



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.10.2010 Patentblatt 2010/42

(51) Int Cl.:
B22C 9/04 (2006.01) B22C 7/02 (2006.01)
B22D 23/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09005327.3**

(22) Anmeldetag: **14.04.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(72) Erfinder:
• **Ahmad, Fathi**
41564 Kaarst (DE)
• **Esser, Winfried, Dr.**
44805 Bochum (DE)

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

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

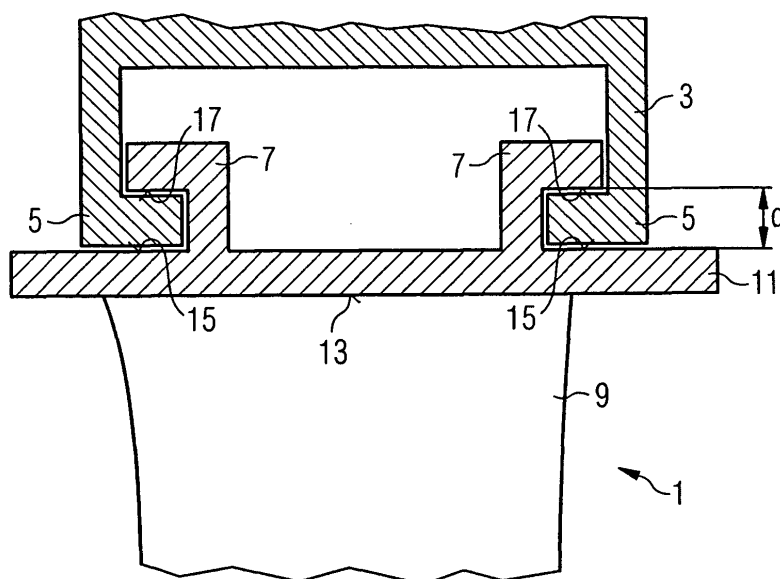
(54) **Verfahren zum Herstellen einer Negativform zum Gießen einer Turbinenschaufel und Form zum Herstellen eines Wachsmodells einer Turbinenschaufel**

(57) es wird ein Verfahren zum Herstellen einer Negativform zum Gießen einer Turbinenschaufel (1) mit einer Schaufelplattform (11) und wenigstens einem Befestigungselement (7) zum Befestigen der Turbinenschaufel (1) an einer Schaufelhalterung (3), wobei wenigstens eine Fläche (17) des Befestigungselementes (7) einer Plattformfläche (15) der Schaufelplattform (11) mit Abstand (d) gegenüber liegt, zur Verfügung gestellt. In dem Verfahren wird
- ein Wachsmodell (201) der herzustellenden Turbinenschaufel (1) hergestellt,
- eine Negativform der Turbinenschaufel (1) anhand des

Wachsmodells (201) erstellt, nachdem das Wachsmodell (201) ausgehärtet ist, und
- das Wachsmodell (201) nach dem Fertigstellen der Negativform ausgeschmolzen.

Während des Aushärtens und/oder während einer Lagerung und/oder während einem Transport des Wachsmodells (201) ist wenigstens ein Abstandhalter (219) zwischen der Plattformfläche (215) der Schaufelplattform (211) und der wenigstens einen gegenüber liegenden Fläche des Befestigungselementes (207) des Wachsmodells (201) angeordnet.

FIG 4



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Negativform für den Guss einer Turbinenschaufel, in dem ein Wachsmo-
 5 delld der Turbinenschaufel hergestellt wird und die Negativform anhand des Wachsmodells erstellt wird. Daneben betrifft die Erfindung ein im Verfahren Verwendung findendes Hilfs-
 10 mittel sowie eine Form zum Herstellen eines Wachsmodells einer Turbinenschaufel.

[0002] Aus DE 197 26 111 C1 ist beispielsweise ein Verfahren zur gießtechnischen Herstellung einer Turbinen-
 15 laufschaufel bekannt, in dem ein Wachsmo-
 20 delld der Schaufel hergestellt wird, wobei der Schaufelfuß durch Ausfüllen einer die Schaufelkontur aufweisenden Kokille erzeugt wird. Anschließend wird eine Formschale für das Gießen der Turbinenschaufel hergestellt, wobei die Ko-
 25 kille am Schaufelfuß verbleibt. Nach einem Ausschmelzen des Wachsmodells definiert die Innenkontur der Kokille die Außenkontur der zu gießenden Turbinenschaufel. Mit anderen Worten, die Kokille stellt einen Teil der Gießform für das gießtechnische Herstellen der Turbinenschaufel dar. Die Kokille soll im Rahmen dieses Ver-
 30 fahrens eine Verbesserung der Oberflächengenauigkeit für die Formgebung des Schaufelfußes erreichen, so dass ein aufwändiges Nacharbeiten des Schaufelfußes nach dem Gießen der Turbinenschaufel nicht notwendig ist. Die Kokille ist entweder aus einem warmfesten, aus-
 35 reichend oxidationsbeständigen Legierungsmaterial hergestellt, so dass sie wieder verwendbar ist, oder sie ist als Wegwerfkokille aus einem niedrig legierten Stahl hergestellt.

[0003] Gegenüber diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein vorteilhaftes Verfahren zum Herstellen einer Negativform für das Gie-
 40 ßen einer Turbinenschaufel zur Verfügung zu stellen, mit welchem sich auch ohne Verwendung einer Kokille in kritischen Schaufelbereichen eine verbesserte Formgebung realisieren lässt.

[0004] Es ist eine zweite Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein vorteilhaftes Verfahren zum Herstellen einer Turbinenschaufel zur Verfügung zu stellen, mit dem sich eine verbesserte Formgebung der Turbinenschaufel ohne die Verwendung einer Kokille erreichen lässt.

[0005] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein vorteilhaftes Hilfsmittel zum Herstellen einer Negativform einer Turbinenschaufel zur Verfügung zu stellen.

[0006] Die erste Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Herstellen einer Negativform zum Gießen einer Turbinenschaufel nach Anspruch 1 gelöst, die zweite Aufgabe durch ein Verfahren zum Herstellen einer Turbinenschaufel nach Anspruch 8 und die dritte Aufgabe durch einen Abstandshalter für eine Wachstform nach Anspruch 9. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0007] Im erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen einer Negativform zum Gießen einer Turbinenschaufel

weist die zu gießende Turbinenschaufel eine Schaufelplattform und ein Befestigungselement zum Befestigen der Schaufel an einer Schaufelhalterung auf, wobei wenigstens eine Fläche des Befestigungselements einer Plattformfläche der Schaufelplattform mit Abstand gegenüberliegt. Im erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Wachsmo-
 5 delld der herzustellenden Turbinenschaufel hergestellt und anhand des Wachsmodells eine Negativform der Turbinenschaufel erstellt, nachdem das Wachsmo-
 10 delld ausgehärtet ist. Nach dem Fertigstellen der Negativform wird das Wachsmo-
 15 delld ausgeschmolzen. Erfindungsgemäß ist während des Aushärtens und/oder einer Lagerung und/oder eines Transports des Wachsmodells wenigstens ein Abstandshalter zwischen der Plattformfläche der Schaufelplattform und der wenigstens einen gegenüberliegenden Fläche des Befestigungselements des Wachsmodells angeordnet.

