



(11) **EP 2 599 957 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.06.2013 Patentblatt 2013/23**

(51) Int Cl.:  
**F01D 5/18 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **11189911.8**

(22) Anmeldetag: **21.11.2011**

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

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

(72) Erfinder:  
• **Eifel, Marcel**  
**45133 Essen (DE)**

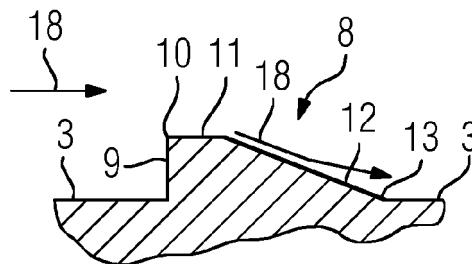
- **Gloss, Daniel**  
**45481 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **Heselhaus, Andreas**  
**40235 Düsseldorf (DE)**
- **Klumpp, Stephan**  
**40822 Mettmann (DE)**
- **Link, Marco**  
**47057 Duisburg (DE)**
- **Sieber, Uwe**  
**45476 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **Völker, Stefan**  
**47447 Moers (DE)**
- **Wagner, Michael**  
**46539 Dinslaken (DE)**

(54) **Kühlrippensystem für einen Kühlkanal einer Turbinenschaufel**

(57) Die Erfindung betrifft Kühlrippensystem für einen Kühlkanal (2) einer Turbinenschaufel (1), mit mindestens einer Kühlrippe (8), die an der Schaufelinnenseite (6) des Kühlkanals (2) von dieser abstehend angeordnet ist, so dass die Kühlrippe (8) von in dem Kühlkanal

(2) strömendem Kühlfluid (18) querangeströmt ist, wobei die Kühlrippe (8) eine stromab liegende Hinterseite (12) aufweist, die derart profiliert zur Schaufelinnenseite (3) hin verläuft, dass die Kühlfluidströmung (18) im Betrieb der Turbinenschaufel (1) ablösefrei die Hinterseite (12) passiert.

**FIG 1**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kühlrippensystem für einen Kühlkanal einer Turbinenschaufel.

**[0002]** Eine Gasturbine weist eine Turbine auf, in der Heißgas, das zuvor in einem Verdichter verdichtet und einer Brennkammer erhitzt wurde, zur Arbeitsgewinnung entspannt wird. Für hohe Massenströme des Heißgases und somit für hohe Leistungsbereiche der Gasturbine ist die Turbine in Axialbauweise ausgeführt, wobei die Turbine von mehreren in Durchströmungsrichtung hintereinanderliegenden Schaufelkränzen gebildet ist. Die Schaufelkränze weisen über den Umfang angeordnete Laufschaufeln und Leitschaufeln auf, wobei die Laufschaufeln auf einem Rotor der Gasturbine und die Leitschaufeln an dem Gehäuse der Gasturbine befestigt sind.

**[0003]** Der thermodynamische Wirkungsgrad der Gasturbine ist umso höher, je höher die Eintrittstemperatur des Heißgases in die Turbine ist. Demgegenüber sind Grenzen gesetzt hinsichtlich der thermischen Belastbarkeit der Turbinenschaufeln. Somit ist es erstrebenswert Turbinenschaufeln zu schaffen, die trotz einer möglichst hohen thermischen Belastung eine für den Betrieb der Gasturbine ausreichende mechanische Festigkeit haben. Hierzu stehen für die Turbinenschaufeln entsprechende Werkstoffe und Werkstoffkombinationen zur Verfügung, die jedoch nach heutigem Stand der Technik nur eine unzureichende Ausreizung des Potentials zur Erhöhung des thermischen Wirkungsgrads der Gasturbine ermöglichen. Zur weiteren Erhöhung der zulässigen Turbineneintrittstemperatur ist es bekannt, die Turbinenschaufeln im Betrieb der Gasturbine zu kühlen, wodurch die Turbinenschaufel selbst einer geringeren thermischen Belastung ausgesetzt ist, wie es ohne der Kühlung aufgrund der thermischen Belastung durch das Heißgas der Fall wäre. Es ist bekannt, die Turbinenschaufel hohl auszuführen, wobei der Innenraum der Turbinenschaufel als ein Kühlkanal dient, durch den Kühlfluid im Betrieb der Gasturbine strömt. Herkömmlich ist das Kühlfluid vom Verdichter abgezapfte Luft. Indem das Kühlfluid durch den Kühlkanal strömt wird durch Konvektion Wärme von der Turbinenschaufel abtransportiert, wodurch die Kontakttemperatur an der Oberfläche der Turbinenschaufel herabgesetzt wird. Dadurch ist die thermische Belastung der Turbinenschaufel reduziert, wodurch die Heißgastemperatur entsprechend erhöht werden kann, ohne dass die thermische Belastung der Turbinenschaufel unzulässig hoch wird. Zur Erhöhung der Konvektionswirkung ist es ferner bekannt, die Schaufelinnenseite mit Kühlrippen zu versehen, via die ein zusätzlicher Wärmeabtransport von der Turbinenschaufel erzielt ist.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Kühlrippensystem für einen Kühlkanal einer Turbinenschaufel zu schaffen, wobei mit dem Kühlrippensystem die Turbinenschaufel effektiv kühlbar ist.

