

(19)



(11)

EP 2 300 178 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.06.2013 Patentblatt 2013/25

(51) Int Cl.:
F01D 5/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09761582.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/056150

(22) Anmeldetag: **20.05.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/150019 (17.12.2009 Gazette 2009/51)

(54) **VERFAHREN ZUM GUSSTECHNISCHEN HERSTELLEN EINER SCHAUFEL FÜR EINE
GASTURBINE WERKZEUG ZUR HERSTELLUNG EINES GUSSKERNS FÜR DIE SCHAUFEL**

METHOD FOR PRODUCING BLADE FOR A GAS TURBINE BY A CASTING PROCESS AND MOULD
CORE FOR THE BLADE

PROCÉDÉ DE FABRICATION PAR TECHNIQUE DE COULÉE UNE AUBE POUR UNE TURBINE À
GAZ ET NOYEAU DE FONDERIE POUR CETTE AUBE

(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**

(30) Priorität: **12.06.2008 CH 8982008**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.03.2011 Patentblatt 2011/13

(73) Patentinhaber: **Alstom Technology Ltd
5400 Baden (CH)**

(72) Erfinder:

- **MCFEAT, Jose Anguisola**
79787 Lauchringen (DE)
- **KRÜCKELS, Jörg**
CH-5413 Birmenstorf (CH)
- **DÜCKERSHOFF, Roland**
D-56203 Höhr-Grenzhausen (DE)
- **WARDLE, Brian Kenneth**
CH-5200 Brugg-Lauffohr (CH)

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A-03/042503 DE-A1- 10 041 505
DE-A1- 10 129 975 US-A- 5 716 192
US-A1- 2006 292 005

EP 2 300 178 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Technik von Gasturbinen. Sie betrifft ein Verfahren zum gusstechnischen Herstellen einer Schaufel für eine Gasturbine sowie ein Werkzeug zur Herstellung eines Gusskerns für die gusstechnische Herstellung der Schaufel

Stand der Technik

[0002] Schaufeln von Gasturbinen, die entweder als Laufschaufeln auf dem Rotor oder als Leitschaufeln am den Rotor umgebenden Gehäuse befestigt sind, werden vom aus der Brennkammer kommenden Heissgas beaufschlagt und sind dabei thermischen Belastungen ausgesetzt. Diese Schaufeln werden im Zuge der Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades zunehmend mit noch höheren Turbineneintrittstemperaturen umströmt. Es ist deshalb nicht zu umgehen, dass diese Schaufeln innen und/oder aussen gekühlt werden müssen, indem ein Kühlmedium, insbesondere Kühlluft, vorzugsweise über den Schaufelfuss in das hohle Innere des Schaufelblattes eingeleitet wird, dort die Schaufel inwendig über konvektiv angelegte Kühlmethode oder wahlweise durch Prallkühlung kühlt, und dann in den Heissgasstrom ausgeblasen wird, um dort gegebenenfalls auf der Aussenseite der Schaufel eine sogenannte Filmkühlung zu bewerkstelligen. Das Kühlmedium strömt durch das Innere der Schaufel meist in mehreren serpentinartig zusammenhängenden Kühlkanälen, die sich in radialer Richtung durch das Schaufelblatt erstrecken.

[0003] Bei der gusstechnischen Herstellung einer solchen Schaufel, muss ein Gusskern erzeugt werden, der beim Giessen der Schaufeln den inneren Hohlraum der Schaufel mit den Kühlkanälen und weiteren Einzelheiten ausbildet und frei hält. Für die Herstellung des Gusskerns wird eine aus zwei Formhälften zusammengesetzte Kernform verwendet, die beim Entformen des fertigen Gusskerns in einer bestimmten Richtung auseinander gezogen werden (siehe z.B. die US-A- 5,716,192). Bedingt durch die Richtung, in der die beiden Formhälften auseinander gezogen werden müssen, ergeben sich Einschränkungen bei der Ausgestaltung des Gusskerns und damit der Gestaltung des Innenraums der späteren Schaufel. Diese Einschränkungen spielen vor allem bei komplexen Formen des Innenraums eine Rolle, wie sie beispielsweise in der WO-A1 -03/042503 dargestellt sind. Um den dortigen aus verschiedenen Kühlkreisen, und einer Vielzahl von Pins und Turbulatoren bestehenden Innenraum der Schaufel zu erzeugen, werden mehrere Gusskerne hergestellt und miteinander kombiniert, was zu einem sehr aufwändigen Herstellungsverfahren führt.

[0004] Die Druckschrift DE 101 29 975 A1 offenbart

eine Gießform für den Kern einer Gasturbinenschaufel mit auswechselbaren Einsätzen, um Schaufeln mit unterschiedlichen Hohlraumgeometrien, insbesondere in der Endentwicklung, herstellen zu können. Die offenbart, dass die Einsätze in Ausnehmungen der Gießform gesichert sind, z.B. mit Schrauben. Hierdurch ist die Ausrichtung der Strukturen fest durch die Entformungsrichtung vorgegeben.

10 Darstellung der Erfindung

[0005] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Herstellungsverfahren für eine Schaufel vorzuschlagen, die bezüglich der inneren Kühlung unter Überwindung gewisser vom Gusskern verursachten Beschränkungen verbessert ist und sich gleichzeitig mit geringem Mehraufwand herstellen lässt. Es ist des Weiteren Aufgabe der Erfindung ein Werkzeug zur Herstellung eines Gusskerns für die gusstechnische Herstellung der Schaufel anzugeben.