[0008] Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass Abweichungen in der Formgebung insbesondere der Befestigungselemente von Turbinenschaufeln aufgrund von Deformationen des Wachsmodells während des Aushärtens und/oder des Lagerns bis zum Herstellen der Negativform und/oder eines Transports entstehen. Besonders gravierend können diese Deformationen im Bereich der Schaufelabhängung sein, die in der Regel durch hakenförmige Elemente gebildet wird, welche von der Schaufelplattform beabstandet sind. Diese Haken sind jedoch besonders kritisch, was die Dimensionierung des Abstandes zwischen den Haken und der Schaufelplattform betrifft. Dieser Abstand definiert nämlich die Lage der Plattform im Heißgaspfad der Turbine.

[0009] Durch das Einsetzen des Abstandshalters kann der besonders kritische Abstand zwischen den Haken und der Schaufelplattform sehr gut konstant gehalten werden, so dass ein Nacharbeiten einer gegossenen Turbinenschaufel in der Regel nicht mehr notwendig ist. Da der Abstandshalter vor dem Herstellen der Negativform aus dem Wachsmo-
 35 delld entfernt wird, braucht er nicht aus einem Material zu bestehen, das den Gießvorgang beim Gießen der Turbinenschaufel übersteht. Im Vergleich zu der eingangs genannten Kokille kann daher ein sehr viel weniger warmfestes Material und damit ein kostengünstigeres Material zur Anwendung kommen.

[0010] Es ist vorteilhaft, wenn der Abstandshalter bereits während des Aushärtens des Wachsmodells zwischen der Plattformfläche der Schaufelplattform und der wenigstens einen gegenüberliegenden Fläche des Befestigungselementes angeordnet ist, sonder bis unmittelbar vor dem Herstellen der Negativform im Wachsmo-
 40 delld verbleibt. Auf diese Weise können den Abstand zwischen der Schaufelplattform und dem Befestigungselement beeinflussende Verformungen des Wachsmodells von der Herstellung bis zu seiner Verwendung ununterbrochen vermieden werden.

[0011] Um etwaige auftretende Kräfte möglichst gleichmäßig zu verteilen, ist es vorteilhaft, wenn der wenigstens eine Abstandshalter den Raum zwischen der Plattformfläche der Schaufelplattform und der wenig-

stens einen gegenüberliegenden Fläche des Befestigungselementes vollständig ausfüllt.

[0012] Um nicht nur Verschiebungen im Abstand zwischen dem Befestigungselement und der Schaufelplattform zu unterbinden, sondern auch Lateralbewegungen zwischen der Schaufelplattform und dem Befestigungselement, kann der Abstandshalter an wenigstens einer weiteren Fläche des Befestigungselements anliegen. Außerdem kann auch ein Abstandshalter Verwendung finden, der eine an die Form des Befestigungselements angepasste Aufnahme zum Aufnehmen wenigstens eines Teils des Befestigungselements aufweist. Auf diese Weise kann das Befestigungselement in allen relevanten Richtungen gegen Deformationen abgesichert werden. Insbesondere kann der Abstandshalter auch ein Teil einer Form zum Herstellen des Wachsmodells der Turbinenschaufel sein.

[0013] Der verwendete Abstandshalter kann insbesondere aus Metall oder Keramik hergestellt sein. Falls der Abstandshalter aus Metall hergestellt ist, kommen beispielsweise Stahl oder Aluminium in Frage, wobei Aluminium aufgrund seines geringen Gewichts Vorteile mit sich bringt.

[0014] Im erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen einer Turbinenschaufel wird eine Turbinenschaufel mit einer Schaufelplattform und einem Befestigungselement zum Befestigen der Schaufel an einer Schaufelhalterung hergestellt, wobei wenigstens eine Fläche des Befestigungselements einer Plattformfläche der Schaufelplattform mit Abstand gegenüber liegt. Die Turbinenschaufel wird mit Hilfe einer Negativform der Turbinenschaufel gegossen. Erfindungsgemäß wird die Negativform entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen einer Negativform erstellt.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen einer Turbinenschaufel erlaubt das Herstellen der Turbinenschaufel mit in den besonders relevanten Bereichen der Aufhängung gut kontrollierbaren Oberflächen und Dimensionen, ohne dass hierfür die Verwendung einer Kokille notwendig wäre.

[0016] Erfindungsgemäß wird außerdem ein Abstandshalter für eine Wachstform einer Turbinenschaufel mit einer Schaufelplattform und einem Befestigungselement zum Befestigen der Schaufel an einer Schaufelhalterung, wobei wenigstens eine Fläche des Befestigungselements einer Plattformfläche der Schaufelplattform mit Abstand gegenüberliegt, zur Verfügung gestellt. Der erfindungsgemäße Abstandshalter weist eine an die Form des Befestigungselements angepasste Aufnahme zum Aufnehmen wenigstens eines Teil des Befestigungselements auf. Ein derartiger Abstandshalter kann vorteilhaft im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen einer Negativform für die Herstellung einer Turbinenschaufel Verwendung finden. Er kann insbesondere aus Metall, beispielsweise aus Stahl oder Aluminium hergestellt sein. Auch eine Herstellung aus Keramik ist möglich.

[0017] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung

wird eine Form zur Herstellung eines Wachsmodells einer Turbinenschaufel zur Verfügung gestellt. Die Form umfasst einen herausnehmbaren oder abtrennbaren Teil, der bei der Entnahme des Wachsmodells aus der Form am Wachsmodell verbleibt und einen erfindungsgemäßen Abstandshalter bildet.

[0018] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren.

Figur 1 zeigt eine Gasturbine in einem Längsteilschnitt.

Figur 2 zeigt in perspektivischer Ansicht ein Beispiel für eine Turbinenschaufel.

Figur 3 zeigt ein Beispiel für eine Brennkammer einer Gasturbine

Figur 4 zeigt stark schematisiert die Aufhängung einer Turbinenschaufel.

Figur 5 zeigt den Ablauf eines Verfahrens zum gießtechnischen Herstellen einer Turbinenschaufel.

Figur 6 zeigt einen Ausschnitt aus einem Wachsmodell einer Turbinenschaufel.

[0019] Die Figur 1 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] Die Ringbrennkammer 110 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, können diese mittels eines Kühlmittels gekühlt werden.

