

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 621 730 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.02.2006 Patentblatt 2006/05

(51) Int Cl.:
F01D 5/18 (2006.01) F01D 25/24 (2006.01)
F23R 3/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 04017673.7

(22) Anmeldetag: 26.07.2004

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(72) Erfinder:
• Dellmann, Jürgen
45128 Essen (DE)
• Lang, Gernot
52499 Baesweiler (DE)

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

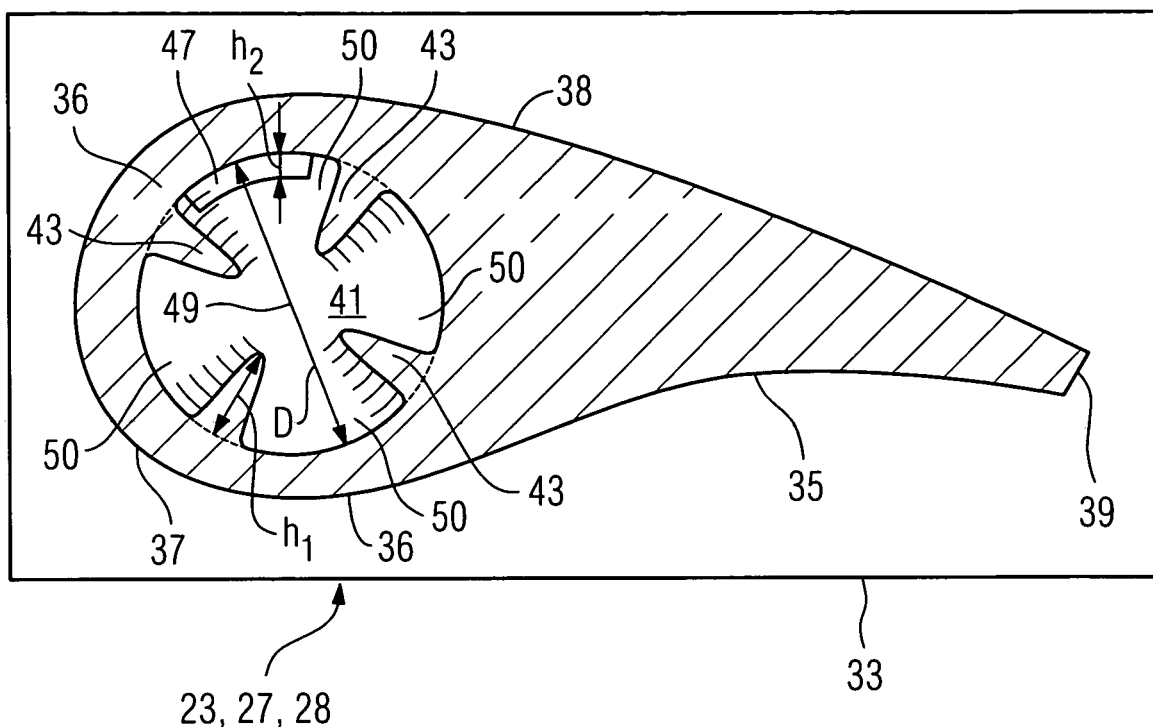
(54) **Gekühltes Bauteil einer Strömungsmaschine und Verfahren zum Giessen dieses gekühlten Bauteils**

(57) Die Erfindung betrifft ein gekühltes Bauteil (28) einer von einem heißen Arbeitsmedium (A) durchströmten Strömungsmaschine, insbesondere eine Turbinenschaufel einer Gasturbine (11), in dessen mit dem Arbeitsmedium (A) beaufschlagbaren Außenwand (36, 38) ein Kühlkanal (41) vorgesehen ist, der entlang seiner

Längsachse (45) von einem Kühlfluid (KF) durchströmbar ist.

Um ein Bauteil für eine Gasturbine effizienter zu kühlen, wird vorgeschlagen, dass im Kühlkanal (41) Mittel vorgesehen sind, die dem strömenden Kühlfluid (KF) einen Drall aufprägen.

FIG 2



EP 1 621 730 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein gekühltes Bauteil einer von einem heißen Arbeitsmedium durchströmten Strömungsmaschine, insbesondere eine Turbinenschaufel einer Gasturbine, in dessen mit dem Arbeitsmedium beaufschlagbarer Außenwand ein Kühlkanal vorgesehen ist, der entlang seiner Längsachse von einem Kühlfluid durchströmbar ist. Ferner betrifft die Erfindung eine Gasturbine mit einem gekühlten Bauteil und ein Verfahren zum Gießen eines gekühlten Bauteils.

[0002] Aus der Zeitschrift "Konstruktion", Zeitschrift für Produktentwicklung und Ingenieur-Werkstoffe, 55. Jahrgang 2003, Heft 9, Seite IW 9, ist ein Wärmetauscherrohr bekannt, welches entlang seiner Längsachse verlaufende, innen liegende und um die Hauptströmungsrichtung verdrehte Rippen aufweist. Die Rippen dienen zur Vergrößerung der inneren Oberfläche des Rohres und zum Erzeugen eines Dralls in dem das Rohr durchströmenden Medium. Hierdurch soll eine Steigerung der Wärmeübertragung im Vergleich zu einem Glatтроhr erzielt werden.

[0003] Ferner ist z.B. eine Turbinenschaufel als ein gekühltes Bauteil einer Gasturbine bekannt. Das in einer Gasturbine durch die Verbrennung eines Brennstoffes erzeugte heiße Arbeitsmedium strömt zur Erzeugung von Rotationsenergie an den Schaufeln des Rotors entlang. Um die Schaufeln gegen die heißen Temperaturen zu schützen, werden diese mittels Luft oder Dampf gekühlt. Hierzu weisen die Schaufeln der Gasturbine einen im Inneren des Schaufelblatts im Bereich einer Anströmkannte verlaufenden, sich in Radialrichtung des Rotors erstreckenden Kanal auf. Ein in diesem Kanal strömendes Kühlfluid kühlt die besonders thermisch beanspruchte Anströmkannte. Eine solche Schaufel ist z.B. aus der DE 197 38 065 A1 bekannt.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein gekühltes Bauteil für eine Gasturbine anzugeben, welches zur Wirkungsgradsteigerung effizienter gekühlt werden kann. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, hierzu eine Gasturbine und ein Verfahren zum Gießen eines gekühlten Bauteils anzugeben.

