

35

Die Draufsicht auf das Loch 4 in Figur 2 hat sich dem gemäß gegenüber Figur 1 in der Art und Weise verändert, dass das Loch 4 als Durchgangsloch an der Oberfläche 5 verbreitert erscheint (Fig. 3).

5 In Figur 3 ist der Bereich 8 schraffiert angedeutet. In diesem Ausführungsbeispiel umfasst eine Abflachung 11 den gesamten Bereich 8, der sich hier insbesondere zur Hälfte um das Loch 4 erstreckt.

10 Die Wegnahme von Material erfolgt aber nicht um den gesamten Umfang 19 des Lochs 4, sondern nur zu einem Teil, insbesondere um die Hälfte des Umfangs 19 oder insbesondere um den gesamten Bereich 8, in dem ursprünglich eine spitze Kante vorlag.

15 Über die Oberfläche 5 strömt beispielsweise ein Gas, bspw. ein Heißgas, in Strömungsrichtung 22, wobei die Abflachung 11 in Strömungsrichtung 22 gesehen vorzugsweise in dem Bereich erfolgt, bezogen auf die Strömung des Gases der am vordersten
20 ist.

Figur 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Bauteils 1.

25 Gestrichelt angedeutet ist die nicht mehr vorhandene spitze Kante, wobei die Abflachung 11 nicht den gesamten Bereich 8 umfasst, sondern nur einen Teil davon.

30 Hingegen ist in Figur 5 die Abflachung in Umfangsrichtung größer ausgebildet als der Bereich 8, jedoch umfasst die Abflachung nicht den gesamten Umfang 19 des Lochs 4.

35

Figur 6, 7 zeigen weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Bauteils 1, bei dem die Kante 9 angefasst (im

Längsschnitt linearer Verlauf) wurde, sodass ein Winkel β zwischen größer 0° (Fig. 7) und 90° (Fig. 6) zwischen der Oberfläche 5 und dem Loch 4 im Bereich der Ausgangsöffnung 6 gegeben ist.

5

Das Loch 4 unterhalb der Abflachung 11 ist bspw. symmetrisch ausgeführt. Der Querschnitt des Lochs 4 kann im Querschnitt senkrecht zu seiner Symmetrielinie (Längsachse/Mittellinie) rechteckig, rund oder oval sein.

10

Außerdem kann das Loch 4 im Bereich der Ausgangsöffnung 6 verbreitert sein und bildet einen so genannten Diffusorbereich 16 (Fig. 8). Auch hier ist die spitze Kante 9 des Lochs 4 abgeflacht. Der Diffusorbereich 16 ist in Strömungsrichtung 22 gesehen hinter der Abflachung 11 angeordnet.

15

Figur 10 zeigt eine Draufsicht auf ein Loch 4 und einen Querschnitt eines Lochs 4 mit der Abflachung 11 und dem Diffusor 16.

20

In Strömungsrichtung 22 gesehen ist die Ausdehnung l_2 der Abflachung 11 kleiner ausgebildet als die Ausdehnung des Diffusors 16 in Strömungsrichtung 22, die mit l_1 gekennzeichnet ist. Die Länge l_1 beträgt beispielsweise etwa 3mm.

25

Der Durchmesser \emptyset des Lochs 4 beträgt beispielsweise etwa 0,7mm bei Laufschaufeln und etwa 0,8mm bei Leitschaufeln.

30

Die Ausdehnung l_2 der Abflachung entspricht maximal dem Durchmesser \emptyset des Lochs 4 und ist vorzugsweise kleiner als der Durchmesser \emptyset des Lochs 4, wohingegen die Ausdehnung l_1 mindestens genau so groß ist wie der Durchmesser \emptyset des Lochs 4 und insbesondere ein Vielfaches davon beträgt. Das Verhältnis l_1/l_2 ist also größer 1 und ist vorzugsweise ≥ 2 .

35

Da der Diffusor 16 quasi auch als Abflachung betrachtet werden kann, liegt hier aber eine unsymmetrische Verteilung der Ausdehnung der Abflachungen in Strömungsrichtung 22 vor, nämlich in Strömungsrichtung 22 gesehen ist die Ausdehnung der Abflachung 11, die zuerst von dem Medium überströmt wird, kleiner als die „Abflachung“ 16, die in Strömungsrichtung 22 gesehen später überströmt wird.

10 Insbesondere ist der Diffusor 16 am Ende senkrecht zur Strömungsrichtung 22 breiter ausgebildet als der Durchmesser $d_1 = \emptyset$ des Lochs 4 (Fig. 11).

Die Breite d_2 des Diffusors 16 hat einen maximalen Wert von 2 +/- 0,2mm bei Laufschaufeln und eine Breite d_2 von 4 +/- 0,2mm für Leitschaufeln.