[0029] Ebenso können Substrate der Bauteile eine gerichtete Struktur aufweisen, d.h. sie sind einkristallin (SX-Struktur) oder weisen nur längsgerichtete Körner auf (DS-Struktur).

[0030] Als Material für die Bauteile, insbesondere für die Turbinenschaufel 120, 130 und Bauteile der Brennkammer 110 werden beispielsweise eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierungen verwendet.

[0031] 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 bzgl. der chemischen Zusammensetzung der Legierungen Teil der Offenbarung.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

[0035] Die Leitschaufel 130 weist einen dem Innengehäuse 138 der Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß (hier nicht dargestellt) und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegenden Leitschaufelkopf auf. Der Leit-

schaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem Befestigungsring 140 des Stators 143 festgelegt.

[0036] Die Figur 2 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Laufschaufel 120 oder Leitschaufel 130 einer Strömungsmaschine, die sich entlang einer Längsachse 121 erstreckt.

[0037] Die Strömungsmaschine kann eine Gasturbine eines Flugzeugs oder eines Kraftwerks zur Elektrizitätserzeugung, eine Dampfturbine oder ein Kompressor sein.

[0038] 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.

[0039] Als Leitschaufel 130 kann die Schaufel 130 an ihrer Schaufelspitze 415 eine weitere Plattform aufweisen (nicht dargestellt).

[0040] Im Befestigungsbereich 400 ist ein Schaufelfuß 183 gebildet, der zur Befestigung der Laufschaufeln 120, 130 an einer Welle oder einer Scheibe dient (nicht dargestellt).

[0041] Der Schaufelfuß 183 ist beispielsweise als Hammerkopf ausgestaltet. Andere Ausgestaltungen als Tannenbaum- oder Schwalbenschwanzfuß sind möglich.

[0042] Die Schaufel 120, 130 weist für ein Medium, das an dem Schaufelblatt 406 vorbeiströmt, eine Anströmkante 409 und eine Abströmkante 412 auf.

[0043] Bei herkömmlichen Schaufeln 120, 130 werden in allen Bereichen 400, 403, 406 der Schaufel 120, 130 beispielsweise massive metallische Werkstoffe, insbesondere Superlegierungen verwendet.

[0044] 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.

[0045] Die Schaufel 120, 130 kann hierbei durch ein Gussverfahren, auch mittels gerichteter Erstarrung, durch ein Schmiedeverfahren, durch ein Fräsverfahren oder Kombinationen daraus gefertigt sein.

[0046] Werkstücke mit einkristalliner Struktur oder Strukturen werden als Bauteile für Maschinen eingesetzt, die im Betrieb hohen mechanischen, thermischen und/oder chemischen Belastungen ausgesetzt sind.

[0047] 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.

[0048] 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 meiden, da sich durch ungerichtetes Wachstum notwendigerweise transversale und longitudinale Korngrenzen ausbilden, welche die guten Eigenschaften des gerichtet erstarrten oder einkristallinen Bauteiles zunichte machen.

[0049] 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).

[0050] Solche Verfahren sind aus der US-PS 6,024,792 und der EP 0 892 090 A1 bekannt; diese Schriften sind bzgl. des Erstarrungsverfahrens Teil der Offenbarung.

[0051] 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 Aktivelement 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, die bzgl. der chemischen Zusammensetzung der Legierung Teil dieser Offenbarung sein sollen.

[0052] Die Dichte liegt vorzugsweise bei 95% der theoretischen Dichte.

[0053] Auf der MCrAlX-Schicht (als Zwischenschicht oder als äußerste Schicht) bildet sich eine schützende Aluminiumoxidschicht (TGO = thermal grown oxide layer).

[0054] 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.

[0055] 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.

Die Wärmedämmschicht bedeckt die gesamte MCrAlX-Schicht.

[0056] Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

[0057] 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.

[0058] Wiederaufarbeitung (Refurbishment) bedeutet, dass Bauteile 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 Einsatz des Bauteils 120, 130.

[0059] 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 (gestrichelt angedeutet) auf.

[0060] Die Figur 3 zeigt eine Brennkammer 110 einer Gasturbine. Die Brennkammer 110 ist beispielsweise als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um eine Rotationsachse 102 herum angeordneten Brennern 107 in einen gemeinsamen Brennkammerraum 154 münden, die Flammen 156 erzeugen. Dazu ist die Brennkammer 110 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Rotationsachse 102 herum positioniert ist.

[0061] 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 Betriebsparametern 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.

[0062] Jedes Hitzeschildelement 155 aus einer Legierung ist arbeitsmediumsseitig mit einer besonders hitzebeständigen Schutzschicht (MCrAlX-Schicht und/oder keramische Beschichtung) ausgestattet oder ist aus hochtemperaturbeständigem Material (massive keramische Steine) gefertigt.

[0063] Diese Schutzschichten können ähnlich der Turbinenschaufeln sein, also bedeutet beispielsweise 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. 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.

[0064] Auf der MCrAlX kann noch eine beispielsweise keramische 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.

[0065] Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden

stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

[0066] 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.

[0067] Wiederaufarbeitung (Refurbishment) bedeutet, dass Hitzeschildelemente 155 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 in dem Hitzeschildelement 155 repariert. Danach erfolgt eine Wiederbeschichtung der Hitzeschildelemente 155 und ein erneuter Einsatz der Hitzeschildelemente 155.

[0068] Aufgrund der hohen Temperaturen im Inneren der Brennkammer 110 kann zudem für die Hitzeschildelemente 155 bzw. für deren Halteelemente ein Kühlsystem vorgesehen sein. Die Hitzeschildelemente 155 sind dann beispielsweise hohl und weisen ggf. noch in den Brennkammerraum 154 mündende Kühllöcher (nicht dargestellt) auf.

[0069] Figur 4 zeigt in einer stark schematisierten Darstellung die Aufhängung einer Leitschaufel 1 an einem Haltering 3, der sich in Umfangsrichtung der Turbine wenigstens um einen Teil des Umfangs erstreckt. Das Halteelement 3 weist Haltevorsprünge 5 auf, an denen die Turbinenschaufel 1 befestigt wird.

[0070] Die Turbinenschaufel 1 weist ein Schaufelblatt 9 und wenigstens eine am radial äußeren Ende des Schaufelblatts 9 angeordnete Schaufelplattform 11. Eine entsprechende Schaufelplattform kann auch am radial inneren Ende des Schaufelblatts 9 angeordnet sein (in Figur 4 nicht dargestellt). Die Schaufelplattform 11 weist eine radial innere Plattformfläche 13 auf, die in der Gasturbine einen Teil der Wandung des Strömungspfad für die heißen Verbrennungsgase bildet. An der radial inneren Plattformfläche 13 gegenüberliegenden radial äußeren Plattformfläche 15 sind Haltehaken 7 ausgebildet, mit denen die Turbinenschaufel an den Haltevorsprüngen 5 des Halteelements 3 aufgehängt werden kann. Entsprechende Haltehaken können auch an der radial inneren Plattform vorhanden sein.