[0005] Die auf das gekühlte Bauteil gerichtete Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1, die auf die Gasturbine gerichtete Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 15 und die auf das Verfahren zum Gießen des Bauteils durch die Merkmale des Anspruchs 16 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0006] Zur Lösung der auf das Bauteil gerichteten Aufgabe wird vorgeschlagen, dass im Kühlkanal ein Mittel vorgesehen ist, welches dem strömenden Kühlfluid einen Drall aufprägt.

[0007] Durch den Drall im Kühlfluid wird eine Steigerung des Wärmeübergangs erreicht. Folglich kann das Bauteil effizienter gekühlt werden, was entweder zu einer Kühlfluideinsparung oder zu einer größeren Wärmeabfuhr genutzt werden kann. In beiden Fällen wird die Kühl-

wirkung gesteigert, was entweder durch eine erhöhte Heißgastemperatur zu einem verbesserten Wirkungsgrad oder durch eine abgesenkte thermische Bauteilbelastung zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit führt.

[0008] Ein Drehimpuls auf das Kühlfluid kann erzeugt werden, wenn das Mittel zum Aufprägen des Dralls als zumindest ein an der inneren Oberfläche des Kühlkanals angeordnetes Leitelement ausgebildet ist, welches sich entlang einer Schraubenlinie mit einem Steigungswinkel von 45° oder größer erstreckt. Dementsprechend wird in der Kühlfluidströmung örtlich eine weitere Komponente in Umfangsrichtung des Kühlkanals aufgeprägt, welche den Drall um die Hauptströmungsrichtung darstellt.

[0009] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist der Kühlkanal nach Art einer mehrgängigen Schraube mehrere Leitelemente mit identischen Steigungswinkeln auf. Hierdurch entsteht eine im Zentrum des Kühlkanals strömende Kernströmung, aus der sich quer zur Hauptströmungsrichtung gerichtete Teilströme als kontinuierliche Abzweigungen ausbilden. Daher können alle zwischen den Leitelementen vorhandenen Strömungskanalsegmente miteinander kommunizieren. Die Ausbildung einer kontrollierten und effektiven Kernströmung über die Leitelementspitzen in der Längsachse führt zu erhöhten Leistungswerten bezüglich des Wärmeübergangs.

[0010] Die zentrale Kernströmung kann sich mittig im Inneren des Kühlkanals ausbilden, wenn jedes Leitelement in den Kühlkanal mit einer radialen Erstreckung hineinragt, die geringer ist als die Hälfte des Durchmessers des Kühlkanals. Somit weist der Kühlkanal keinen massiven Kern im Zentrum auf.

[0011] Zweckmäßigerweise beträgt die radiale Erstreckung jedes Leitelementes annähernd das 0,2-fache des Durchmessers des Kühlkanals.

[0012] Gemäß einem vorteilhaften Vorschlag ragt das Leitelement in den Kühlkanal mit einer radialen Erstreckung hinein, die entlang des schraubenförmigen Verlaufs des Leitelementes unterschiedlich ist. Somit kann die in die Strömungskanalsegmente einströmende Teilströmung, welche quer zur Hauptströmungsrichtung des Kühlfluids strömt, an die lokalen thermischen Bedingungen des zu kühlenden Bauteils bedarfsgerecht angepasst werden.

[0013] Eine weitere Steigerung des Wärmeübergangs kann erzielt werden, wenn der Kühlkanal an seiner inneren Oberfläche mindestens ein Turbulatorelement aufweist. Insbesondere wenn das Turbulatorelement sich als quer zur Schraubenlinie des Leitelementes erstreckende Rippe bzw. fluchtende oder versetzte Teilstücke einer Rippe oder als Noppen ausgebildet ist, lässt sich eine Steigerung des Wärmeübergangs erzielen. Die durch das Turbulatorelement hervorgerufenen Verwirbelungen im Kühlfluid können ebenso zur lokalen Anpassung und zur Steigerung des Wärmeüberganges eingesetzt werden.

Besonders vorteilhaft ist die Ausgestaltung, bei der die

Turbulatorelemente mit einer radialen Erstreckung in den Kühlkanal hineinragen, die geringer ist als die radiale Erstreckung der Leitelemente. Somit wird die den Drall bildende Teilströmung des Kühlfluids nicht übermäßig gestört. Die radiale Erstreckung jedes Turbulatorelements beträgt dabei annähernd das 0,1-fache des Durchmessers des Kühlkanals.

[0014] Eine Anpassung an die lokalen Anforderungen bzgl. der Kühlung kann erreicht werden, wenn der Steigungswinkel der Leitelemente entlang des Kühlkanals unterschiedlich ist. Somit wird mehr oder minder eine Teilströmung quer zur Hauptströmungsrichtung des Kühlfluids erzeugt. Dies ermöglicht je nach Ausbildung eine Beschleunigung bzw. eine Verzögerung des Kühlfluids, so dass sich hierdurch der Wärmeübergang von der Außenwand in das Kühlfluid vorteilhafter Weise beeinflussen lässt.

[0015] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Querschnitt der Mittel zum Aufprägen des Dralls nach Art eines Spitzgewindes, nach Art eines Trapezgewindes, nach Art eines Sägewindes oder nach Art eines Rundgewindes geformt.

[0016] Zweckmäßigerweise kann das gekühlte Bauteil eine Turbinenleitschaufel, eine Turbinenlaufschaufel, ein Führungsring oder ein Brennkammerhitzeschild sein.

[0017] Besonders vorteilhaft ist die Ausgestaltung, bei der das Bauteil eine Turbinenleitschaufel oder eine Turbinenlaufschaufel ist und der Kühlkanal im Bereich einer Anströmkante in Schaufellängsrichtung verläuft.