Figur 9 zeigt ein erfindungsgemäßes Bauteil 1 mit einer Beschichtung 10.

Die Beschichtung 10 kann in die Abflachung 11 des Lochs 4 hineinragen oder auch nicht. Durch diese Anordnung wird die Rissbildung in der Beschichtung 10 vermieden.

25 Die Beschichtung 10 kann eine Korrosionsschutzschicht insbesondere des Typs MCrAlX sein, wobei gegebenenfalls noch eine keramische Wärmedämmschicht vorhanden ist.

Das Bauteil 1 ist insbesondere ein Bauteil einer Turbine wie 30 z.B. einer Gasturbine 100 (Fig. 14) für ein Kraftwerk oder eine Flugzeugturbine bzw. einer Dampfturbine. Dabei weisen insbesondere die Schaufeln 120, 130 (Fig. 12) oder die Hitzeschildelemente 155 insbesondere für Brennkammern 110 (Fig. 13) solche Löcher 7 (Durchgangslöcher) für 35 Filmkühlöffnungen oder Brenngasöffnungen auf.

Figur 12 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Laufschaufel 120 oder Leitschaufel 130 einer Strömungsmaschine 100 (Fig. 12), die sich entlang einer Längsachse 121 erstreckt.

- 5 Die Strömungsmaschine kann eine Gasturbine eines Flugzeugs oder eines Kraftwerks zur Elektrizitätserzeugung, eine Dampfturbine oder ein Kompressor sein.

Die Schaufel 120, 130 weist entlang der Längsachse 121 auf-
10 einander folgend einen Befestigungsbereich 400, eine daran angrenzende Schaufelplattform 403 sowie ein Schaufelblatt 406 auf.

Als Leitschaufel 130 kann die Schaufel 130 an ihrer Schaufel-
15 spitze 415 eine weitere Plattform aufweisen (nicht dargestellt).

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

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

Die Schaufel 120, 130 weist für ein Medium, das an dem Schaufelblatt 406 vorbeiströmt, eine Anströmkante 409 und eine Abströmkante 412 auf.
25

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

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; diese Schriften sind Teil der Offenbarung.
35 Die Schaufel 120, 130 kann hierbei durch ein Gussverfahren, auch mittels gerichteter Erstarrung, durch ein Schmiedeverfahren, durch ein Fräsverfahren oder Kombinationen daraus gefertigt sein.

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

- 5 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.
- 10 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
- 15 eine einkristalline Struktur, d.h. das ganze Werkstück besteht aus einem einzigen Kristall. In diesen Verfahren muss man den Übergang zur globulitischen (polykristallinen) Erstarrung meiden, da sich durch ungerichtetes Wachstum notwendigerweise transversale und longitudinale Korngrenzen ausbilden, welche die guten Eigenschaften des gerichtet erstarrten oder einkristallinen Bauteiles zunichte machen.
- 20 Ist allgemein von gerichtet erstarrten Gefügen die Rede, so sind damit sowohl Einkristalle gemeint, die keine Korngrenzen oder höchstens Kleinwinkelkorngrenzen aufweisen, als auch
- 25 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).
- 30 Solche Verfahren sind aus der US-PS 6,024,792 und der EP 0 892 090 A1 bekannt; diese Schriften sind Teil der Offenbarung.

- 35 Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion oder Oxidation (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 und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden, bzw. Haf-

nium (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, die Teil dieser Offenbarung sein sollen.

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

- Wiederaufarbeitung (Refurbishment) bedeutet, dass Bauteile
15 120, 130 nach ihrem Einsatz gegebenenfalls 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 Ein-
20 satz des Bauteils 120, 130.

- 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 Filmkühllöcher 418 (Löcher 4, gestrichelt
25 angedeutet) auf.

- Die Figur 13 zeigt eine Brennkammer 110 einer Gasturbine.
30 Die Brennkammer 110 ist beispielsweise als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Rotationsachse 102 herum angeordneten Brennern 107 in einen gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 110 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Rotationsachse 102
35 herum positioniert ist.

Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 110 für eine vergleichsweise hohe Temperatur des Arbeitsmediums M von etwa 1000°C bis 1600°C ausgelegt. Um auch bei diesen, für die Materialien ungünstigen Betriebspa-
5 rametern eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermöglichen, ist die Brennkammerwand 153 auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildelementen 155 gebildeten Innenauskleidung versehen.

10 Jedes Hitzeschildelement 155 ist arbeitsmediumsseitig mit einer besonders hitzebeständigen Schutzschicht ausgestattet oder aus hochtemperaturbeständigem Material gefertigt. Dies können massive keramische Steine oder Legierungen mit MCrAlX und/oder keramischen Beschichtungen sein.