[0071] Der Abstand d zwischen der radial äußeren Plattformfläche 15 und einer dieser Plattformfläche gegenüberliegenden Hakenfläche 17 bestimmt in Verbindung mit der Lage der Haltevorsprünge 5 des Halteelements 3 die Positionierung der radial inneren Plattformfläche 13 im Heißgaspfad der Gasturbine und ist somit für das Ausbilden eines strömungstechnisch optimierten Heißgaspfades von großer Bedeutung. Im Rahmen der gießtechnischen Herstellung einer Turbinenschaufel kommt daher das Gewährleisten eines definierten Abstandes d zwischen der radial äußeren Plattformfläche und der Hakenfläche 7 große Bedeutung zu.

[0072] Ein Verfahren zur gießtechnischen Herstellung

der in Figur 4 gezeigten Turbinenschaufel wird nachfolgend mit Bezug auf Figur 5 beschrieben.

[0073] In einem ersten Verfahrensschritt 19 wird eine Gießform für ein WachsmodeLL der herzustellenden Turbinenschaufel 9 erstellt. Da beim Gießen des WachsmodeLLs keine besonders hohen Temperaturen vorkommen, kann das Material für die WachsmodeLLgießform im Hinblick auf die Bearbeitbarkeit optimiert gewählt werden, so dass sich die Kontur des WachsmodeLLs präzise als Negativform erzeugen lässt. Eine einmal hergestellte Gießform für das WachsmodeLL kann auch wieder verwendet werden, so dass nicht notwendigerweise in jedem Verfahren zum Herstellen eines NegativmodeLLs für eine Turbinenschaufel der Schritt des Herstellens einer Gießform für ein WachsmodeLL enthalten sein muss. Lediglich dann, wenn eine Turbinenschaufel mit neuer Geometrie zum ersten Mal hergestellt werden soll, ist eine Gießform für das entsprechende WachsmodeLL neu herzustellen.

[0074] Mittels der Gießform für das WachsmodeLL wird in Schritt 21 das WachsmodeLL der Turbinenschaufel gegossen. Nachdem das WachsmodeLL soweit ausgehärtet ist, dass die Gießform entfernt werden kann, werden in Schritt 23 Abstandshalterelemente in den Bereich der Haltehaken 7 eingesetzt. Ein solches Abstandshalterelement 219 ist schematisch in Figur 6 dargestellt. Die Figur zeigt einen Ausschnitt aus einem WachsmodeLL 201 der Turbinenschaufel 1 aus Figur 4. Das WachsmodeLL weist ein Modellschaufelblatt 209, eine Modellplattform 211 mit einer radial inneren Modellplattformfläche 213 und einer radial äußeren Modellplattformfläche 215 auf. Von der Modellplattform 211 aus erstreckt sich ein Modellhaltehaken 207, der eine der äußeren Modellplattformfläche 215 zugewandte und von dieser beabstandete Modellhakenfläche 217 aufweist.

[0075] Sobald das WachsmodeLL 209 aus der Form genommen werden kann, werden Abstandshalterelemente 219 in den Zwischenraum zwischen der radial äußeren Modellplattformfläche 215 und der gegenüberliegenden Modellhakenfläche 217 eingeschoben. Der Abstandshalter 219 ist aus einem formbeständigen Material, beispielsweise Metall oder Keramik hergestellt. Insbesondere metallische Materialien, etwa Stahl oder Aluminium, lassen sich mit präzisen Abmessungen herstellen, so dass die Dicke des Abstandshalters sehr genau an den einzuhaltenden Abstand d zwischen der radial äußeren Modellplattformfläche 215 und der gegenüberliegenden Modellhakenfläche 217 angepasst werden kann.

[0076] Sobald der Abstandshalter 219 in den Zwischenraum zwischen der radial äußeren Plattformfläche 215 und der gegenüberliegenden Modellhakenfläche 217 eingeschoben ist, ist der Abstand zwischen diesen beiden Flächen gegen eine Veränderung aufgrund von Deformationen im WachsmodeLL während des weiteren Aushärtens und/oder während des Transports und/oder des Lagerns des WachsmodeLLs gesichert. Der Abstandshalter 219 weist zudem einen verdickten Abschnitt 221 auf, welcher als Rand dient, der der Stirnfläche 223

des Modellhakens 207 gegenüber liegt. Auf diese Weise kann auch einer Verlagerung der Stirnfläche 223 durch Deformation insbesondere des Modellhakens 207 zuverlässig entgegengewirkt werden.

[0077] Obwohl der Abstandshalter 219 im vorliegenden Ausführungsbeispiel nach der Entnahme des Wachsmodells aus der Gießform eingesetzt wird, kann der Abstandshalter auch so ausgebildet sein, dass er während des Gießprozesses einen Teil der Gießform bildet, der anschließend zusammen mit dem Wachsmodell aus der Gießform genommen oder von der Gießform abgetrennt werden kann. Dadurch, dass sich in dieser alternativen Ausgestaltung des Verfahrens der Abstandshalter bereits während des Gießens in seiner Position befindet, ist das Wachsmodell im Bereich des Modellhakens 207 auch gegen Verformungen, die beim Entnehmen des Modells aus der Form auftreten könnten, gesichert.

[0078] Der Abstandshalter 229 verbleibt vorteilhafter Weise solange im Wachsmodell 201 der Turbinenschaufel 1, bis anhand des Wachsmodells 201 eine Negativform für die Turbinenschaufel 1 erstellt wird. Nachdem der Abstandshalter in Schritt 25 des Verfahrens entfernt worden ist, wird die Negativform beispielsweise mittels eines Keramikmaterials um das Wachsmodell herum gebildet (Schritt 27). Nach dem Abbinden der Negativform wird das Wachs aus der Negativform ausgeschmolzen, so dass der dadurch entstehende Hohlraum zum Gießen der Turbinenschaufel in Schritt 29 zur Verwendung steht. Nachdem die Turbinenschaufel mit Hilfe der Negativform gegossen worden ist, wird die Negativform entfernt und das Verfahren zum Herstellen der Turbinenschaufel ist abgeschlossen.