[0006] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale der Ansprüche 1 und 4 gelöst. Wesentlich für die Erfindung ist, dass die im Bereich der Hinterkante zur Verbesserung des Wärmeübergangs zwischen der Wand der Schaufel und der Kühlluft an der Wand angeformten Turbulatoren bzw. Pins sich in einer Richtung in den Innenraum hinein erstrecken, die in einem Winkelbereich frei wählbar ist.

[0007] Besonders vorteilhaft ist es im Hinblick auf die Kühlung, wenn gemäss einer Ausgestaltung der Erfindung die Turbulatoren bzw. Pins sich in einer Richtung in den Innenraum hinein erstrecken, die im wesentlichen senkrecht auf der zugeordneten inneren Oberfläche steht.

[0008] Das erfindungsgemässe Verfahren zum gusstechnischen Herstellen der Schaufel, bei welchem in einem ersten Schritt eine Kernform zum Formen eines den Innenraum der Schaufel frei haltenden Gusskerns bereitgestellt wird, in einem zweiten Schritt mittels der Kernform der Gusskern hergestellt wird, in einem dritten Schritt der Gusskern aus der Kernform entformt wird, und in einem vierten Schritt mittels des Gusskerns die Schaufel gegossen wird, zeichnet sich dadurch aus, dass die im ersten Schritt bereit gestellte Kernform zwei Formhälften umfasst, die beim Entformen in einer ersten Richtung auseinander gezogen werden, wobei in den Formhälften im Hinterkantenbereich wenigstens ein für die Ausbildung der Turbulatoren bzw. Pins vorgesehener Formeinsatz angeordnet ist, und dass im dritten Schritt nach dem Auseinanderziehen der Formhälften in der ersten Richtung der wenigstens eine Formeinsatz in einer von der ersten Richtung abweichenden zweiten Richtung vom geformten Gusskern abgezogen wird.

[0009] Eine Ausgestaltung des Verfahrens nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Richtung senkrecht auf der zu den Turbulatoren bzw. Pins gehörenden inneren Oberfläche steht.

[0010] Gemäss einer anderen Ausgestaltung des Ver-

fahren sind in den Formhälften mehrere Formeinsätze angeordnet sind, die beim Entformen vom geformten Gusskern in unterschiedlichen, von der ersten Richtung abweichenden Richtungen abgezogen werden.

Kurze Erläuterung der Figuren

[0011] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht wesentlichen Elemente sind fortgelassen worden. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen

Fig. 1 im Querschnitt in einer stark vereinfachten Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer Schaufel nach der Erfindung mit senkrecht zur Wandoberfläche in den Innenraum abstehenden Turbulatoren bzw. Pins im Bereich der Hinterkante;

Fig. 2 im Schnitt den (vereinfachten) Gusskern für die gusstechnische Herstellung der Schaufel aus Fig. 1 ;

Fig. 3 die mit den Formhälften der Kernform verbundene Problematik bei der Herstellung des Gusskerns aus Fig. 2;

Fig. 4 in einer zu Fig. 3 vergleichbaren Darstellung eine im Rahmen der Erfindung abgewandelte Kernform mit Formeinsätzen zur Überwindung der mit der Kernform nach Fig. 3 verbundenen Beschränkungen, und

Fig. 5 einen der Formeinsätze aus Fig. 4.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0012] In Fig. 1 ist im Querschnitt in einer stark vereinfachten Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer Gasturbinen-Schaukel nach der Erfindung dargestellt. Die Schaufel 10 hat ein Flügelprofil mit einer Vorderkante 11, einer Hinterkante 12 sowie einer (konvexen) Saugseite 13 und einer (konkaven) Druckseite 14. Die Schaufel 10 hat eine Wand 15, die einen hohlen Innenraum 16 umschliesst, der zur Führung von Kühlluft verwendet wird, die unter anderen aus an der Hinterkante 12 vorgesehenen Kühlluftauslässen 17 in den Aussenraum abströmen kann. Der Innenraum 16 kann durch einen oder mehrere Steg(e) 29 in mehrere Teilräume unterteilt sein.

[0013] Zur Ausbildung des Innenraums 16 und der darin angeordneten Einzelheiten und Elemente bei der gusstechnischen Herstellung der Schaufel 10 wird ein Gusskern 21 (Fig. 2) benötigt, der zuvor erzeugt werden muss. Zur Erzeugung des Gusskerns 21 wird in der Regel eine Kernform 23 gemäss der in Fig. 3 dargestellten Art

verwendet, die aus zwei entlang einer Trennebene 25 trennbaren Formhälften 23a und 23b zusammengesetzt ist, die beim Entformen in der durch die Pfeile in Fig. 3 angedeuteten Richtung auseinander gezogen werden.

5 Durch die vorgegebene Richtung, in der die beiden Formhälften 23a und 23b beim Entformen auseinander gezogen werden müssen (Entformungsrichtung), ist indirekt über den Gusskern 21 auch die Orientierung bestimmter Elemente im Innenraum 16 der Schaufel vorgegeben. 10 So erstreckt sich der Steg 29 im Innenraum 16 der Schaufel zwangsläufig in Entformungsrichtung, weil nur so die Formhälften 23a und 23b mit ihren entsprechenden Stegelementen 30 aus dem fertigen Gusskern gezogen werden können.