**[0005]** Die Aufgabe wird gelöst mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen dazu

sind in den weiteren Patentansprüchen angegeben.

**[0006]** Das erfindungsgemäße Kühlrippensystem für einen Kühlkanal einer Turbinenschaufel weist mindestens eine Kühlrippe auf, die an der Schaufelinnenseite des Kühlkanals von dieser abstehend angeordnet ist, so dass die Kühlrippe von in dem Kühlkanal strömendem Kühlfluid quer angeströmt ist, wobei die Kühlrippe eine stromab liegende Hinterseite aufweist, die derart profiliert zur Schaufelinnenseite hin verläuft, dass die Kühlfluidströmung im Betrieb der Turbinenschaufel ablösefrei die Hinterseite passiert.

**[0007]** Die Turbinenschaufel weist den Kühlkanal auf, in dem das Kühlfluid zum Kühlen der Turbinenschaufel beim Betrieb derselben strömt, wodurch die Turbinenschaufel von dem Kühlfluid gekühlt ist. Dadurch kann mit der Turbinenschaufel Heißgas bei einer so hohen Temperatur entspannt werden, die ohne die Kühlung zu einer unzulässig hohen thermischen Belastung der Turbinenschaufel führen würde. Die Kühlung der Turbinenschaufel erfolgt über Konvektion mittels des Kühlfluids, wodurch die Konvektionswirkung durch das Vorsehen der Kühlrippe erhöht ist. Dadurch, dass das Kühlfluid von der Kühlrippe an der Hinterseite ablösefrei abströmt, ist der durch die Kühlrippe induzierte Strömungswiderstand geringer, als wäre die Kühlrippe mit beispielsweise einem rechteckigen Querschnitt versehen. Bei der Kühlrippe mit dem rechteckigen Querschnitt würde nämlich das Kühlfluid stromab ablösen und ein Ablösegebiet ausbilden, was zu hohen Druckverlusten führt. Beim Betrieb der Turbinenschaufel besteht die Gefahr, dass diese Druckverluste derart hoch sind, dass ein Einzug von dem Heißgas in den Kühlkanal, beispielsweise durch in der Turbinenschaufel vorgesehene Kühlluftbohrungen, eintritt, wodurch die Kühlung der Turbinenschaufel unterbrochen ist. Als Folge hiervon wäre die Turbinenschaufel einer starken Erwärmung ausgesetzt. In der Regel ist diese Erwärmung der Turbinenschaufel derart extrem, dass dies zu einer unzulässig hohen thermischen Belastung der Turbinenschaufel führt, wodurch die Turbinenschaufel zerstört wird. Durch das Vorsehen der erfindungsgemäßen Kühlrippe in dem Kühlkanal ist deren Hinterseite so gestaltet, dass die Kühlfluidströmung im Betrieb der Turbinenschaufel ablösefrei abströmen kann, wodurch etwaige Druckverluste in der Kühlfluidströmung gering sind. Dadurch ist vorteilhaft der etwaige Einzug von dem Heißgas in den Kühlkanal beim Betrieb der Turbinenschaufel unterbunden.