[0079] Die vorliegende Erfindung stellt ein einfaches Mittel zur Verfügung, mit dem einer Deformation des Wachsmodells, das während eines Gießprozesses zum Herstellen einer Turbinenschaufel Verwendung findet, entgegengewirkt werden kann. Dadurch lassen sich Verbesserungen beim Einhalten einer präzisen Geometrie des Wachsmodells erreichen, wodurch die Zahl an fehlerhaft gegossenen Turbinenschaufeln, die nachzuarbeiten sind, oder im schlimmsten Fall Ausschuss darstellen, verringert werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Negativform zum Gießen einer Turbinenschaufel (1) mit einer Schaufelplattform (11) und wenigstens einem Befestigungselement (7) zum Befestigen der Turbinenschaufel (1) an einer Schaufelhalterung (3), wobei wenigstens eine Fläche (17) des Befestigungselementes (7) einer Plattformfläche (15) der Schaufelplattform (11) mit Abstand (d) gegenüber liegt, in dem

- ein Wachsmodell (201) der herzustellenden

Turbinenschaufel (1) hergestellt wird,
- eine Negativform der Turbinenschaufel (1) anhand des Wachsmodells (201) erstellt wird, nachdem das Wachsmodell (201) ausgehärtet ist, und

- das Wachsmodell (201) nach dem Fertigstellen der Negativform ausgeschmolzen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

während des Aushärtens und/oder während einer Lagerung und/oder während einem Transport des Wachsmodells (201) wenigstens ein Abstandshalter (219) zwischen der Plattformfläche (215) der Schaufelplattform (211) und der wenigstens einen gegenüber liegenden Fläche des Befestigungselementes (207) des Wachsmodells (201) angeordnet ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Abstandshalter (219) bis unmittelbar von der Herstellen der Negativform im Wachsmodell (201) verbleibt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

der wenigstens eine Abstandshalter (219) den Raum zwischen der Plattformfläche (215) der Schaufelplattform (211) und der wenigstens einen gegenüber liegenden Fläche (217) des Befestigungselementes (207) des Wachsmodells (201) vollständig ausfüllt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

das der Abstandshalter (219) an wenigstens einer weiteren Fläche (223) des Befestigungselementes (207) des Wachsmodells (201) anliegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Abstandshalter (219) Verwendung findet, der eine an die Form des Befestigungselementes (207) des Wachsmodells (201) angepasste Aufnahme zum Aufnehmen wenigstens eines Teils des Befestigungselementes (207) aufweist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Abstandshalter (219) Teil einer Form zum Herstellen des Wachsmodells ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Abstandshalter (219) aus Metall Verwendung findet.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Abstandshalter (219) aus Keramik Verwendung

findet.

9. Verfahren zum Herstellen einer Turbinenschaufel (1) mit einer Schaufelplattform (11) und einem Befestigungselement (7) zum Befestigen der Turbinenschaufel (1) an einer Schaufelhalterung (3), wobei wenigstens eine Fläche (17) des Befestigungselementes (7) einer Plattformfläche (15) der Schaufelplattform (11) mit Abstand gegenüber liegt, in dem die Turbinenschaufel (1) mit Hilfe einer Negativform der Turbinenschaufel gegossen wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Negativform der Turbinenschaufel (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 erstellt wird. 5
10. Abstandhalter (219) für ein Wachsmodell (201) einer Turbinenschaufel (1) mit einer Schaufelplattform (11) und einem Befestigungselement (7) zum Befestigen der Turbinenschaufel (1) an einer Schaufelhalterung (3), wobei wenigstens eine Fläche (17) des Befestigungselementes (7) einer Plattformfläche (15) der Schaufelplattform (11) mit Abstand gegenüber liegt,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Abstandhalter (219) eine an die Form des Befestigungselementes (207) des Wachsmodells (201) der Turbinenschaufel (1) angepasste Aufnahme zum Aufnehmen wenigstens eines Teils des Befestigungselementes (207) des Wachsmodells (201) aufweist. 10 20 25 30
11. Abstandhalter (219) nach Anspruch 9,
gekennzeichnet durch
seine Ausgestaltung aus Metall. 35
12. Abstandhalter (219) nach Anspruch 9,
gekennzeichnet durch
seine Ausgestaltung aus Keramik. 40
13. Abstandhalter (219) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**
der Abstandhalter (219) Teil einer zum Herstellen des Wachsmodells (201) Verwendung findenden Form ist, welcher zusammen mit dem Wachsmodell (201) aus der Form herausgelöst werden kann. 45
14. Form zur Herstellung eines Wachsmodells (201) einer Turbinenschaufel (1),
dadurch gekennzeichnet, dass
sie einen herausnehmbaren oder abtrennbaren Teil zum Verbleib am Wachsmodell (201) bei der Entnahme des Wachsmodells (201) aus der Form umfasst, der einen Abstandhalter (219) nach einem der Ansprüche 10 bis 13 bildet. 50 55

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Verfahren zum Herstellen einer Negativform zum Gießen einer Turbinenschaufel (1) mit einer Schaufelplattform (11) und wenigstens einem Befestigungselement (7) zum Befestigen der Turbinenschaufel (1) an einer Schaufelhalterung (3), wobei wenigstens eine Fläche (17) des Befestigungselementes (7) einer Plattformfläche (15) der Schaufelplattform (11) mit Abstand (d) gegenüber liegt, in dem

- ein Wachsmodell (201) der herzustellenden Turbinenschaufel (1) hergestellt wird,
- eine Negativform der Turbinenschaufel (1) anhand des Wachsmodells (201) erstellt wird, nachdem das Wachsmodell (201) ausgehärtet ist, und
- das Wachsmodell (201) nach dem Fertigstellen der Negativform ausgeschmolzen wird,

wobei
während einer Lagerung und/oder während eines Transports des Wachsmodells (201) wenigstens ein Abstandhalter (219) zwischen der Plattformfläche (215) der Schaufelplattform (211) und der wenigstens einen gegenüber liegenden Fläche des Befestigungselementes (207) des Wachsmodells (201) angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass
der Abstandhalter (219) von dem Herstellen der Negativform aus dem Wachsmodell (201) entfernt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der wenigstens eine Abstandhalter (219) den Raum zwischen der Plattformfläche (215) der Schaufelplattform (211) und der wenigstens einen gegenüber liegenden Fläche (217) des Befestigungselementes (207) des Wachsmodells (201) vollständig ausfüllt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das der Abstandhalter (219) an wenigstens einer weiteren Fläche (223) des Befestigungselementes (207) des Wachsmodells (201) anliegt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Abstandhalter (219) Verwendung findet, der eine an die Form des Befestigungselementes (207) des Wachsmodells (201) angepasste Aufnahme zum Aufnehmen wenigstens eines Teils des Befestigungselementes (207) aufweist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Abstandshalter (219) Teil einer Form zum Herstellen des Wachsmodells ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass 5
ein Abstandshalter (219) aus Metall Verwendung findet.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass 10
ein Abstandshalter (219) aus Keramik Verwendung findet.