15 **[0014]** Gemäss der Erfindung werden nun im Hinterkantenbereich der Schaufel 10 zusätzliche Elemente 18 im Innenraum 16 angeordnet bzw. angeformt, welche als (runde) Pins oder (rippenartige) Turbulatoren ausgebildet sein können und den Wärmeübergang zwischen der 20 im Innenraum 16 strömenden Kühlluft und der Wand 15 verbessern. Die Richtung, in der die Elemente 18 von der Wand 15 ausgehend in den Innenraum 16 hineinragen, soll nun in einem Winkelbereich unabhängig von der Entformungsrichtung der Fig. 3 wählbar sein, d.h. die 25 Orientierung der Elemente 18 kann von der Orientierung des Stegs 29 abweichen. Insbesondere sollen die Elemente 18 aus strömungstechnischen Gründen senkrecht auf der inneren Oberfläche 19 bzw. 20 der Wand stehen, von der sie ausgehen, wie dies in Fig. 1 durch den rechten Winkel angedeutet ist. 30

[0015] Um die Elemente 18 aus Fig. 1 mit der dort dargestellten Orientierung verwirklichen zu können, müsste der Gusskern 21 entsprechend geformte und orientierte Ausnehmungen 22 aufweisen (Fig. 2). Bei der zweiteiligen Kernform 23 der Fig. 3 müssten an den Formhälften 35 23a und 23b zur Ausbildung der Ausnehmungen 22 entsprechende Formelemente 26 angeordnet sein. Es ist jedoch bei der Betrachtung von Fig. 3 unmittelbar einsichtig, dass bei derartig abweichend orientierten Formelementen 26 die beiden Formhälften 23a und 23b beim 40 Ausformen nicht mehr in der Entformungsrichtung auseinander gezogen werden können, ohne die gebildeten Ausnehmungen 22 zu beschädigen oder zu zerstören, oder die Formelemente 26 abzuscheren.

45 **[0016]** Um innerhalb des Herstellungsprozesses für den Gusskern 21 dennoch derartige, abweichend orientierte Elemente 18 auf einfache Weise und ohne die Gefahr einer Beschädigung erzeugen zu können, werden gemäss Fig. 4 und 5 für den Bereich, in welchem die 50 Elemente 18 angeordnet sein sollen, separate Formeinsätze 27, 28 vorgesehen, die für die Ausbildung der Ausnehmungen 22 zuständig sind und von den Formhälften 23a und 23b getrennt abgezogen werden können.

[0017] Bei der Herstellung des Gusskerns 21 mit einer 55 Kernform-Konfiguration gemäss Fig. 4 werden beim Entformen zunächst die Formhälften 23a und 23b in der Entformungsrichtung (in Fig. 4 senkrecht nach oben und unten) auseinander gezogen. Die Formeinsätze 27 und 28

verbleiben in dieser Phase am Gusskern 21. Sind die Formhälften 23a und 23b entfernt, können die Formeinsätze 27 und 28 vom Gusskern in diejenigen Richtungen abgezogen werden, die den Orientierungen der Elemente 18 entsprechen (schräge Pfeile in Fig. 4). Auf diese Weise ist es möglich, im Rahmen des üblichen Gussverfahrens auf einfache Weise im Innenraum 16 der Schaufel 10 für die Kühlung optimierte Elemente 18 zu erzeugen, deren Orientierung von der (Haupt-)Entformungsrichtung der Kernform abweicht.

Bezugszeichenliste

[0018]

10	Schaufel (Gasturbine)
11	Vorderkante
12	Hinterkante
13	Saugseite
14	Druckseite
15	Wand
16	Innenraum
17	Kühlluftauslass
18	Turbulator (Pin)
19, 20	Innere Oberfläche
21	Gusskern
22	Ausnehmung
23	Kernform
23a,b	Formhälfte
24	Hohlraum
25	Trennebene
26	Formelement
27,28	Formeinsatz
29	Steg
30	Stegelement

Patentansprüche

1. Verfahren zum gusstechnischen Herstellen einer Schaufel (10) für eine Gasturbine, welche Schaufel (10) eine Vorderkante (11) und eine Hinterkante (12) aufweist, sowie im Inneren einen durch innere Oberflächen (19, 20) begrenzten Innenraum (16) zum Durchleiten von Kühlluft, wobei der Innenraum (16) durch mindestens einen sich zwischen den inneren Oberflächen (19, 20) erstreckenden Steg (29) in mehrere Teilräume unterteilt ist, und wobei im Bereich der Hinterkante (12) zur Verbesserung des Wärmeübergangs zwischen der Wand (15) der Schaufel und der Kühlluft eine Vielzahl von an der Wand (15) zur Verbesserung der Kühlung angeformten Mitteln (18) verteilt angeordnet sind, die von den inneren Oberflächen (19, 20) ausgehend in den Innenraum (16) hineinragen, und wobei in einem ersten Schritt eine Kernform (23) zum Formen eines