[0018] Bevorzugtermaßen sind die in einer Turbinenlaufschaufel mit einem Kühlkanal angeordneten Turbulatoren lediglich in dem Bereich bzw. Teil des Kühlkanalsumfangs vorgesehen, welcher der saugseitigen Außenwand zugewandt ist. Durch die Rotation des Rotors und der damit mitbewegten Turbinenlaufschaufel treten im, im Kühlkanal strömenden Kühlfluid Sekundärströmungen auf, die entlang des Umfangs des Kühlkanals einen unterschiedlichen kanalseitigen Wärmeübergang vom Schaufelmaterial ins Kühlfluid bedingen. In dem Bereich des Umfangs des Kühlkanals, welcher der druckseitigen Außenwand der Turbinenlaufschaufel zugewandt ist, herrscht durch die Rotation eine höhere Stromliniendichte (und somit ein höherer Kühlfluidruck) als in dem Bereich, welcher der saugseitigen Außenwand zugewandt ist, so dass kanalseitig die druckseitige Außenwand verglichen mit der saugseitigen Außenwand besser gekühlt wird. Jedoch ist die saugseitige Außenwand einer Turbinenschaufel aufgrund der Umströmung mit Heißgas höheren Temperaturen ausgesetzt als die druckseitige Außenwand. Daher ist eine unterschiedlich stark ausgeprägte Kühlung der saugseitigen Außenwand gegenüber der druckseitigen Außenwand bei Turbinenlaufschaufeln wünschenswert. Dem wird vorteilhafterweise Rechnung getragen, indem die Turbulatoren lediglich in dem Bereich des Umfangs des Kanals angeordnet sind, welcher der saugseitigen Außenwand der Turbinenlaufschaufel zugewandt ist. Hierdurch kann an dieser Stelle ein höherer kanalseitiger Wärmeübergang als bisher erzielt

werden.

[0019] Ferner schlägt die Erfindung zum Herstellen eines Bauteils in einem Gießverfahren mit einer Gießform vor, dass das Mittel zum Aufprägen eines Dralls beim Gießen hergestellt wird, indem in ein zum Ausbilden eines Kühlkanals in der Gießform einzusetzender Gusskern vor dem Einsetzen die korrespondierende Leitelementstruktur und/oder die der Turbulatorelementstruktur eingearbeitet wird.

[0020] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert. Es zeigt

- Fig. 1 eine Turbinenschaufel mit einem Kühlkanal im Bereich einer Anströmkante,
- Fig. 2 einen Schnitt durch das Schaufelblatt einer Turbinenschaufel mit einem Kühlkanal,
- Fig. 3 einen Kühlkanal für ein gekühltes Bauteil mit Leit- und Turbulatorelementen,
- Fig. 4 ein Brennkammerhitzeschild mit einem Kühlkanal für die Brennkammer einer Gasturbine,
- Fig. 5 ein Führungsring mit einem Kühlkanal für den Strömungskanal einer Gasturbine und
- Fig. 6 eine erfindungsgemäße Gasturbine.

[0021] Gasturbinen und deren Arbeitsweisen sind allgemein bekannt. Fig. 6 zeigt eine Gasturbine 11 mit einem Verdichter 13, einer Brennkammer 15 und einer Turbineneinheit 17, die entlang eines Rotors 19 der Gasturbine 11 aufeinander folgen. An den Rotor 19 der Gasturbine 11 ist eine Arbeitsmaschine, z. B. ein Generator (nicht dargestellt) angekoppelt.

[0022] Sowohl im Verdichter 13 als auch in der Turbineneinheit 17 sind aufeinander folgend jeweils in Schaufelkränzen 21, 25 Leitschaufeln 23 und Laufschaufeln 27 vorgesehen.

[0023] Beim Betrieb der Gasturbine 11 wird vom Verdichter 13 Luft L angesaugt und verdichtet. Die verdichtete Luft wird anschließend der Brennkammer 15 zugeführt und unter Zumischung eines Brennstoffs B zu einem heißen Arbeitsmedium A verbrannt. In der Turbineneinheit 17 entspannt sich das heiße Arbeitsmedium A arbeitsleistend an den Laufschaufeln 27, welche den Rotor 19 und dieser den Verdichter 13 und die nicht dargestellte Arbeitsmaschine antreibt.

[0024] Die Leitschaufeln 23 und Laufschaufeln 27 der Turbineneinheit 17 werden dabei mit einem Kühlfluid KF, beispielsweise Luft oder Dampf gekühlt, damit sie den dort herrschenden Temperaturen des heißen Arbeitsmediums A widerstehen können. Eine solche Leitschaufel 23 ist als gekühltes Bauteil 28 in Fig. 1 gezeigt. Die Leitschaufel 23 weist entlang der Schaufelachse 29 aufeinander folgend einen Schaufelfuß 31, einen Plattformbereich 33 und ein Schaufelblatt 35 auf. Das Schaufelblatt 35 erstreckt sich mit einer druckseitigen Außenwand 36 und saugseitigen Außenwand 38 von einer Anströmkante 37 zu einer Abströmkante 39. Im Bereich der Anströmkante 37 ist ein zur Schaufelachse 29 parallel verlaufender Kühlkanal 41 angeordnet, auf dessen innerer Ober-

fläche ein Leitelement 43 angeordnet ist, das in den Kühlkanal 41 hineinragt.

[0025] Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch das Schaufelblatt 35 einer Turbinenschaufel, welche als Leitschaufel 23 oder als Laufschaufel 27 ausgebildet sein kann. Im Bereich der Anströmkante 37 ist der Kühlkanal 41 mit einem Durchmesser D angeordnet, in den vier Leitelemente 43 nach Art einer viergängigen Schraube hineinragen. Der Durchmesser D wird durch eine in Teilstücken einteilbare Berandung des Kühlkanalquerschnitts beschrieben, der zu einem zum Kühlkanalquerschnitt flächengleichen Kreis gehört.

[0026] Im Querschnitt laufen die Leitelemente 43 in Richtung eines Zentrums 49 des Kühlkanals 41 analog einem Sägewinde spitz zu. Alternativ könnte der Querschnitt der Leitelemente auch trapezförmig dreieckförmig sein.