15 Die Materialien der Brennkammerwand und deren Beschichtungen können ähnlich der Turbinenschaufeln sein.

Aufgrund der hohen Temperaturen im Inneren der Brennkammer 110 kann zudem für die Hitzeschildelemente 155 bzw. für deren
20 Halteelemente ein Kühlsystem vorgesehen sein.

Die Brennkammer 110 ist insbesondere für eine Detektion von Verlusten der Hitzeschildelemente 155 ausgelegt. Dazu sind
25 zwischen der Brennkammerwand 153 und den Hitzeschildelementen 155 eine Anzahl von Temperatursensoren 158 positioniert.

Die Figur 14 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

30 Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige
35 Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer 106, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

Die Ringbrennkammer 106 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

- 5 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.

10

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.

- 15 An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und ver-
20 dichtet. 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
25 113 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.

- 30 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 106
35 auskleidenden Hitzeschildsteinen am meisten thermisch belastet.

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

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

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

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
10 00/44949 bekannt; diese Schriften sind Teil der Offenbarung.

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
15 und steht für Yttrium (Y) und/oder Silizium 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, die Teil dieser Offenbarung sein sollen.

20 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.

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

Die Leitschaufel 130 weist einen dem Innengehäuse 138 der
30 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.

35

Patentansprüche

- 5 1. Bauteil (1),
das eine Oberfläche (5) mit einem Loch (4) aufweist,
wobei das Loch (4) einen Umfang (19) auf der Oberfläche
(5) aufweist,
wobei ein Bereich (8) mit einer spitzen Kante (9) in der
10 Ebene der Oberfläche (5) vorhanden ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass die spitze Kante (9) stellenweise entlang des
15 Umfangs (19) zumindest in dem Bereich (8) gebrochen ist,
sodass dort eine Abflachung (11) vorhanden ist,
dass das Loch (4) in einer Strömungsrichtung (22) von
einem Medium überströmt wird, und
dass die Abflachung (11) des Lochs (4) in
20 Strömungsrichtung (22) gesehen im vorderen Teil des Lochs
(4) vorhanden ist,
dass die Ausdehnung (l_2) der Abflachung (11) in
Strömungsrichtung (22) maximal dem Durchmesser (\emptyset) des
Lochs (4) entspricht.
25
2. Bauteil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

30 dass die Abflachung (11) des Lochs (4) sich hälftig um
das Loch (4) erstreckt.
3. Bauteil nach Anspruch 1
35 dadurch gekennzeichnet, dass

der ganze Bereich (8) um das Loch (4) gebrochen ist.

4. Bauteil nach Anspruch 1, 2, oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 die Abflachung (11) als Rundung ausgeführt ist.
5. Bauteil nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 10 die Abflachung (11) eine Fase ist.
- 15 6. Bauteil nach Anspruch 1, 2, oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
- dass das Loch (4) ein Durchgangsloch ist, und
dass das Loch (4) im Bereich einer Austrittsöffnung (6)
- 20 einen Diffusorbereich (16) aufweist.
7. Bauteil nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
- 25 dass der Diffusor (16) in Strömungsrichtung (22) länger
ausgebildet ist als die Abflachung (11).
- 30 8. Bauteil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
- die Ausdehnung (l_2) der Abflachung (11) in
Strömungsrichtung (l_2) kleiner ist als der Durchmesser
- 35 (\emptyset) des Lochs (4).

9. Bauteil nach Anspruch 6, 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,

5 dass die Ausdehnung (l_1) des Diffusors (16) in
Strömungsrichtung (22) zumindest dem Durchmesser (\emptyset) des
Lochs (4) entspricht,
insbesondere ein Vielfaches des Durchmessers (\emptyset)
des Lochs (4) beträgt.

10

10. Bauteil nach Anspruch 6, 7, 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,

15 dass der Diffusor (16) senkrecht zur Strömungsrichtung
(22) breiter (d_2) ausgebildet ist als der Durchmesser (\emptyset)
des Lochs (4).

11. Bauteil nach Anspruch 1 oder 6,
20 dadurch gekennzeichnet, dass

zumindest eine Beschichtung (10) auf der Oberfläche (5)
um das Loch (4) vorhanden ist,
insbesondere eine Korrosionsschutzschicht und
25 insbesondere mit einer keramischen Wärmedämmschicht.

12. Bauteil nach Anspruch 1, 6 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,

30

dass das Bauteil (1) ein neu hergestelltes oder wieder
aufgearbeitetes Bauteil einer Turbine,
insbesondere einer Dampf- oder Gasturbine (100) ist und
insbesondere eine Turbinenschaufel (120, 130) oder ein
35 Hitzeschildelement (155) ist.