den Innenraum (16) der Schaufel (10) frei haltenden Gusskerns (21) bereitgestellt wird, dass in einem zweiten Schritt mittels der Kernform (23) der Gusskern (21) hergestellt wird, dass in einem dritten Schritt der Gusskern (21) aus der Kernform (23) entformt wird, und dass in einem vierten Schritt mittels des Gusskerns (21) die Schaufel (10) gegossen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass die im ersten Schritt bereit bereitgestellte Kernform (23) zwei Formhälften (23a, 23b) umfasst, die wenigstens ein Stegelement (30) zur Ausbildung des wenigstens einen Steges (29) der Schaufel aufweisen, und dass die zwei Formhälften (23a, 23b) beim Entformen in einer ersten Richtung, in der sich das wenigstens eine Stegelement (30) erstreckt, auseinander gezogen werden, wobei in den Formhälften (23a, 23b) im Hinterkantenbereich wenigstens ein für die Ausbildung der Mittel (18) vorgesehener Formeinsatz (27, 28) mit Formelementen (26), die für die Ausbildung von Ausnehmungen (22) zur Ausbildung der Mittel (18) an der Schaufel (10) dienen, angeordnet ist, und dass im dritten Schritt nach dem Auseinanderziehen der Formhälften (23a, 23b) in der ersten Richtung der wenigstens eine Formeinsatz (27, 28) in einer von der ersten Richtung abweichenden zweiten Richtung, in der die Mittel (18) in den Innenraum (16) hineinragen, vom geformten Gusskern (21) abgezogen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Richtung senkrecht auf der zu den Mittel (18) gehörenden inneren Oberfläche (19, 20) orientiert ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Formhälften (23a, b) mehrere Formeinsätze (27, 28) angeordnet sind, die beim Entformen vom geformten Gusskern (21) in unterschiedlichen, von der ersten Richtung abweichenden Richtungen abgezogen werden.

4. Werkzeug zur Herstellung eines Gusskerns (21) für ein gusstechnisches Herstellen einer Schaufel (10) für eine Gasturbine, welche Schaufel (10) eine Vorderkante (11) und eine Hinterkante (12) aufweist, sowie im Inneren einen durch innere Oberflächen (19, 20) begrenzten Innenraum (16) zum Durchleiten von Kühlluft, wobei der Innenraum (16) durch mindestens einen sich zwischen den inneren Oberflächen (19, 20) erstreckenden Steg (29) in mehrere Teilräume unterteilt ist, und wobei im Bereich der Hinterkante (12) zur Verbesserung des Wärmeübergangs zwischen der Wand (15) der Schaufel und der Kühlluft eine Vielzahl von an der Wand (15) zur Verbesserung der Kühlung angeformten Mitteln (18) verteilt angeordnet sind, die von den inneren Oberflächen (19, 20) ausgehend in den Innenraum (16)

hineinragen, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kernform (23) vorgesehen ist, die aus zwei entlang einer Trennebene (25) trennbare Formhälften (23a und 23b) zusammengesetzt ist, die wenigstens ein Stegelement (30) zur Ausbildung des Steges (29) der Schaufel (10) vorsehen, wobei die Orientierung des wenigstens einen Stegelementes (30) der Entformungsrichtung zum Auseinanderziehen beider Formhälften (23a, 23b) entspricht, und dass in den Formhälften (23a, 23b) im Hinterkantenbereich wenigstens ein für die Ausbildung der Mittel (18) vorgesehener Formeinsatz (27, 28) mit Formelementen (26), die für die Ausbildung von Ausnehmungen (22) zur Ausbildung der Mittel (18) an der Schaufel (10) dienen, angeordnet ist, wobei der wenigstens eine Formeinsatz (27, 28) vom Gusskern (21) getrennt zu den Formhälften (23a, 23b) in einer Richtung abziehbar ist, die der Orientierung der Mittel (18) entspricht und die sich von der Entformungsrichtung unterscheidet.

5. Werkzeug nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (18) Turbulatoren resp. Pins sind, welche sich in einer Richtung in den Innenraum (16) hinein erstrecken, die senkrecht auf der zugeordneten inneren Oberfläche steht.

Claims

1. Method for producing a blade (10) by a casting technique for a gas turbine, which blade (10) has a leading edge (11) and a trailing edge (12), and also, in the interior, a cavity (16), which is delimited by internal surfaces (19, 20), for the guiding through of cooling air, wherein the cavity (16) is divided into a plurality of sub-chambers by means of at least one rib (29) which extends between the internal surfaces (19, 20), and wherein for improving the transfer of heat between the wall (15) of the blade and the cooling air, a multiplicity of means (18), which are formed on the wall (15) for improving cooling, are arranged in a distributed manner in the region of the trailing edge (12) and project from the internal surfaces (19, 20) into the cavity (16), and wherein in a first step a core mold (23) is provided for forming a casting core (21) which keeps the cavity (16) of the blade (10) free, in a second step the casting core (21) is produced by means of the core mold (23), in a third step the casting core (21) is removed from the core mold (23), and in a fourth step the blade (10) is cast by means of the casting core (21), **characterized in that** the core mold (23) which is provided in the first step comprises two mold halves (23a, 23b) which have at least one rib element (30) for forming the at least one rib (29) of the blade, and **in that** the two mold halves (23a, 23b) during demolding are drawn

apart in a first direction in which the at least one rib element (30) extends, wherein at least one mold insert (27, 28) having mold elements (26) which serve for the formation of recesses (22) for forming the means (18) on the blade (10), which is provided for forming the means (18), is arranged in the mold halves (23a, 23b) in the trailing edge region, and **in that** in the third step, after the parting of the mold halves (23a, 23b) in the first direction, the at least one mold insert (27, 28) is withdrawn from the formed casting core (21) in a second direction in which the means (18) project into the cavity (16) and which differs from the first direction.