[0027] Fig. 3 zeigt den Kühlkanal 41 mit einem auf einer Schraubenlinie 44 liegendem Leitelement 43. Die Hauptströmungsrichtung des Kühlfluids KF verläuft dabei entlang der Längsachse 45 des Kühlkanals 41. Die Schraubenlinie 44 des Leitelements 43 weist, bezogen auf jede zur Längsachse 45 senkrecht stehende Ebene, einen Steigungswinkel S auf, der 45° oder größer ist. Ferner ragt das Leitelement 43 mit einer radialen Erstreckung h_1 in den im Querschnitt kreisförmigen Kühlkanal 41 hinein, welche in der Größenordnung von dem 0,2-fachen des Durchmessers D liegt. Ferner zeigt Fig. 3 quer zur Schraubenlinie 44 der Leitelemente 43 verlaufende rippen- oder noppenförmige Turbulatorelemente 47, deren radiale Erstreckung h_2 geringer ist als die der Leitelemente 43, insbesondere in der Größenordnung von dem 0,1-fachen des Durchmessers D.

[0028] Beim Betrieb der Gasturbine 11 wird das Schaufelblatt 35 der Turbinenschaufel von dem Arbeitsmedium A umströmt. Zur Kühlung der besonders thermisch beanspruchten Außenwand 36, 38 durchströmt das Kühlfluid KF, beispielsweise Verdichterluft, den Kühlkanal 41 in Richtung der Längsachse 45. Die Leitelemente 43 prägen dem Kühlfluid KF eine zur Hauptströmungsrichtung quer, insbesondere in Umfangsrichtung, gerichtete Strömungskomponente auf. Hierdurch wird eine im Zentrum 49 strömende verdrehte Kernströmung erzeugt, die sich um die Längsachse 45 des Kühlkanals 41 dreht. Der so auf das Kühlfluid KF ausgeübte Drehimpuls lässt die Kernströmung zum äußeren Rand des Kühlkanals 41 in die taschenförmigen Strömungskanalsegmente 50 strömen. Die hierdurch erzielte bessere Durchmischung des Kühlfluids führt zu einer Vergleichmäßigung der Kühlwirkung einerseits und zu einer Steigerung des Wärmeübergangs von der Außenwand ins Kühlfluid KF andererseits. Somit erfolgt eine effizientere Kühlung der Anströmkante 37 der Turbinenschaufel.

[0029] Besonders vorteilhaft erweist sich die gezeigte Anordnung bei der Anwendung in Laufschaufeln 27, da die Laufschaufel 27 mit dem Rotor 19 rotiert und somit das Kühlfluid KF einer Fliehkrafteinwirkung ausgesetzt ist. Die nach Art einer Gewindeschraube sich windenden,

rippenförmigen Leitelemente 43 bewirken die quer zu Hauptströmungsrichtung gerichtete drallförmige Bewegung des Kühlfluids KF, so dass die auch als Sekundärströmungen bezeichneten Teilströmungen eine Steigerung der Effektivität des Wärmeübergangs erzielen. Hierdurch kann Kühlluft zur Wirkungsgradsteigerung der Gasturbine 11 eingespart werden. Anstelle einer Senkung des Kühlluft-Durchsatzes kann der örtlich verbesserte Wärmeübergang und die erhöhte Wärmeabfuhr durch das Kühlfluid eine Erhöhung der Temperatur des heißen Arbeitsmedium A ermöglichen, was gleichfalls zu einer Wirkungsgradsteigerung der Gasturbine 11 führt.

[0030] Die radiale Erstreckung h_1 der Leitelemente 43 kann dabei über den Umfang und/oder Länge des Kühlkanals 41 ansteigend und abnehmend verlaufen, so dass eine unterschiedlich große quergerichtete Teilströmung erzielt werden kann. Die Turbulatorelemente 47 sind in den Strömungskanalsektoren 50 an den Teilen des Umfangs des Kühlkanals 41 der Laufschaufeln 27 anzuordnen, die in Drehrichtung des Rotors 19 als voreilender Teil des Umfangs des Kühlkanals 41 mit örtlich geringerem Druck in der Kühlfluidströmung zu bezeichnen sind, d.h. die Turbulatorelemente 47 sind an der Seite des Kühlkanals 41 angeordnet, welche der saugseitigen Außenwand 38 zugewandt ist (siehe Fig. 2).

[0031] Mit Zunahme des Dralls wird die Größe des Volumenstroms des Kühlfluidstroms geringer, gleichzeitig nehmen der Kühlfluid-Durchsatz und die örtliche, den Wärmeübergang anfachende Turbulenz zu. Die turbulente Anfachung der Kühlwirkung wird örtlich durch die Strömungsführung im Bereich der Rippenstruktur über die gezielt platzierten Turbulatorelemente 47 an der im im rotierenden System voreilenden Kanalseite unterstützt, so dass die nachteilige Fernwirkung des Fliehkraftfeldes auf den Wärmeübergang der Kühlfluidströmung vermindert und eine Glättung örtlicher Temperaturgradienten und eine Verbesserung des Low-Cycle Fatigue-Verhaltens herbeigeführt wird.

[0032] Fig. 4 zeigt ein Brennkammerhitzeschild 55 als ein gekühltes Bauteil 28 einer Gasturbine. Das Brennkammerhitzeschild 55 weist eine mit einem heißen Arbeitsmedium beaufschlagbare Außenwand 36a auf, in der mehrere Kühlkanäle 41 zur Kühlung dieser vorgesehen sind. Zum Erzeugen eines Drehimpulses in dem die Kühlkanäle 41 durchströmenden Kühlfluid KF sind die Kanäle 41 mit jeweils vier Leitelementen 43 nach Art einer viergängigen Schraube ausgebildet.