FIG 1

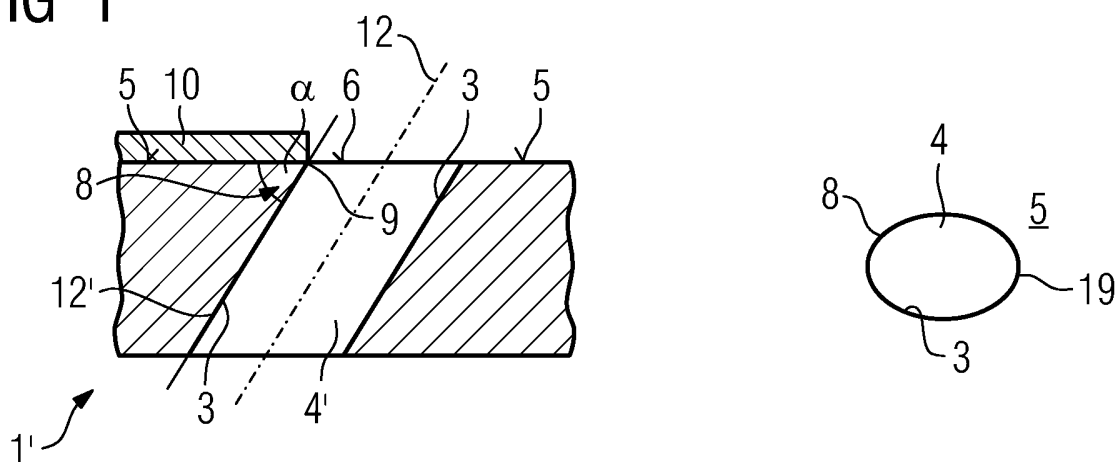


FIG 2

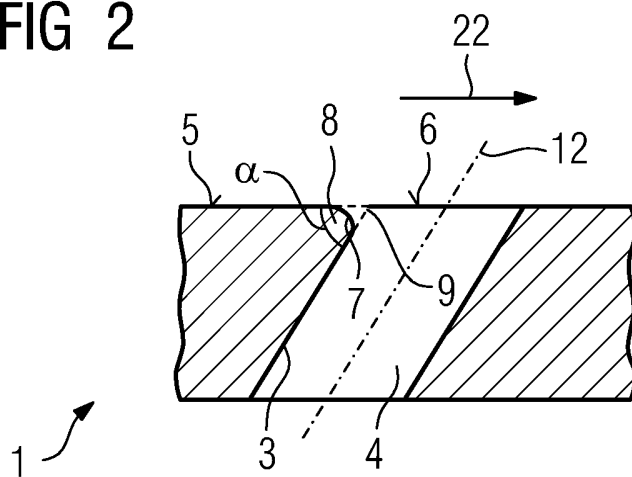


FIG 3

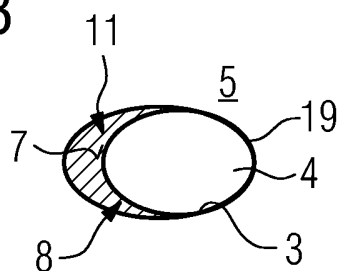


FIG 4