2. The method according to claim 1, **characterized in that** the second direction is perpendicular to the internal surface (19, 20) which is associated with the means (18).
3. The method according to claim 1 or 2, **characterized in that** a plurality of mold inserts (27, 28) are arranged in the mold halves (23a, b) and during demolding are withdrawn from the formed casting core (21) in different directions which differ from the first direction.
4. Tool for producing a casting core (21) for producing a blade (10) by a casting technique for a gas turbine, which blade (10) has a leading edge (11) and a trailing edge (12), and also, in the interior, a cavity (16), which is delimited by internal surfaces (19, 20), for the guiding through of cooling air, wherein for improving the transfer of heat between the wall (15) of the blade and the cooling air, a multiplicity of means (18), which are formed on the wall (15) for improving cooling, are arranged in a distributed manner in the region of the trailing edge (12) and project from the internal surfaces (19, 20) into the cavity (16), **characterized in that** a core mold (23) is provided which is assembled from two mold halves (23a and 23b) which can be separated along a parting plane (25) and which provide at least one rib element (30) for forming the rib (29) of the blade (10), wherein the orientation of the at least one rib element (30) corresponds to the demolding direction for the drawing apart of the two mold halves (23a, 23b), and **in that** at least one mold insert (27, 28) which is provided for forming the means (18) and which has mold elements (26) which serve for the formation of recesses (22) for forming the means (18) on the blade (10) is arranged in the mold halves (23a, 23b) in the trailing edge region, wherein the at least one mold insert (27, 28) can be pulled out of the casting core (21) separately from the mold halves (23a, 23b) in a direction which corresponds to the orientation of the means (18) and which differs from the demolding direction.

5. The blade according to claim 4, **characterized in that** the means are turbulators or pins (18) which extend into the cavity (16) in a direction which is essentially perpendicular to the associated internal surface.

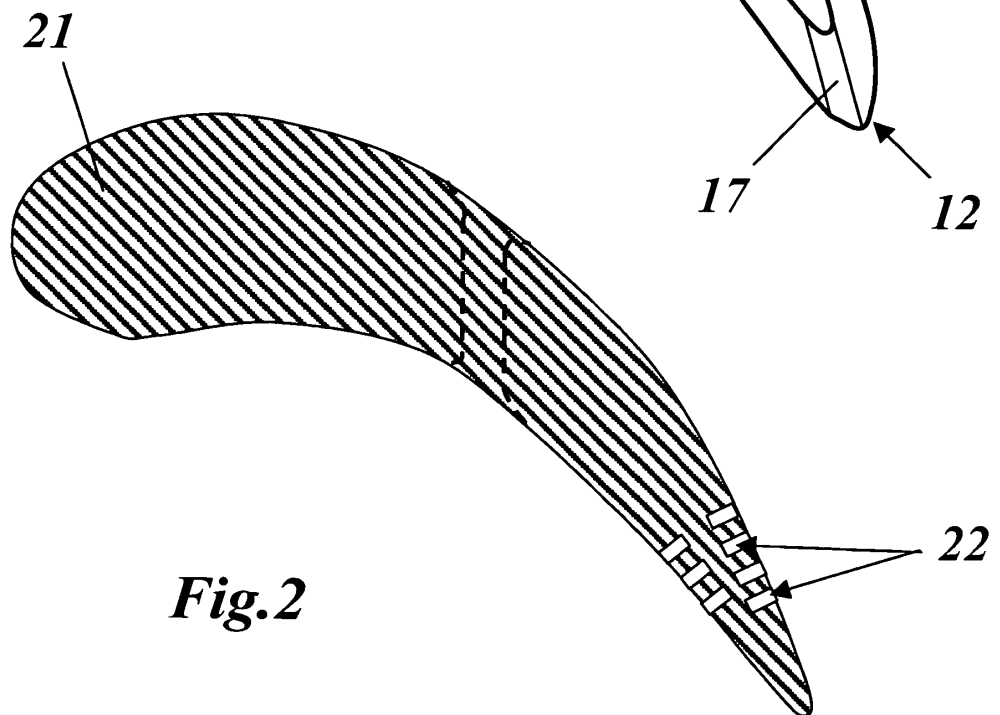
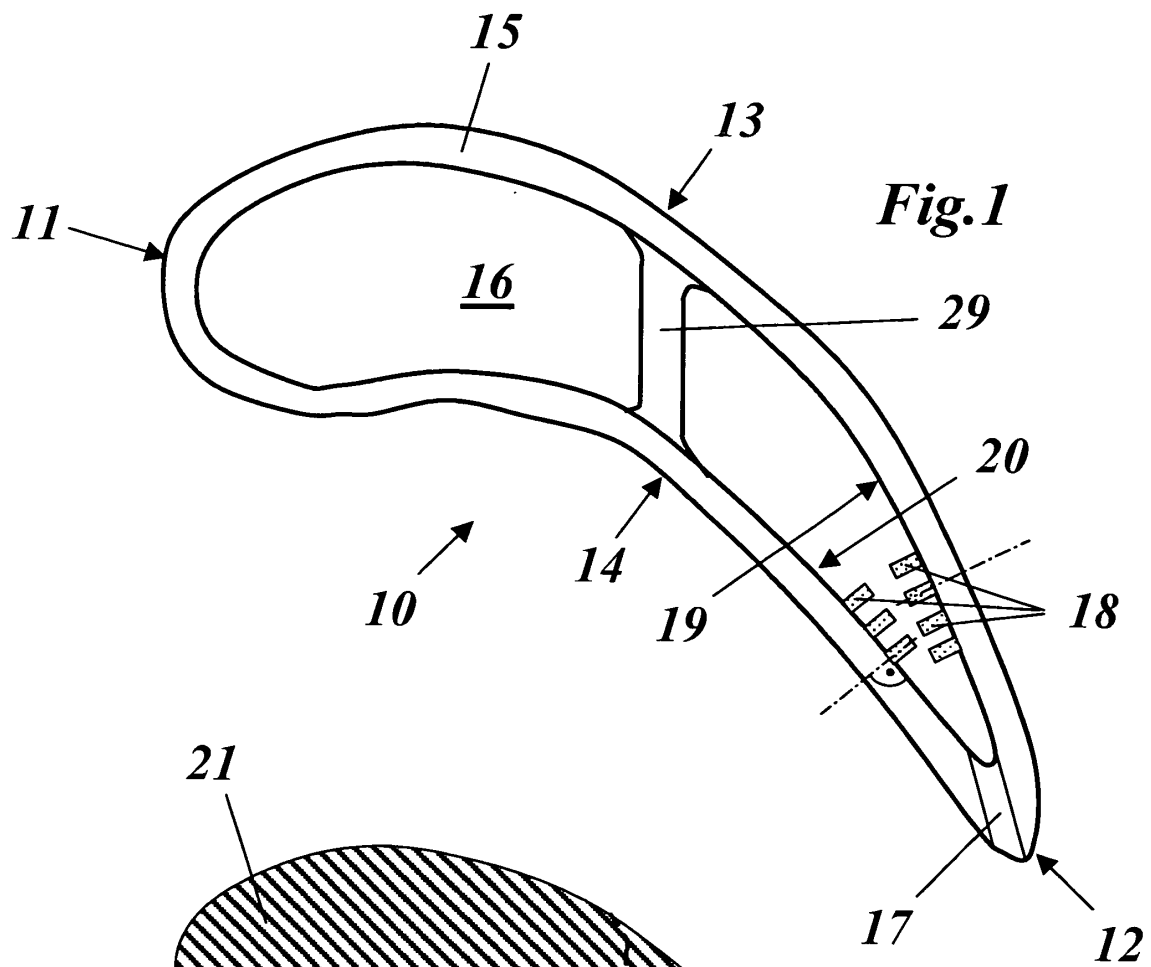
Revendications