[0033] Fig. 5 zeigt den Rotor 19 einer Gasturbine 11 mit einer daran befestigten Laufschaufel 27. In Strömungsrichtung des Arbeitsmediums A der Laufschaufel 27 ist jeweils eine Leitschaufel 23 benachbart angeordnet. Am radial äußeren Ende des Schaufelblattes 35 liegt ein Führungsring 61 der Schaufelblattspitze 52 gegenüber. Der Führungsring 61 begrenzt den Strömungskanal der Turbineneinheit 17 radial nach außen. Zur Kühlung der Außenwand 36b des Führungsringes 61 sind mehrere Kühlkanäle 41 angeordnet, in denen das Kühlfluid KF strömen kann, wobei mehrere Leitelemente 43

dem Kühlfluid KF einen Drehimpuls bzw. einen Drall aufprägen.

[0034] Ebenfalls sind Turbulatoren 47 in den Bereichen des Kühlkanalumfanges von Brennkammerhitzeschildern 55 und/oder Führungsringen 61 anwendbar, welcher der heißgasbeaufschlagten Außenwand am nächsten gegenüberliegt.

[0035] Analog zu Fig. 2 ist in Fig. 5 in der Laufschaufel 27 im Bereich der Anströmkante 37 der Kühlkanal 41 vorgesehen, in dem das Leitelement 43 dem Kühlfluid KF einen Drall aufprägt. Im radial weiter außen liegenden Bereich 65 des Kühlkanals 43 ist der Steigungswinkel S der Schraubenlinie 44 im Vergleich zum radial innenliegenden Bereich 67 vergrößert, was zu einer Beschleunigung des Kühlfluids KF führt. Es kann somit eine gezielte Beeinflussung der Strömungsgeschwindigkeit des Kühlfluids KF und des Wärmeübergangs erfolgen.

[0036] Das gekühlte Bauteil 28, insbesondere eine Laufschaufel 27, wird bekanntermaßen im Gießverfahren hergestellt. Dabei werden vorteilhafter Weise die Mittel zum Aufprägen eines Dralls, d.h. die Leitelemente 43 und ggf. die Turbulatorelemente, bereits beim Gießen berücksichtigt, indem ein zum Ausbilden eines Kühlkanals in einer Gießform einzusetzender Gusskern vor dem Einsetzen die korrespondierende Leitelementstruktur und/oder die der Turbulatorelementstruktur eingearbeitet wird.

[0037] Ebenfalls denkbar ist, die rippenförmigen Leitelemente 43 in Vollschaufeln durch ein geeignetes Ätzverfahren oder mittels eines zweistufigen Verfahrens wie beim Gewindebohrverfahren, herzustellen.

Patentansprüche

1. Gekühltes Bauteil (28) einer von einem heißen Arbeitsmedium (A) durchströmten Strömungsmaschine, insbesondere eine Turbinenschaufel einer Gasturbine (11), in dessen mit dem Arbeitsmedium (A) beaufschlagbarer Außenwand (36, 38) ein Kühlkanal (41) vorgesehen ist, der entlang seiner Längsachse (45) von einem Kühlfluid (KF) durchströmbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Kühlkanal (41) ein Mittel vorgesehen ist, welches dem strömenden Kühlfluid (KF) einen Drall aufprägt.
2. Bauteil (28) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel zum Aufprägen des Dralls durch zumindest ein an der inneren Oberfläche des Kühlkanals (41) angeordnetes Leitelement (43) gebildet ist, welches sich entlang einer Schraubenlinie (44) mit einem Steigungswinkel (S) von 45° oder größer erstreckt.
3. Bauteil (28) nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Kühlkanal (41) nach Art einer mehrgängigen Schraube mehrere Leitelemente (43) mit identischen Steigungswinkeln (S) aufweist.

4. Bauteil (28) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Leitelement (43) in den Kühlkanal (41) mit einer radialen Erstreckung (h_1) hineinragt, die geringer ist als die Hälfte des Durchmessers (D) des Kühlkanals (41).
5. Bauteil (28) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radiale Erstreckung (h_1) der Leitelemente (43) annähernd das 0,2-fache des Durchmessers (D) des Kühlkanals (41) beträgt.
6. Bauteil (28) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leitelement (43) in den Kühlkanal (41) mit einer radialen Erstreckung (h_1) hineinragt, die entlang des schraubenförmigen Verlaufes des Leitelements (43) unterschiedlich ist.
7. Bauteil (28) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlkanal (41) an seiner inneren Oberfläche mindestens ein Turbulatorelement (47) aufweist.
8. Bauteil (28) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Turbulatorelement (47) als sich quer, insbesondere senkrecht, zur Schraubenlinie (44) des Leitelementes (43) erstreckende Rippe ausgebildet ist.
9. Bauteil (28) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbulatorelemente (47) mit einer radialen Erstreckung (h_2) in den Kühlkanal (41) hineinragen, die geringer ist als die radiale Erstreckung (h_1) der Leitelemente (43).
10. Bauteil (28) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radiale Erstreckung (h_2) der Turbulatorelemente (47) annähernd das 0,1-fache des Durchmessers (D) des Kühlkanals (41) beträgt.
11. Bauteil (28) nach Anspruch 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steigungswinkel (S) entlang des Kühlkanals (41) unterschiedlich ist.
12. Bauteil (28) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Querschnitt der Mittel zum Aufprägen des Dralls nach Art eines Spitzgewindes, nach Art eines Trapezgewindes, nach Art eines Sägewindes oder nach Art eines Rundgewindes geformt ist.

5

13. Bauteil (28) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Bauteil eine Turbinenleitschaufel, eine Turbinenlaufschaufel, ein Führungsring (41) oder ein Brennkammerhitzeschild (55) ist.

10

14. Bauteil (28) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** bei einer Turbinenleitschaufel oder einer Turbinenlaufschaufel der Kühlkanal (41) sich im Bereich einer Anströmkante (37) in Schaufellängsrichtung (29) erstreckt.

15

15. Bauteil (28) nach einem der Ansprüche 7 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** bei einer Turbinenlaufschaufel die im Kühlkanal (41) angeordneten Turbulatoren (47) lediglich in dem Bereich des Kühlkanalumfangs vorgesehen sind, welcher der saugseitigen Außenwand (38) zugewandt ist.