8. Verfahren zum Herstellen einer Turbinenschaufel (1) mit einer Schaufelplattform (11) und einem Befestigungselement (7) zum Befestigen der Turbinenschaufel (1) an einer Schaufelhalterung (3), wobei wenigstens eine Fläche (17) des Befestigungselementes (7) einer Plattformfläche (15) der Schaufelplattform (11) mit Abstand gegenüber liegt, in dem die Turbinenschaufel (1) mit Hilfe einer Negativform der Turbinenschaufel gegossen wird, 15
dadurch gekennzeichnet, dass 20
die Negativform der Turbinenschaufel (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 erstellt wird. 25

30

35

40

45

50

55

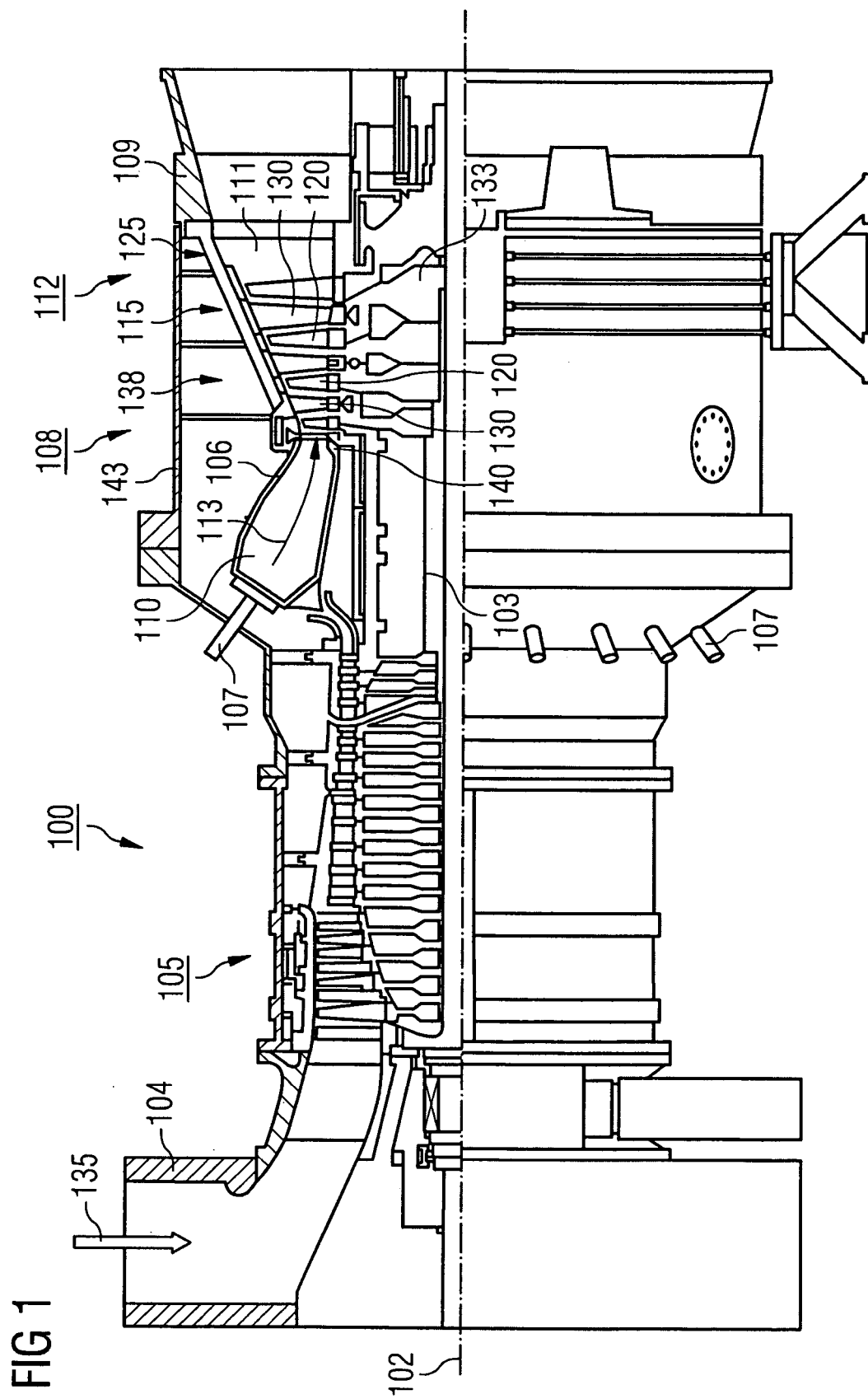


FIG 2

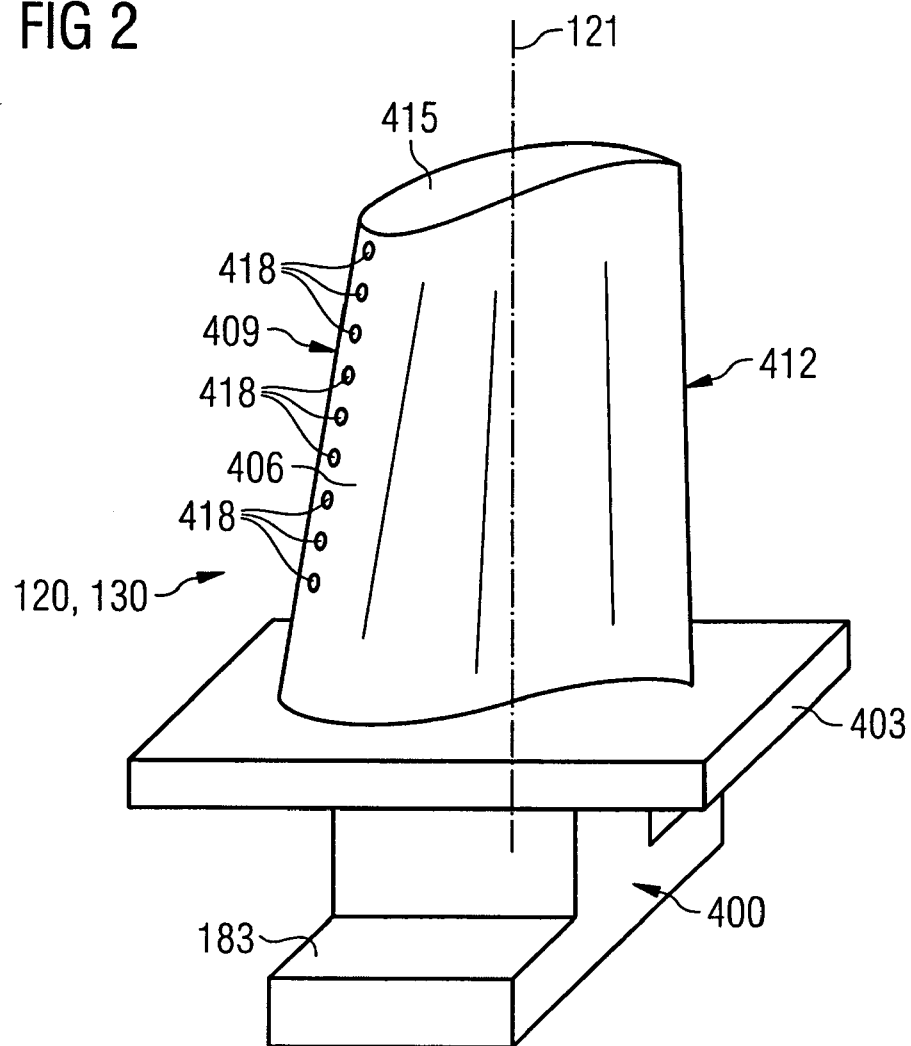


FIG 3

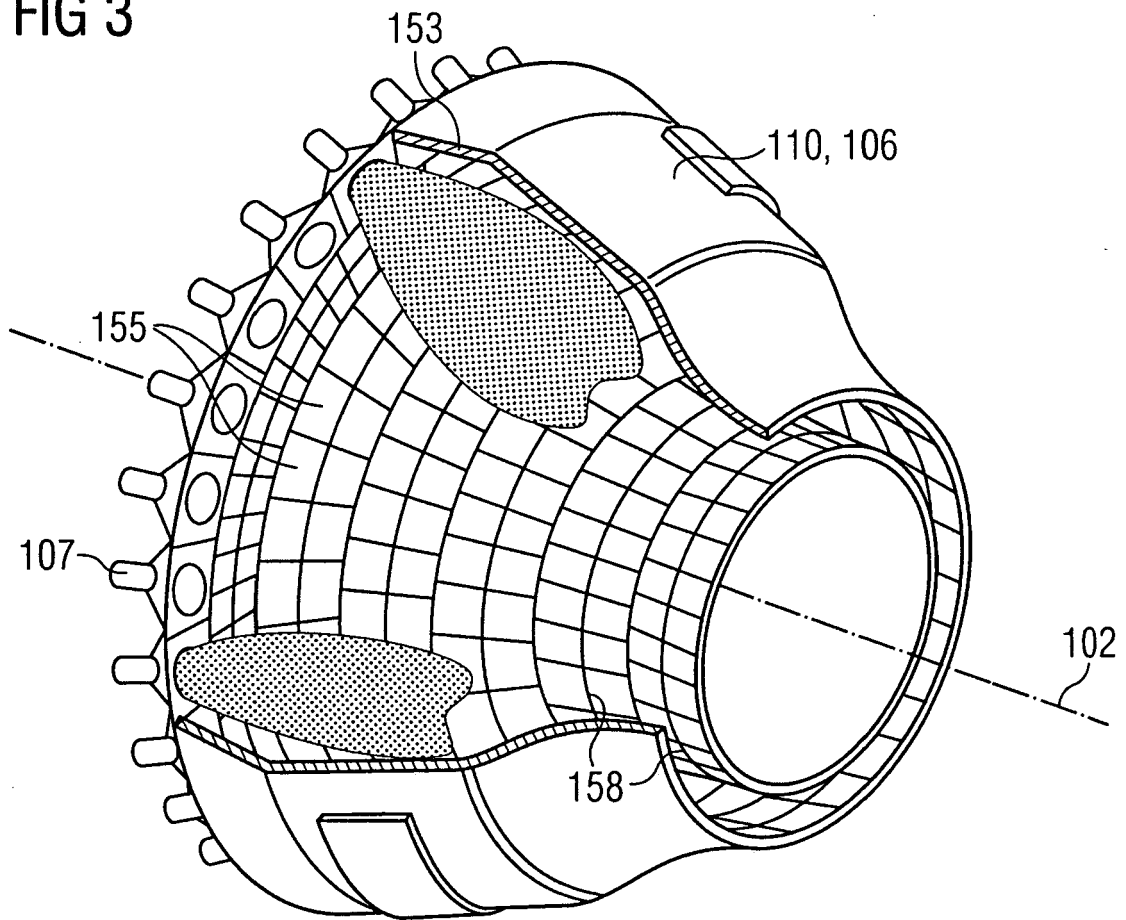


FIG 4

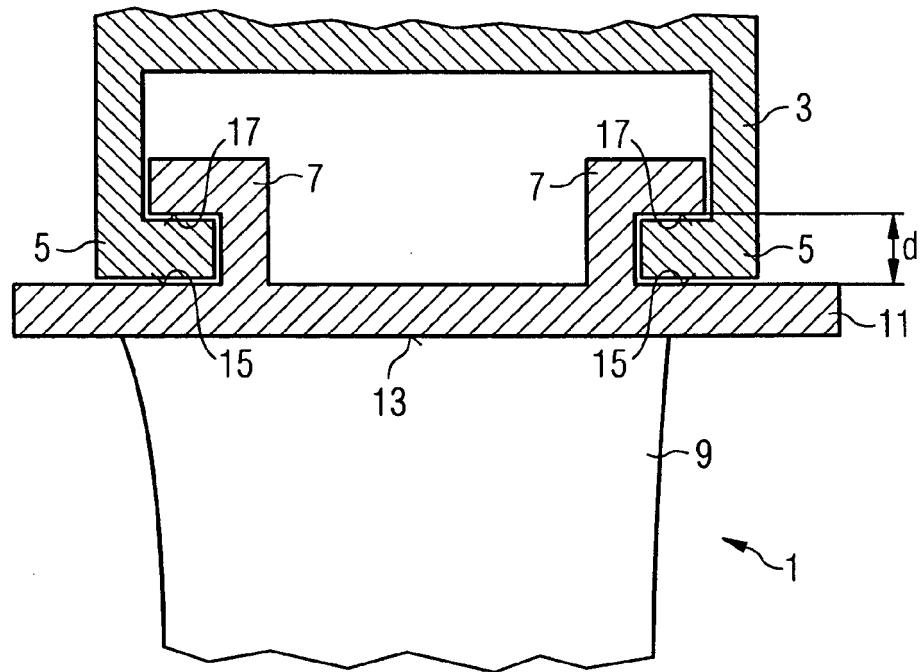


FIG 5

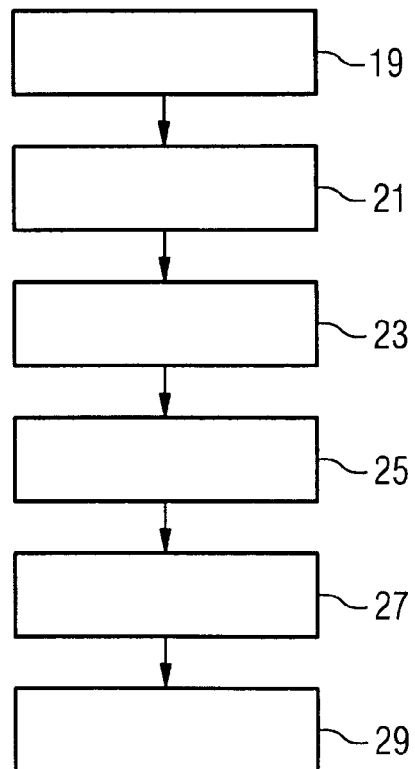
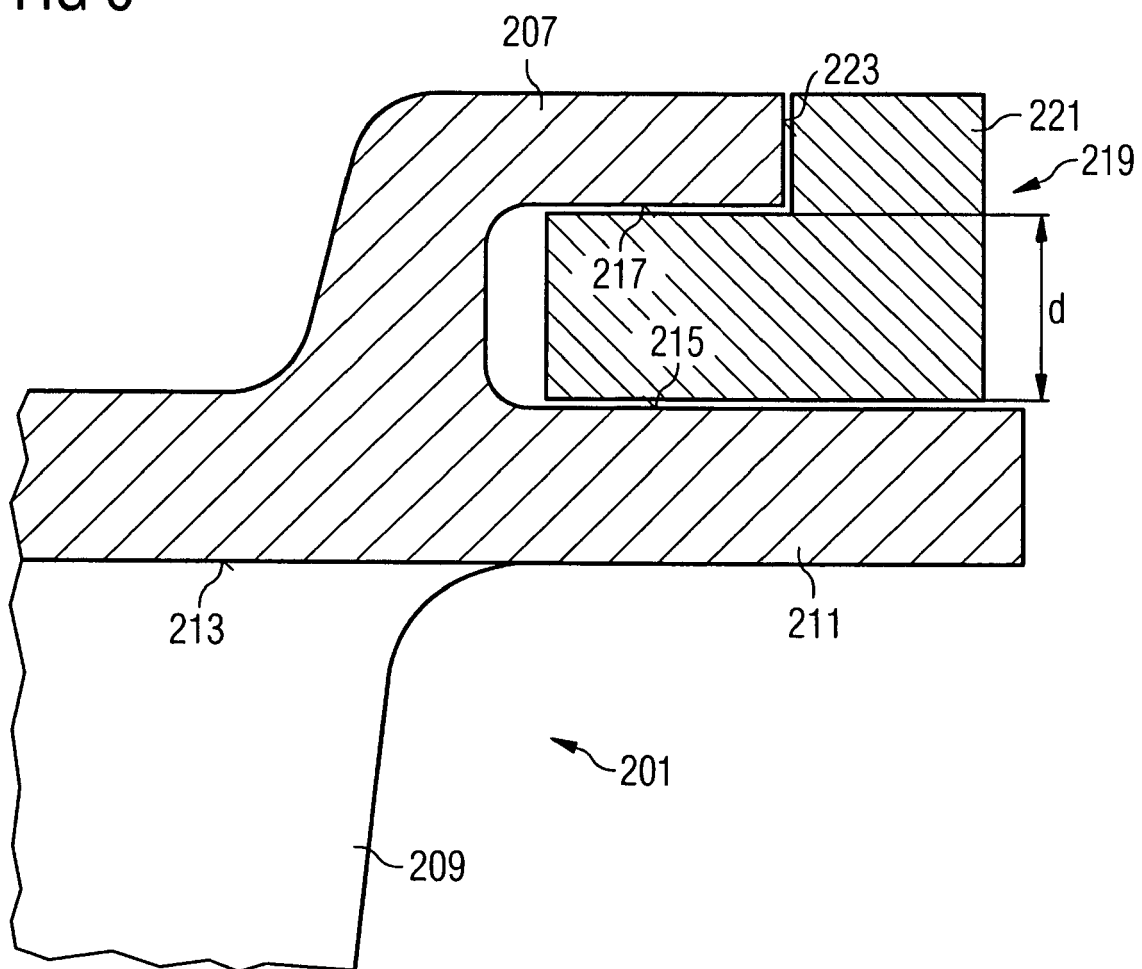


FIG 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 09 00 5327