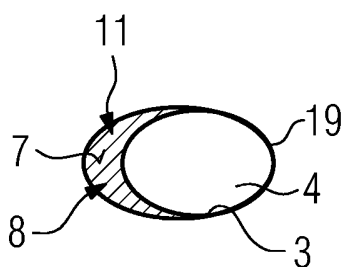


FIG 5

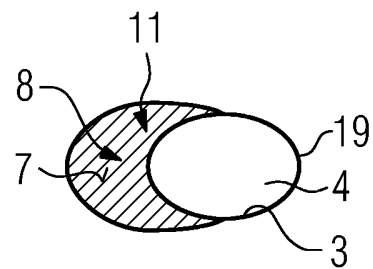


FIG 6

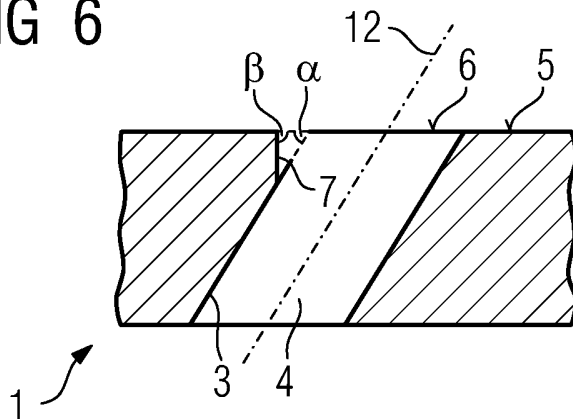


FIG 7

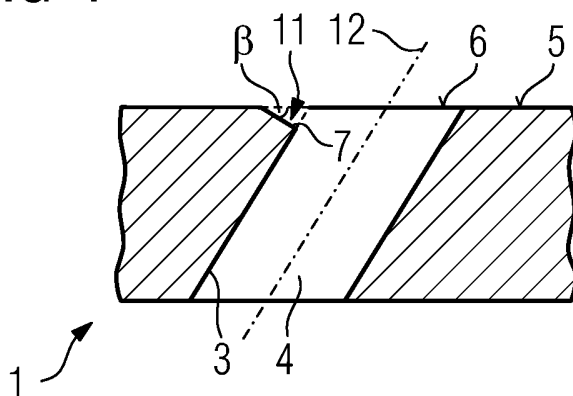