20

25

16. Gasturbine (11) mit einem Bauteil (28) nach einem der Ansprüche 1 bis 15.

17. Verfahren zum Gießen eines gekühlten Bauteils (28) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei der das Bauteil (28) in einer Gießform mit einem zum Ausbilden des Kühlkanals (41) einsetzbaren Gusskern hergestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** vor dem Einsetzen des Gusskerns in diesen die Leitelementstruktur und/oder die Turbulatorelementstruktur eingearbeitet wird.

30

35

40

45

50

55

FIG 1

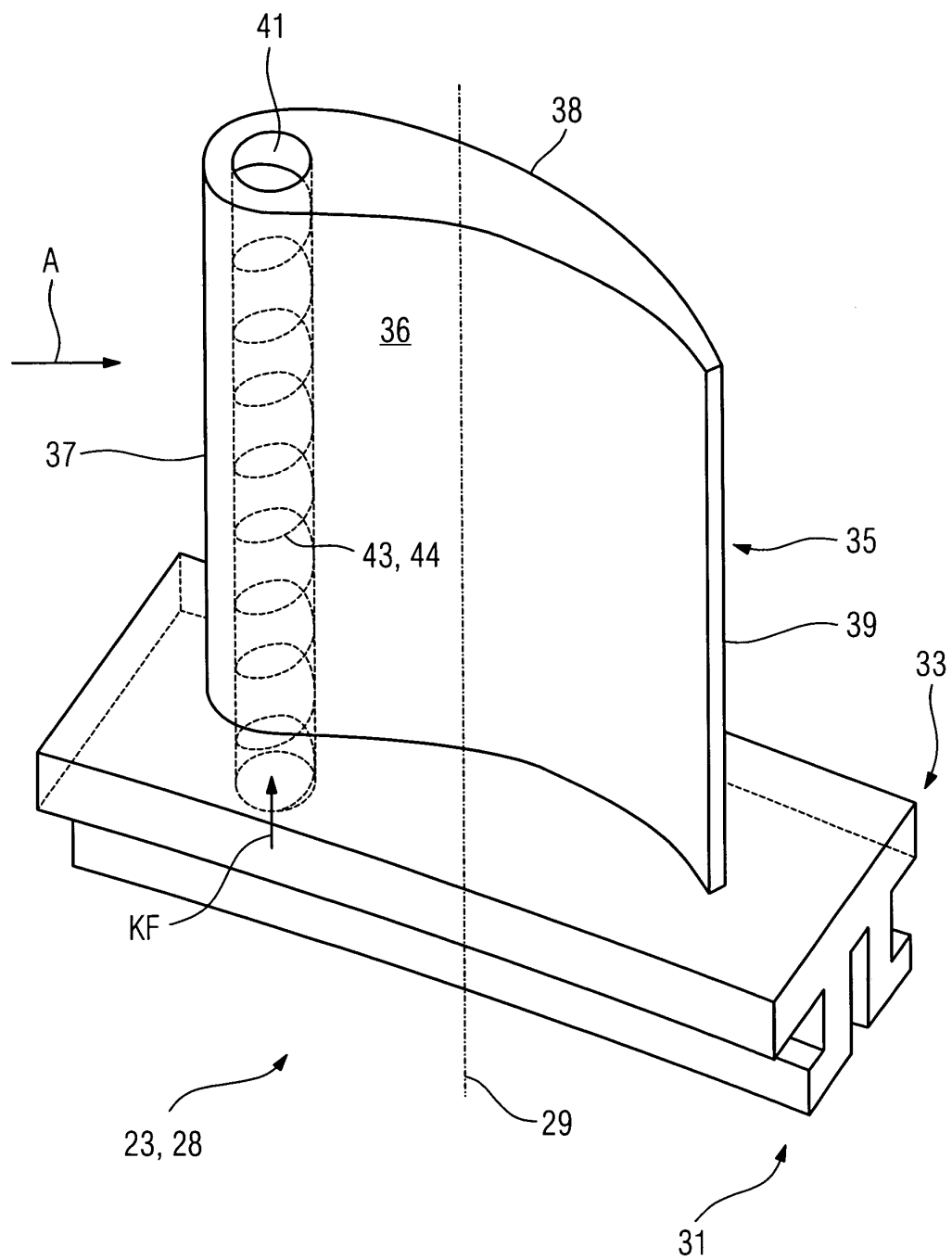


FIG 2

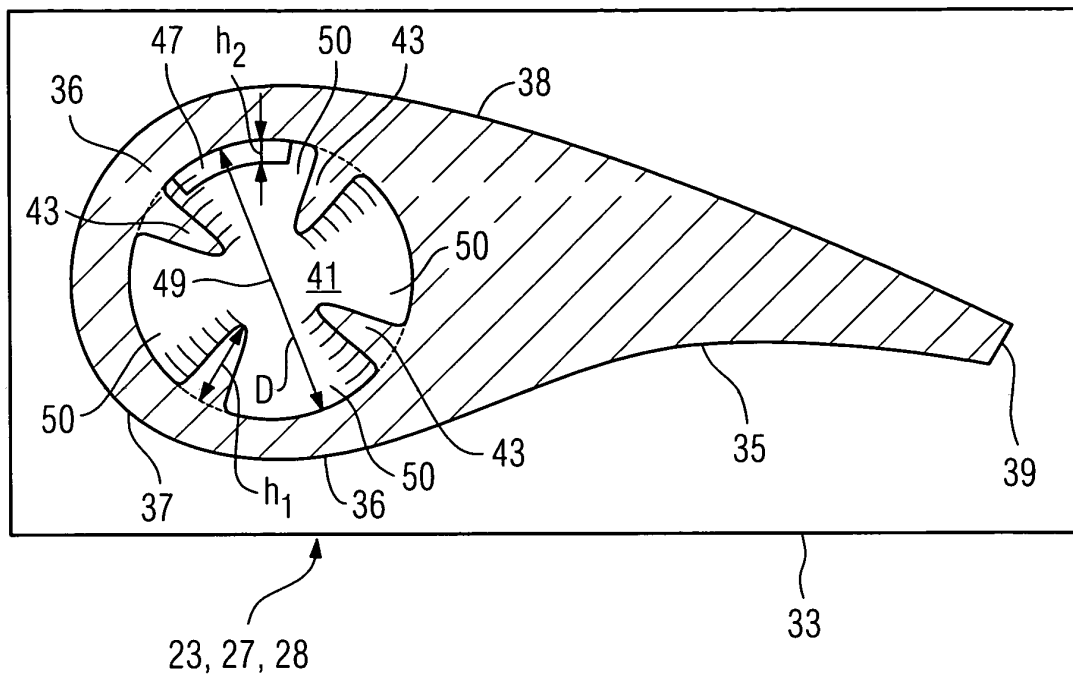


FIG 3

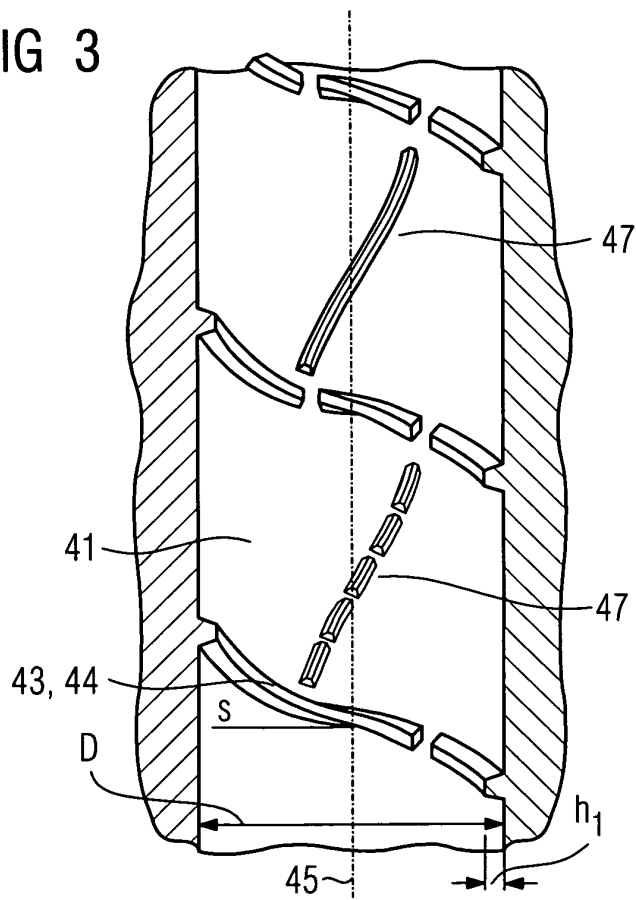