1. Procédé de fabrication par technique de coulée d'une aube (10) pour une turbine à gaz, laquelle aube (10) comprend un bord avant (11) et un bord arrière (12), ainsi qu'à l'intérieur un espace intérieur (16) délimité par des surfaces intérieures (19, 20) pour faire passer de l'air de refroidissement, l'espace intérieur (16) étant divisé en plusieurs espaces partiels par au moins une nervure (29) s'étendant entre les surfaces intérieures (19, 20), et une pluralité de moyens (18) formés sur la paroi (15) pour améliorer le refroidissement étant disposés de manière répartie dans la région du bord arrière (12) pour améliorer le transfert de chaleur entre la paroi (15) de l'aube et l'air de refroidissement, lesquels moyens pénètrent dans l'espace intérieur (16) à partir des surfaces intérieures (19, 20), et un moule à noyau (23) pour mouler un noyau de coulée (21) maintenant libre l'espace intérieur (16) de l'aube (10) étant fourni lors d'une première étape, le noyau de coulée (21) étant fabriqué au moyen du moule à noyau (23) lors d'une deuxième étape, le noyau de coulée (21) étant démoulé hors du moule à noyau (23) lors d'une troisième étape, et l'aube (10) étant coulée au moyen du noyau de coulée (21) lors d'une quatrième étape, **caractérisé en ce que** le moule à noyau (23) fourni lors de la première étape comporte deux demi-moules (23a, 23b) qui comprennent au moins un élément de nervure (30) pour la formation de l'au moins une nervure (29) de l'aube, et **en ce que**, lors du démoulage, les deux demi-moules (23a, 23b) sont séparés par traction dans une première direction dans laquelle s'étend l'au moins un élément de nervure (30), au moins un insert de moule (27, 28) prévu pour la formation des moyens (18) et doté d'éléments de moule (26) qui servent à la formation d'évidements (22) pour la formation des moyens (18) sur l'aube (10) étant disposé dans les demi-moules (23a, 23b) dans la région du bord arrière, et **en ce que** lors de la troisième étape après la séparation par traction des demi-moules (23a, 23b) dans la première direction, l'au moins un insert de moule (27, 28) est retiré du noyau de coulée formé (21) dans une deuxième direction qui est différente de la première direction et dans laquelle les moyens (18) pénètrent dans l'espace intérieur (16).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la deuxième direction est orientée perpendiculairement à la surface intérieure