FIG 8

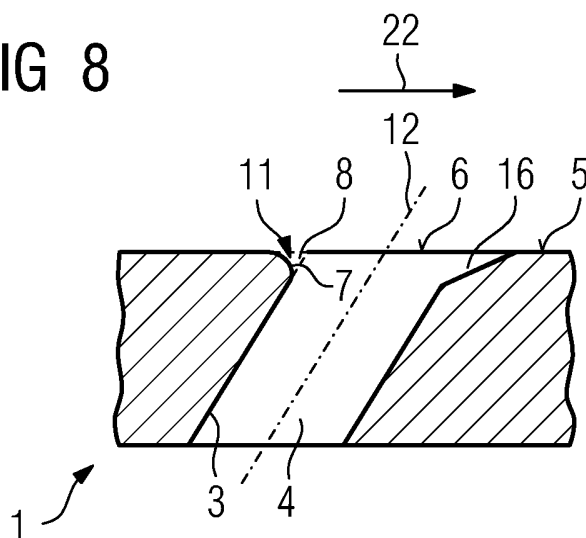


FIG 9

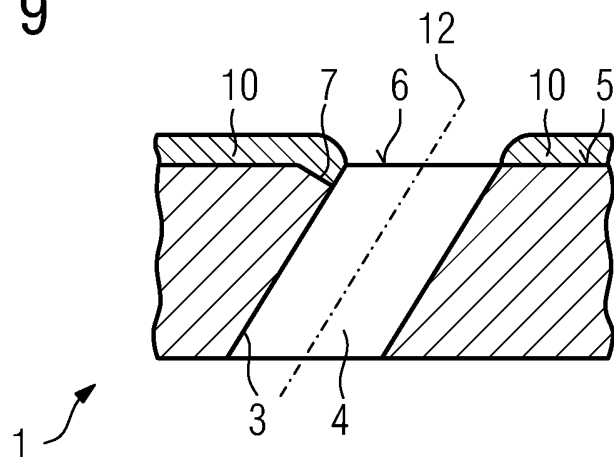


FIG 10

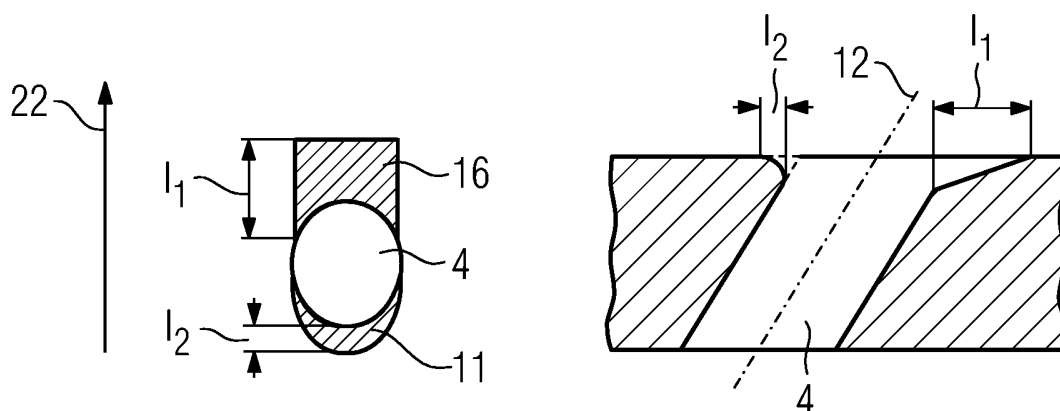


FIG 11