FIG 4

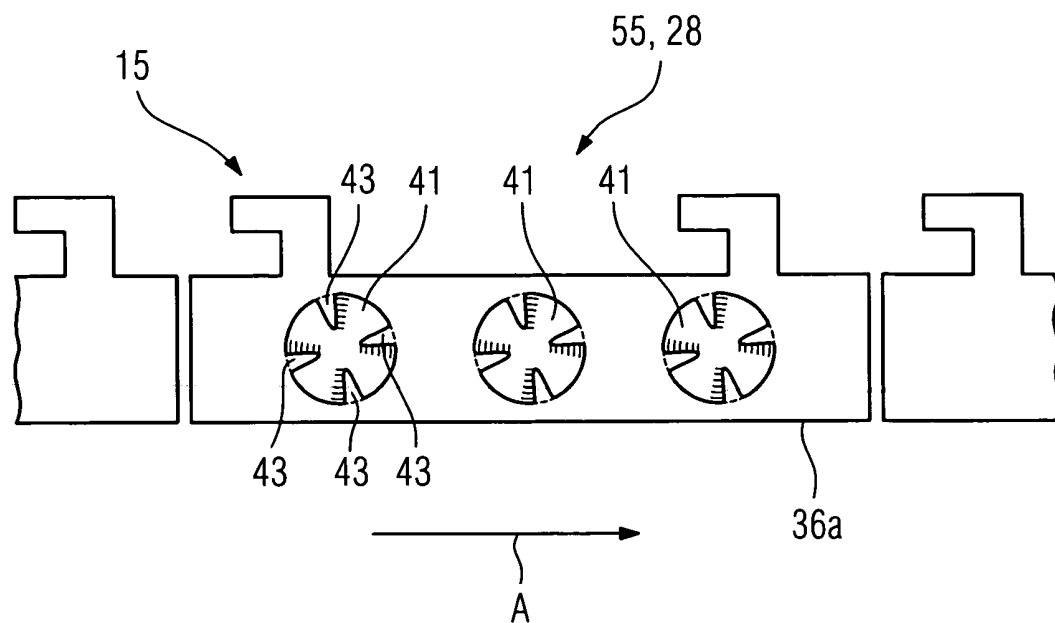


FIG 6

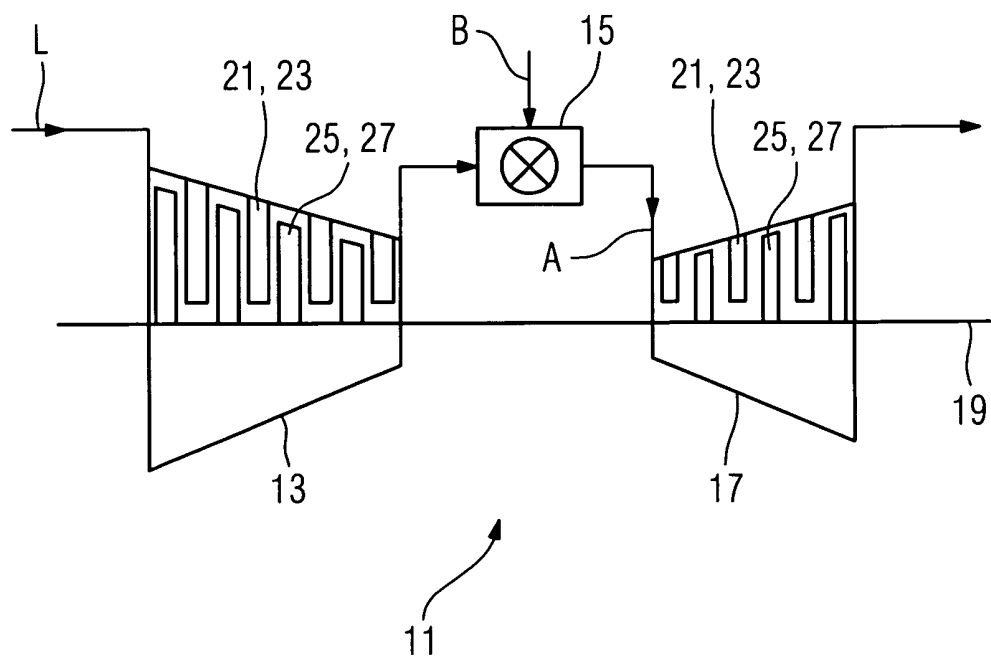
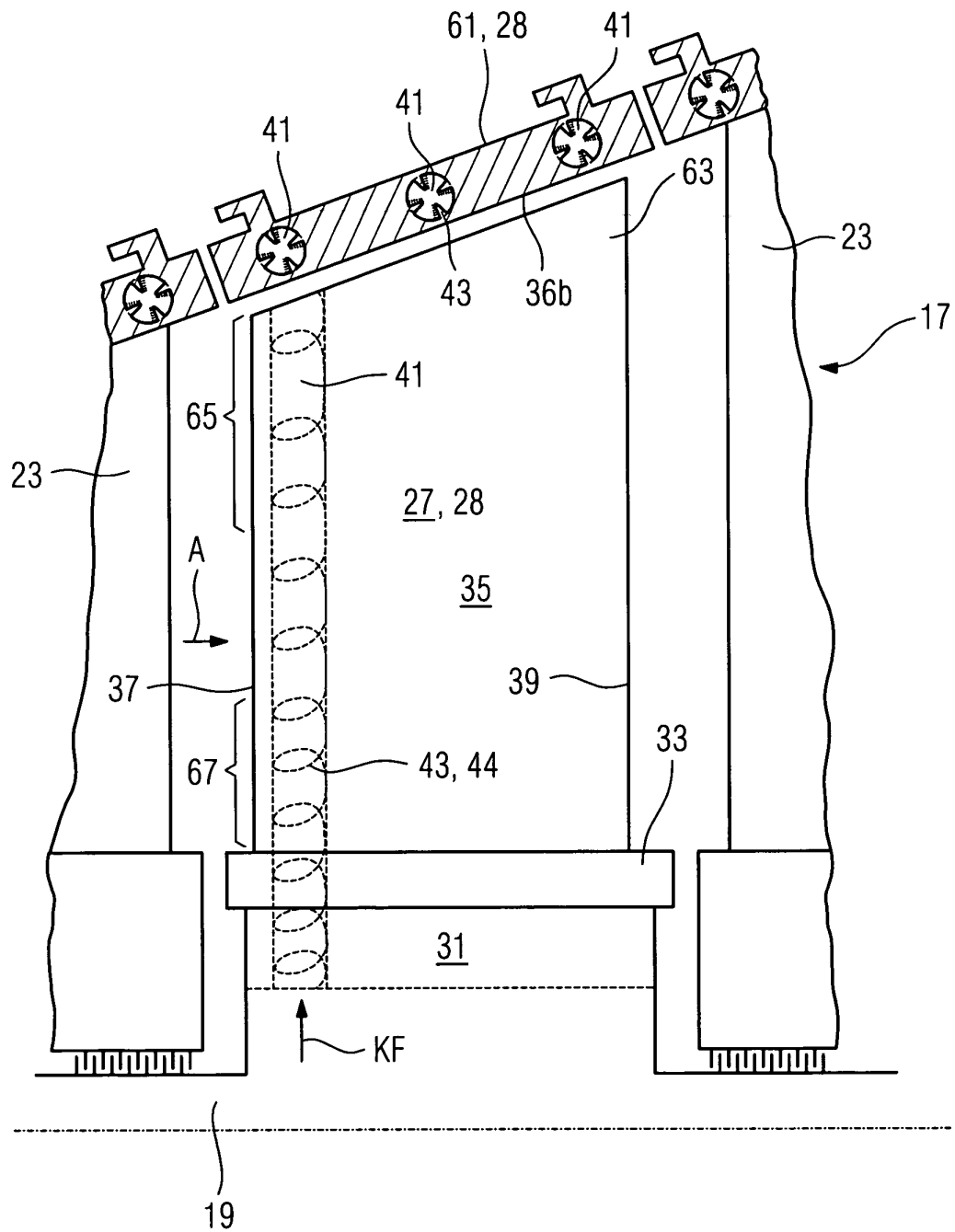


FIG 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 01 7673

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 2004/096313 A1 (HARVEY NEIL W ET AL) 20. Mai 2004 (2004-05-20) * Absatz [0005] - Absatz [0017] * * Absatz [0038] - Absatz [0039]; Abbildungen 1,2 * -----	1-6,11, 13,14, 16,17	F01D5/18 F01D25/24 F23R3/00
X	WO 2004/035992 A (ALSTOM SWITZERLAND LTD ; TSCHIRREN STEFAN (CH); VON WOLFERSDORF JENS () 29. April 2004 (2004-04-29) * das ganze Dokument * -----	1,7-10, 17	
A	DE 32 16 960 A (KABEL METALLWERKE GHG) 10. November 1983 (1983-11-10) * Seite 6, Zeile 4 - Seite 6, Zeile 19; Abbildung 1 * -----	1,2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F01D F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Dezember 2004	Prüfer Rau, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 01 7673

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

17-12-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004096313 A1	20-05-2004	GB 2395232 A	19-05-2004
WO 2004035992 A	29-04-2004	DE 10248548 A1	29-04-2004
		WO 2004035992 A1	29-04-2004
DE 3216960 A	10-11-1983	DE 3216960 A1	10-11-1983

EPO FORM P0461

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