**[0008]** Dadurch, dass die Wärmeübergangscharakteristik der Kühlrippe im Wesentlichen durch die Geometrie der Vorderseite, die der Zuströmung zugewandt ist, definiert ist, hat die erfindungsgemäße Profilierung der Hinterseite der Kühlrippe so gut wie keinen Einfluss auf die Qualität der Kühlung der Kühlrippe in dem Kühlkanal verglichen mit der beispielsweise einen rechteckigen Querschnitt aufweisenden Kühlrippe. Dadurch ist vorteilhaft erreicht, dass das erfindungsgemäße Kühlrippensystem eine effektive Kühlung der Turbinenschaufel bereitstellt, wobei beispielsweise der Einzug von dem Heißgas in

den Kühlkanal vorteilhaft unterbunden ist.

**[0009]** Bevorzugtermaßen weist die Kühlrippe eine der Hinterseite abgewandte Frontseite auf, die senkrecht von der Schaufelinnenseite vorsteht. Hierbei ist es bevorzugt, dass die Kühlrippe ein Plateau aufweist, das zwischen der Frontseite und der Hinterseite angeordnet ist sowie die Frontseite und die Hinterseite überbrückt. Das Plateau ist parallel zur Schaufelinnenseite angeordnet, so dass die von der Frontseite und dem Plateau gebildete Kante einen rechten Winkel aufweist. Bevorzugtermaßen ist die Hinterkante rampenförmig, insbesondere geradlinig verlaufend und/oder konvex sowie konkav konturiert, ausgebildet. In der Oberfläche der Hinterseite ist bevorzugt eine Mehrzahl an Dellen vorgesehen, die derart dimensioniert und verteilt angeordnet sind, dass die Dellen im Betrieb der Turbinenschaufel für die Kühlfluidströmung als Turbulatoren wirken. Durch das Vorsehen der Dellen wird erreicht, dass der Turbulenzgrad der Grenzschicht der Kühlfluidströmung an der Hinterseite erhöht wird. Dadurch neigt die Strömung des Kühlfluids an der Hinterseite weniger zum Ablösen, wodurch die Hinterseite tendenziell steiler abfallend zur Schaufelinnenseite hin ausgebildet sein kann. Dadurch ist die Erstreckung der Kühlrippe und somit ihr Materialeinsatz reduziert. Ferner wird durch das Ausbilden der turbulenten Grenzschicht in der Kühlfluidströmung an der Hinterseite der Wärmeübergang von der Kühlrippe zu dem Kühlfluid verbessert. Bei der herkömmlichen Kühlrippe mit dem rechteckigen Querschnitt würde sich stromab ein Rezirkulationsgebiet ausbilden, bei dem im Gebiet der Wiederanlegung ein Prallkühleffekt lokal den Wärmeübergang von der Schaufelinnenseite zu dem Kühlfluid erhöht. Dieser Effekt, der durch das ablösefreie Abströmen des Kühlfluids an der Hinterseite der erfindungsgemäß ausgestatteten Kühlrippe verloren gehen würde, wird durch die Erhöhung des Turbulenzgrads der Grenzschichtströmung mittels der Dellen im Wesentlichen ausgeglichen.

**[0010]** Die Kühlrippe ist bevorzugt gepfeilt, d.h. schräg zur Anströmrichtung, angeordnet. Ferner ist die Kühlrippe bevorzugt derart gepfeilt angeordnet, dass in der Kühlfluidströmung eine Komponente von der Hinterkante zur Vorderkante der Turbinenschaufel erzeugbar ist. Tendenzuell ist die Temperatur des Heißgases im Bereich der Hinterkante der Turbinenschaufel geringer als im Bereich der Vorderkante. Dadurch, dass mit der Pfeilung der Kühlrippe die Strömungskomponente des Kühlfluids von der Hinterkante zur Vorderkante im Betrieb der Turbinenschaufel entsteht, wirkt das Kühlrippensystem für die Turbinenschaufel quasi wie ein Gegenstromwärmetauscher.

**[0011]** Die Kühlrippe weist bevorzugt seitlich jeweils eine die Kühlrippe seitlich begrenzende Seitenflanke auf, wobei die der Zuströmung des Kühlfluids zugewandte erste Seitenflanke mit der Frontseite in der Draufsicht der Kühlrippe einen Spitzenwinkel und/oder die der Zuströmung des Kühlfluids abgewandte zweite Seitenflanke mit der Frontseite in der Draufsicht der Kühlrippe einen