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	DE 197 26 111 C1 (MOTOREN TURBINEN UNION [DE]) 12. November 1998 (1998-11-12) * Spalte 1, Zeile 43 - Spalte 3, Zeile 65 * * Abbildung 1a *	1-14	INV. B22C9/04 B22C7/02 B22D23/00
X	EP 1 216 770 A2 (ALSTOM POWER NV [NL] ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]) 26. Juni 2002 (2002-06-26) * Absatz [0001] - Absatz [0027] * * Abbildungen 2,3 *	1-7, 9-11, 13-14	
X	US 4 641 702 A (PETRENCHIK JOHN R [US]) 10. Februar 1987 (1987-02-10) * Abbildungen 2-14 * * Spalte 1, Zeile 7 - Spalte 7, Zeile 62 *	1-7, 9-11, 13-14	
A	US 4 464 094 A (GERKEN JOHN M [US]) 7. August 1984 (1984-08-07) * Abbildungen 3,4 * * Spalte 1, Zeile 47 - Spalte 8, Zeile 65 *	1-14	
A	GB 2 053 757 A (ROLLS ROYCE) 11. Februar 1981 (1981-02-11) * Abbildung 1 * * Seite 1, Zeile 6 - Zeile 77 *	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. Juni 2009	Prüfer Zimmermann, Frank
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 09 00 5327