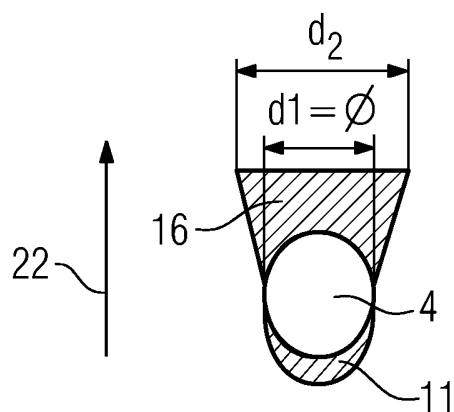


FIG 12

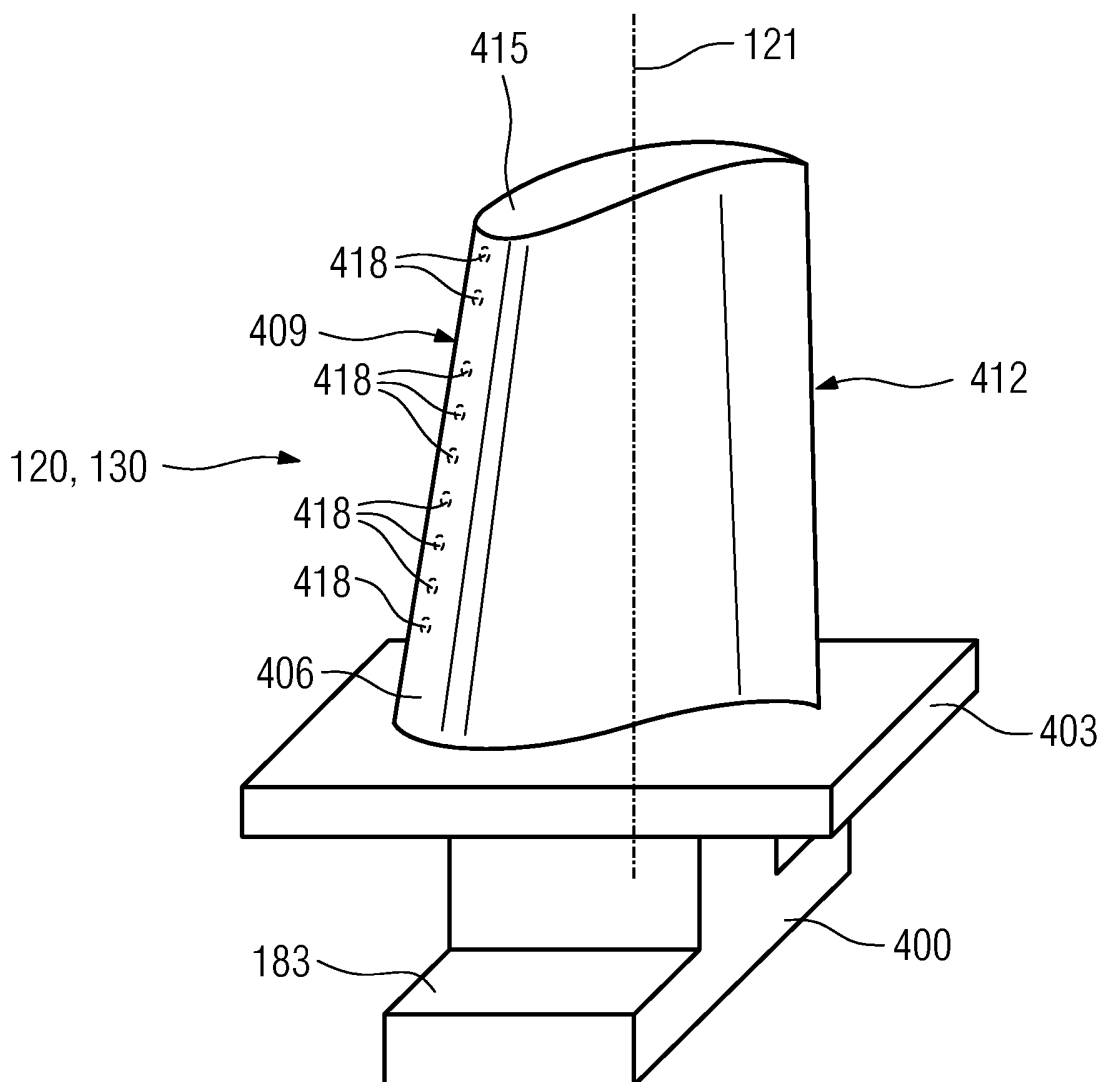


FIG 13

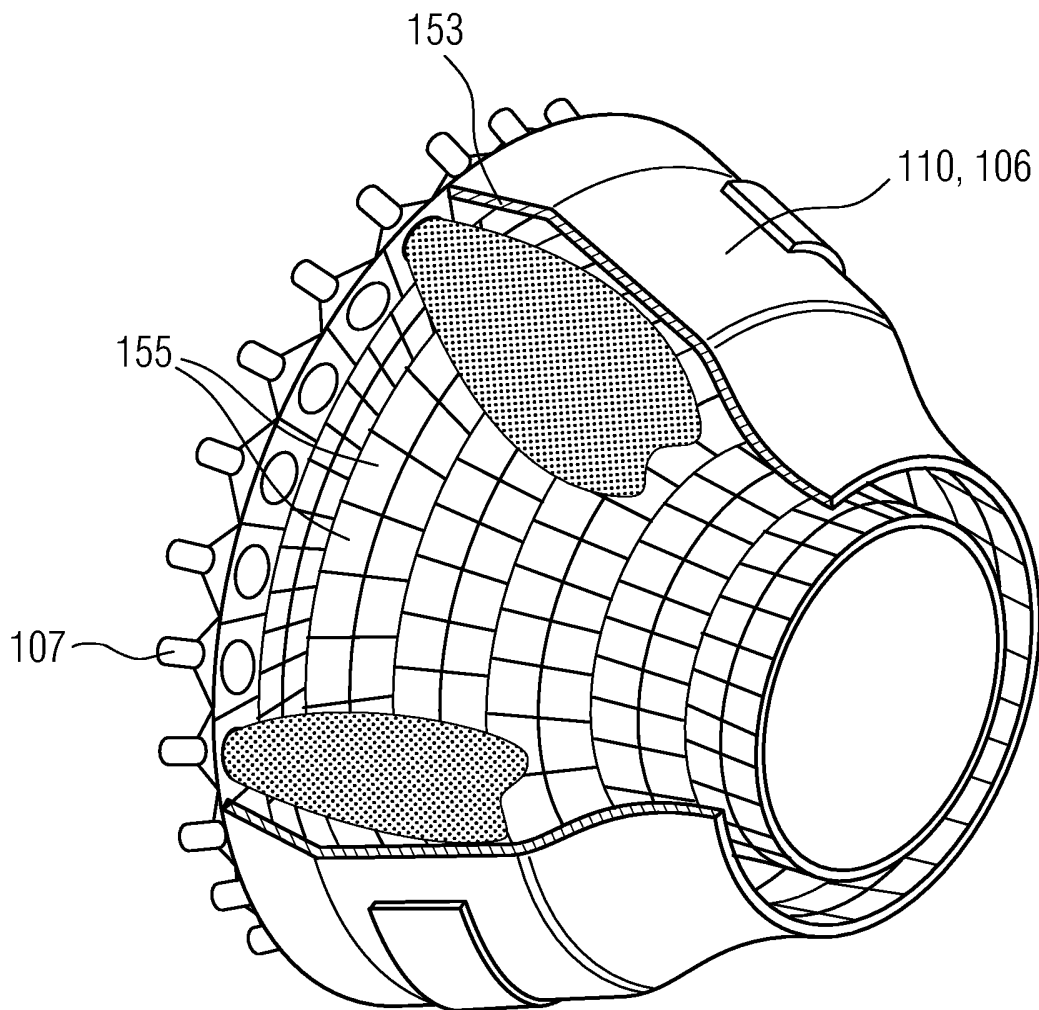
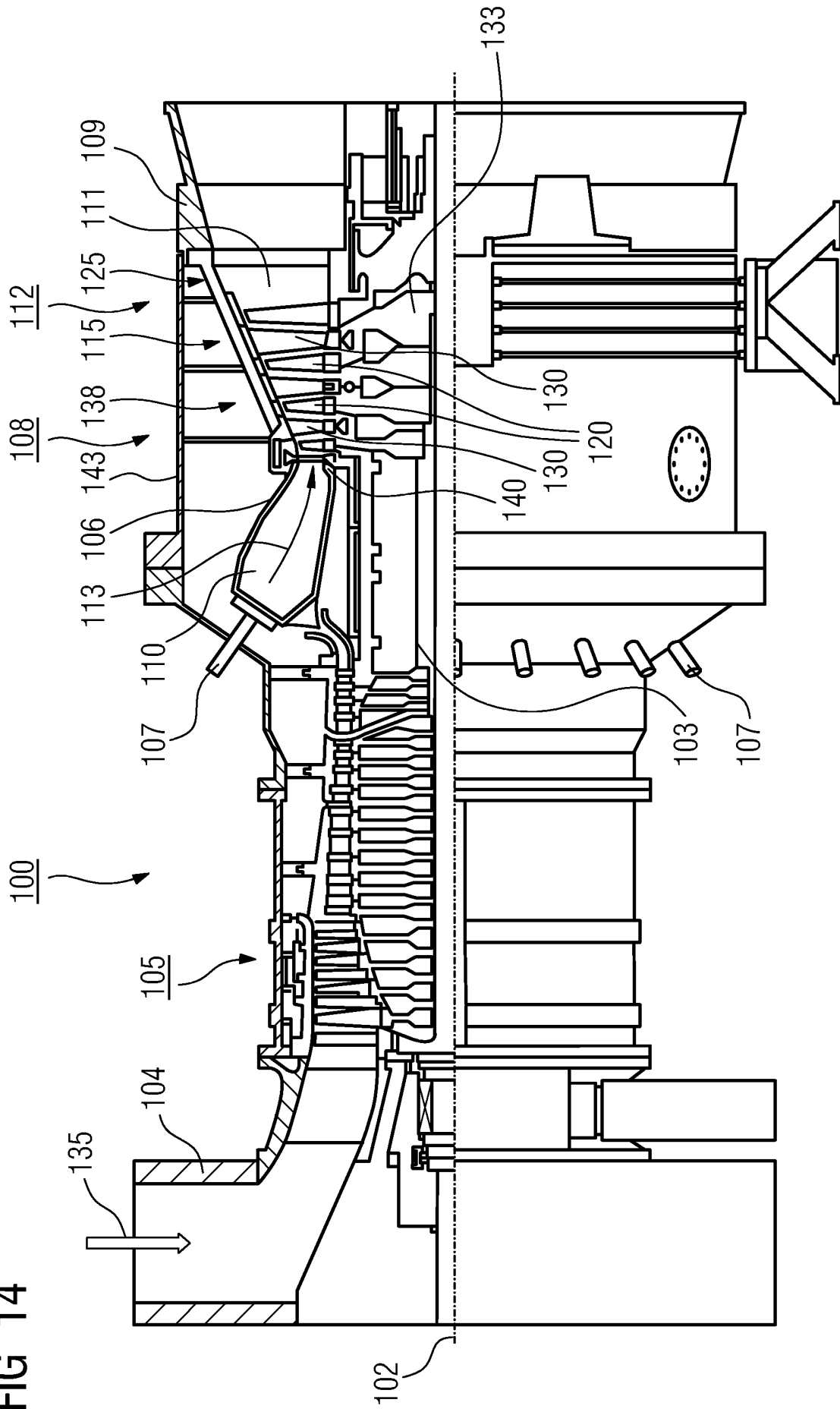