rechten Winkel einschließt. Ferner ist es bevorzugt, dass das Kühlsystem mindestens zwei Kühlrippen aufweist, die in einer Reihe nebeneinander angeordnet sind. Hierbei ist bevorzugt, dass die Kühlrippen im Abstand zueinander angeordnet sind, so dass zwischen den Kühlrippen jeweils eine Lücke ausgebildet ist, die die Kühlfluidströmung im Betrieb der Turbinenschaufel passiert. Das Kühlrippensystem weist bevorzugtermaßen mehrere Reihen auf, die von den Kühlrippen gebildet sind, wobei die Reihen hintereinander angeordnet sind. Die Kühlrippen sind bevorzugt in den Reihen derart angeordnet, dass die Kühlrippen mit ihren dazwischenliegenden Lücken auf Lücke stehen. Dadurch, dass die Reihen gebildet von den Kühlrippen mit den Lücken versehen sind, ist die für den Strömungswiderstand relative Fläche der Kühlrippen reduziert, wodurch der von den Kühlrippen induzierte Druckverlust zusätzlich abgesenkt ist. Ferner wird durch das Vorsehen der Lücken der Turbulenzgrad der Kühlfluidströmung erhöht, wodurch zusätzlich der Wärmeübergang von den Kühlrippen zu dem Kühlfluid erhöht ist.

**[0012]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen Querschnitt einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kühlrippe;

Figur 2 einen Querschnitt einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kühlrippe;

Figur 3 einen Querschnitt einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kühlrippe;

Figur 4 eine Draufsicht auf einen Querschnitt eines Kühlkanals mit dem erfindungsgemäßen Kühlrippensystem, das von einer Anordnung von der zweiten Ausführungsform der Kühlrippe gemäß Figur 2 gebildet ist, und

Figur 5 eine Draufsicht eines Querschnitts des Kühlkanals mit dem Kühlrippensystem, das von der Ausführungsform der Kühlrippe gemäß Figur 3 gebildet ist.

**[0013]** In Figuren 4 und 5 ist ein Ausschnitt einer Turbinenschaufel 1 gezeigt, wobei die Draufsicht eines aufgeschnittenen Kühlkanals 2 gezeigt ist, der innerhalb der Turbinenschaufel 1 ausgebildet ist. In Figuren 4 und 5 ist im Wesentlichen in der Zeichenebene liegend eine Schaufelinnenseite 3 dargestellt, die den Kühlkanal 2 begrenzt. Ferner begrenzt den Kühlkanal 2 eine an der Vorderkante 4 der Turbinenschaufel 1 angeordnete Vorderkantenwand 5 und eine der Vorderkantenwand 5 gegenüberliegend angeordnete Kanalwand 6. An der Schaufelinnenseite 3 ist gemäß Figuren 4 und 5 jeweils ein Kühlrippensystem 7 angeordnet, wobei das Kühlrippensystem 7 gemäß Figur 4 eine Mehrzahl an Kühlrippen 8

und das Kühlrippensystem 7 gemäß Figur 5 eine einzige Kühlrippe 8 aufweist.

**[0014]** In Figuren 1 bis 3 sind Querschnitte von Ausführungsformen der Kühlrippe 8 gezeigt. Im Betrieb der Turbinenschaufel 1 ist die Kühlrippe 8 von einer Kühlfluidströmung 18 angeströmt, wobei die Richtung der Kühlfluidströmung 18 in Figuren 1 bis 3 von links nach rechts verläuft. Die in Figur 1 gezeigte erste Ausführungsform der Kühlrippe 8 weist eine Frontseite 9 auf, die senkrecht von der Schaufelinnenseite 3 vorsteht. Der Schaufelinnenseite 3 abgewandt bildet die Frontseite 9 mit einem Plateau 11 eine Kante 10 aus, an der von der Frontseite 9 und dem Plateau 11 ein rechter Winkel eingeschlossen ist und das Plateau 11 parallel zur Schaufelinnenseite 3 angeordnet ist. Stromab des Plateaus 11 schließt eine Hinterseite 12 an, die rampenförmig ausgebildet ist und bis zu einem Kühlrippenende 13 von dem Plateau 11 zur Schaufelinnenseite 3 hin linear verläuft. Die Konturübergänge von dem Plateau 11 zur Hinterseite 12 und von der Hinterseite 12 zur Schaufelinnenseite 3 via das Kühlrippenende 13 sind so ausgebildet, dass im Betrieb der Turbinenschaufel 1 die Kühlfluidströmung 18 die Kühlrippe 8 ablösefrei umströmt.