(19, 20) appartenant aux moyens (18).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** plusieurs inserts de moule (27, 28) sont disposés dans les demi-moules (23a, b), lesquels inserts de moule sont tirés dans diverses directions différentes de la première direction lors du démoulage du noyau de coulée formé (21).
4. Procédé de fabrication d'un noyau de coulée (21) pour la fabrication par technique de coulée d'une aube (10) pour une turbine à gaz, laquelle aube (10) comprend un bord avant (11) et un bord arrière (12), ainsi qu'à l'intérieur un espace intérieur (16) délimité par des surfaces intérieures (19, 20) pour faire passer de l'air de refroidissement, l'espace intérieur (16) étant divisé en plusieurs espaces partiels par au moins une nervure (29) s'étendant entre les surfaces intérieures (19, 20), et une pluralité de moyens (18) formés sur la paroi (15) pour améliorer le refroidissement étant disposés de manière répartie dans la région du bord arrière (12) pour améliorer le transfert de chaleur entre la paroi (15) de l'aube et l'air de refroidissement, lesquels moyens pénètrent dans l'espace intérieur (16) à partir des surfaces intérieures (19, 20), **caractérisé en ce qu'un** moule à noyau (23) est prévu, lequel est composé de deux demi-moules (23a et 23b) séparables le long d'un plan de séparation (25) sur lesquels est prévu au moins un élément de nervure (30) pour la formation de la nervure (29) de l'aube (10), l'orientation de l'au moins un élément de nervure (30) correspondant à la direction de démoulage pour la séparation par traction des deux demi-moules (23a, 23b) et **en ce qu'au** moins un insert de moule (27, 28) prévu pour la formation des moyens (18) et doté d'éléments de moule (26) qui servent à la formation d'évidements (22) pour la formation des moyens (18) sur l'aube (10) est disposé dans les demi-moules (23a, 23b) dans la région du bord arrière, l'au moins un insert de moule (27, 28) pouvant être retiré du noyau de coulée (21) séparément des demi-moules (23a, 23b) dans une direction qui correspond à l'orientation des moyens (18) et qui diffère de la direction de démoulage.
5. Outil selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les moyens (18) sont des turbulateurs ou des chevilles qui s'étendent dans l'espace intérieur (16) dans une direction qui est perpendiculaire à la surface intérieure associée.