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.

02-06-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19726111 C1	12-11-1998	FR 2764829 A1	24-12-1998
		GB 2326363 A	23-12-1998
EP 1216770 A2	26-06-2002	DE 10064268 A1	04-07-2002
		US 2002088600 A1	11-07-2002
US 4641702 A	10-02-1987	KEINE	
US 4464094 A	07-08-1984	CA 1141670 A1	22-02-1983
		DE 3071675 D1	04-09-1986
		EP 0018806 A1	12-11-1980
		IL 59741 A	30-03-1984
		JP 1056243 B	29-11-1989
		JP 1571409 C	25-07-1990
		JP 55148902 A	19-11-1980
GB 2053757 A	11-02-1981	KEINE	

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

- DE 19726111 C1 [0002]
- EP 1204776 B1 [0031] [0044]
- EP 1306454 A [0031] [0044]
- EP 1319729 A1 [0031] [0044]
- WO 9967435 A [0031] [0044]
- WO 0044949 A [0031] [0044]
- EP 0486489 B1 [0032] [0051] [0063]
- EP 0786017 B1 [0032] [0051] [0063]
- EP 0412397 B1 [0032] [0051] [0063]
- EP 1306454 A1 [0032] [0051] [0063]
- US PS6024792 A [0050]
- EP 0892090 A1 [0050]