**[0015]** In Figur 2 ist die zweite Ausführungsform der Kühlrippe 8 gezeigt, die sich von der ersten Ausführungsform gemäß Figur 1 lediglich darin unterscheidet, dass die Hinterseite 12 gebogen ausgebildet ist, wohingegen die Hinterseite 12 gemäß der ersten Ausführungsform gemäß Figur 1 geradlinig ausgebildet ist. Gemäß der zweiten in Figur 2 gezeigten Ausführungsform schließt die Hinterseite 12 knickfrei an das Plateau 11 an und verläuft stromab des Plateaus 11 konvex gekrümmt zur Schaufelseite 3 hin. Die dritte in Figur 3 gezeigte Ausführungsform der Kühlrippe 8 unterscheidet sich von der zweiten in Figur 2 gezeigten Ausführungsform darin, dass in dem Plateau 11 und der Hinterseite 12 eine Mehrzahl an Dellen 14 angeordnet sind. Die Dellen 14 wirken als Turbulatoren, so dass die Grenzschicht der Kühlfluidströmung 18 am Plateau 11 und an der Hinterseite 12 einen hohen Turbulenzgrad hat.

**[0016]** Die in Figur 4 gezeigte Ausführungsform des Kühlrippensystems 7 ist von einer Mehrzahl von Kühlrippen 8 gebildet, die der zweiten Ausführungsform gemäß Figur 2 entsprechen. Die Kühlrippen 8 sind in vier hintereinanderliegenden Reihen angeordnet, wobei in jeder Reihe zwischen den einzelnen Kühlrippen 18 Lücken 17 vorgesehen sind, wodurch die einzelnen Kühlrippen 8 in jeder Reihe im Abstand zueinander angeordnet sind. Die Kühlrippen einer jeden der Reihen sind zueinander fluchtend angeordnet, wobei die Kühlrippen in den einzelnen Reihen derart angeordnet sind, dass die einzelnen Reihen auf Lücke stehen. Das heißt, quer zu jeder Lücke 17 einer jeder der Reihen ist eine der Kühlrippen der benachbarten Reihe angeordnet, so dass die Kühlfluidströmung 18 beim Passieren der Lücken 17 einen mäanderförmigen Strömungsweg hat. Die Kühlrippen 8 sind in dem Kühlkanal auf der Schaufeloberseite 3 bezüglich der Vorderkante 4 der Turbinenschaufel 1 gepfeilt ange-

ordnet, wodurch die Kühlfluidströmung 18 beim Umströmen der Kühlrippen 8 eine Strömungskomponente zur Vorderkante 4 hin erhält. Dadurch ist für die Fluidströmung 18 die Tendenz erzeugt, dass die Kühlfluidströmung 18 von der Kanalwand 6 zur Vorderkantenwand 5 strömt.

**[0017]** Jede der in Figur 4 gezeigten Kühlrippen 8 weist eine erste Seitenflanke 15 und eine zweite Seitenflanke 16 auf, wobei die Seitenflanken 15, 16 jeweils die ihr zugeordnete Kühlrippe 8 seitlich begrenzen. Die erste Seitenflanke 15 schließt mit der Frontseite 9 in der in Figur 4 gezeigten Draufsicht einen Spitzenwinkel ein, wohingegen die zweite Seitenflanke 16 mit der Frontseite 9 in der in Figur 4 gezeigten Draufsicht einen rechten Winkel einschließt. Die erste Seitenflanke 15 ist diejenige Seitenflanke der Kühlrippe 8, die der Zuströmung der Kühlfluidströmung 18 zugewandt angeordnet ist, wobei die zweite Seitenflanke 16 diejenige der Seitenflanken der Kühlrippe 8 ist, die der Abströmung der Kühlfluidströmung 18 zugewandt angeordnet ist.