FIG 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2005/057195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F01D5/18 F23R3/00

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)
F01D F23R

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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 326 007 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 9 July 2003 (2003-07-09) figures 26a-29, 31a-32b, 34a-42 -----	1-3, 5-10, 12
A	DE 102 44 199 A1 (ALSTOM LTD., BADEN) 1 April 2004 (2004-04-01) figures 3a-3c -----	1-3, 5-10, 12
A	EP 1 340 587 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 3 September 2003 (2003-09-03) figure 2 -----	11
A	US 5 059 093 A (KHALID ET AL) 22 October 1991 (1991-10-22) figure 2 -----	4

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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 13 February 2006	Date of mailing of the international search report 20/02/2006
Name and mailing address of the ISA/ 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	Authorized officer Angelucci, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2005/057195

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1326007	A	09-07-2003	NONE
DE 10244199	A1	01-04-2004	NONE
EP 1340587	A	03-09-2003	BR 0300479 A 17-08-2004 CA 2419361 A1 01-09-2003 DE 60301074 D1 01-09-2005 JP 2003285269 A 07-10-2003 SG 106131 A1 30-09-2004 US 2003165621 A1 04-09-2003 US 2004115447 A1 17-06-2004
US 5059093	A	22-10-1991	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/057195

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES F01D5/18 F23R3/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01D F23R		
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, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 326 007 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 9. Juli 2003 (2003-07-09) Abbildungen 26a-29, 31a-32b, 34a-42	1-3, 5-10, 12
A	DE 102 44 199 A1 (ALSTOM LTD., BADEN) 1. April 2004 (2004-04-01) Abbildungen 3a-3c	1-3, 5-10, 12
A	EP 1 340 587 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 3. September 2003 (2003-09-03) Abbildung 2	11
A	US 5 059 093 A (KHALID ET AL) 22. Oktober 1991 (1991-10-22) Abbildung 2	4
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 13. Februar 2006		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 20/02/2006
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde 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		Bevollmächtigter Bediensteter Angelucci, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/057195

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1326007	A	09-07-2003 KEINE		
DE 10244199	A1	01-04-2004 KEINE		
EP 1340587	A	03-09-2003	BR 0300479 A CA 2419361 A1 DE 60301074 D1 JP 2003285269 A SG 106131 A1 US 2003165621 A1 US 2004115447 A1	17-08-2004 01-09-2003 01-09-2005 07-10-2003 30-09-2004 04-09-2003 17-06-2004
US 5059093	A	22-10-1991 KEINE		