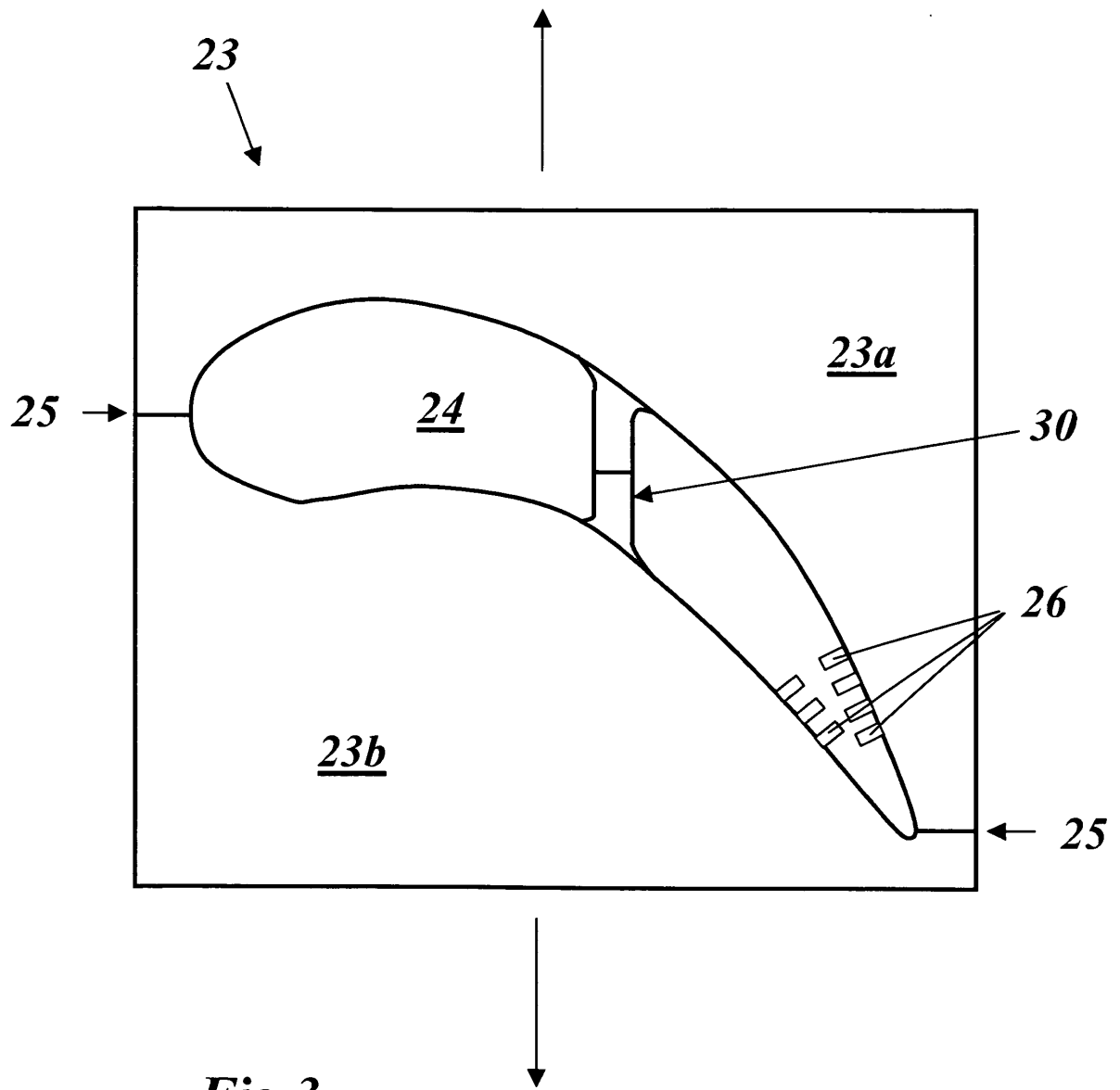


Fig.3

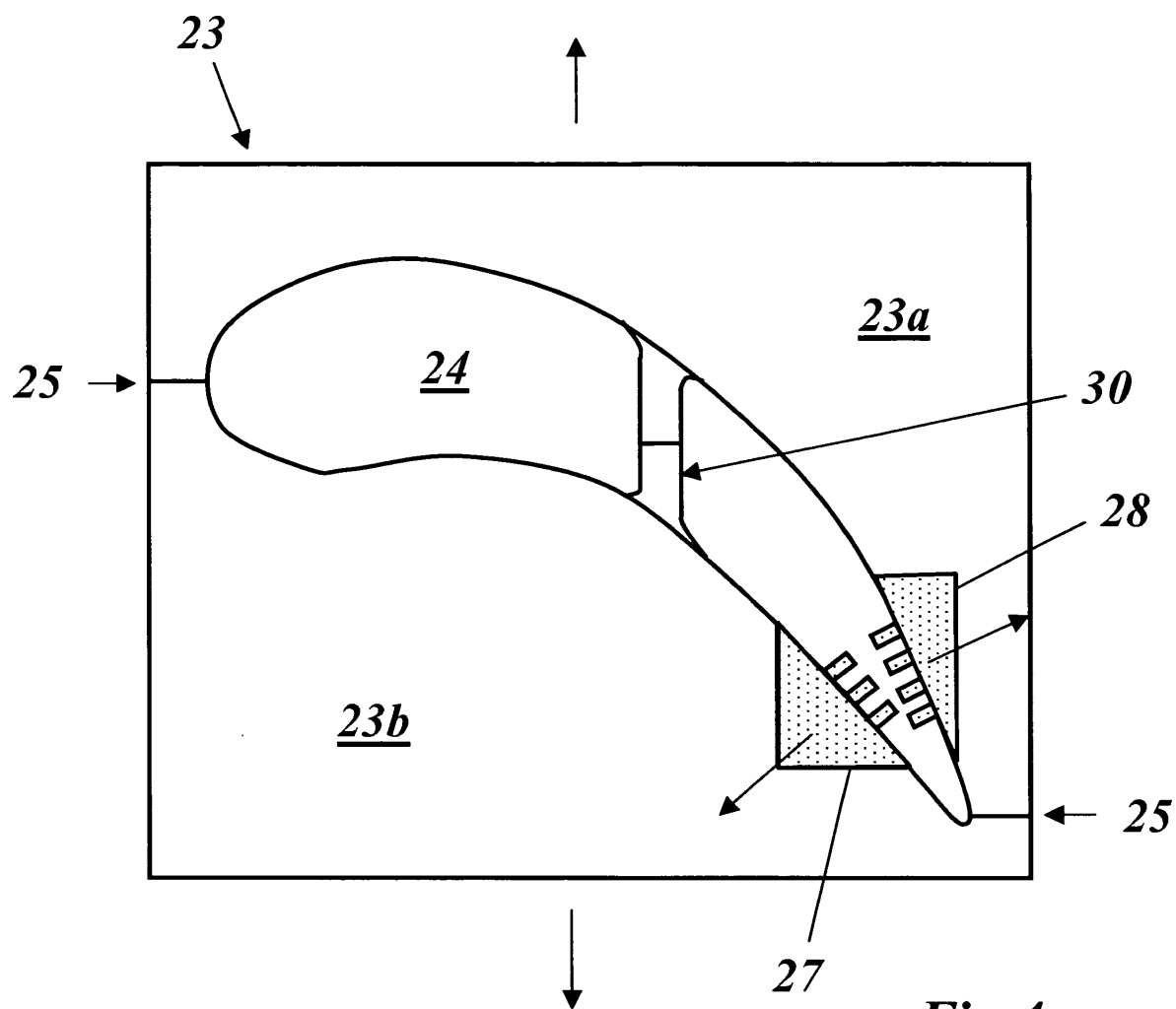


Fig. 4

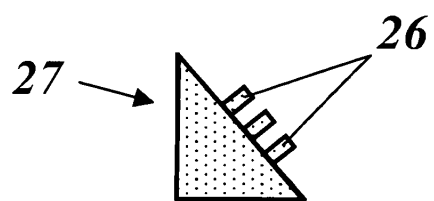


Fig. 5

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 5716192 A [0003]
- WO 03042503 A1 [0003]
- DE 10129975 A1 [0004]