**[0018]** Die in Figur 5 gezeigte Ausführungsform des Kühlrippensystems 7 ist von einer Kühlrippe 8 gebildet, die der dritten in Figur 3 gezeigten Ausführungsform der Kühlrippe 8 entspricht. Die Kühlrippe 8 erstreckt sich quer zum Kanal von der Kanalwand 6 zur Vorderkantenwand 5, wobei die Kühlrippe 8 mit ihrer Frontseite 9 und ihrem Rippenende 13 gepfeilt in dem Kühlkanal 12 angeordnet ist. Dadurch erhält die Kühlfluidströmung 18 beim Überströmen der Kühlrippe 8 eine Tendenz von der Kanalwand 6 zu der Vorderkantenwand 5 zu strömen. Die in dem Plateau 11 und der Hinterseite 12 der Kühlrippe 8 angeordneten Dellen 14 dienen als Turbulatoren und erhöhen den Turbulenzgrad der Grenzschicht der Kühlfluidströmung 18 im Bereich des Plateaus 11 und der Hinterseite 12. Dadurch ist einerseits die Ablösetendenz der Grenzschicht der Kühlfluidströmung 18 bei Überströmen der Kühlrippe 8 reduziert und andererseits der Wärmeübergang von der Kühlrippe 8 zur Kühlfluidströmung 18 erhöht.

**[0019]** Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Kühlrippensystem für einen Kühlkanal (2) einer Turbinenschaufel (1), mit mindestens einer Kühlrippe (8), die an der Schaufelinnenseite (6) des Kühlkanals (2) von dieser abstehend angeordnet ist, so dass die Kühlrippe (8) von in dem Kühlkanal (2) strömendem Kühlfluid (18) querangeströmt ist, wobei die Kühlrippe (8) eine stromab liegende Hinterseite (12) aufweist, die derart profiliert zur Schaufelinnenseite (3) hin verläuft,

- dass die Kühlfluidströmung (18) im Betrieb der Turbinenschaufel (1) ablösefrei die Hinterseite (12) passiert.
2. Kühlrippensystem gemäß Anspruch 1, wobei die Kühlrippe (8) eine der Hinterseite (12) abgewandte Frontseite (9) aufweist, die senkrecht von der Schaufelinnenseite (3) vorsteht. 5
  3. Kühlrippensystem gemäß Anspruch 2, wobei die Kühlrippe (8) ein Plateau (11) aufweist, das zwischen der Frontseite (9) und der Hinterseite (12) angeordnet ist sowie die Frontseite (9) und die Hinterseite (12) überbrückt. 10
  4. Kühlrippensystem gemäß Anspruch 3, wobei das Plateau (11) parallel zur Schaufelinnenseite (3) angeordnet ist, so dass die von der Frontseite (9) und dem Plateau (11) gebildete Kante (10) einen rechten Winkel aufweist. 20
  5. Kühlrippensystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Hinterseite (12) rampenförmig, insbesondere geradlinig verlaufend und/oder konvex sowie konkav konturiert, ausgebildet ist. 25
  6. Kühlrippensystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei in der Oberfläche der Hinterseite (12) eine Mehrzahl an Dellen (14) vorgesehen ist, die derart dimensioniert und verteilt angeordnet sind, dass die Dellen (14) im Betrieb der Turbinenschaufel (1) für die Kühlfluidströmung (18) als Turbulatoren wirken. 30
  7. Kühlrippensystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Kühlrippe (8) gepfeilt angeordnet ist. 35
  8. Kühlrippensystem gemäß Anspruch 7, wobei die Kühlrippe (8) derart gepfeilt angeordnet ist, dass in der Kühlfluidströmung (18) eine Komponente von der Hinterkante zur Vorderkante (4) der Turbinenschaufel (1) erzeugbar ist. 40
  9. Kühlrippensystem gemäß Anspruch 7 oder 8, wobei die Kühlrippe (8) seitlich jeweils eine die Kühlrippe (8) seitlich begrenzende Seitenflanke (15, 16) aufweist, wobei die der Zuströmung (18) des Kühlfluids zugewandte erste Seitenflanke (15) mit der Frontseite (9) in der Draufsicht der Kühlrippe (8) einen spitzen Winkel und/oder die der Zuströmung (18) des Kühlfluids abgewandte zweite Seitenflanke (16) mit der Frontseite (9) in der Draufsicht der Kühlrippe (8) einen rechten Winkel einschließt. 50
  10. Kühlrippensystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Kühlrippensystem (7) mindestens zwei der Kühlrippen (8) aufweist, die in einer Reihe nebeneinander angeordnet sind. 55
  11. Kühlrippensystem gemäß Anspruch 10, wobei die Kühlrippen (8) im Abstand zueinander angeordnet sind, so dass zwischen den Kühlrippen (8) jeweils eine Lücke (17) ausgebildet ist, die die Kühlfluidströmung (18) im Betrieb der Turbinenschaufel (1) passiert.
  12. Kühlrippensystem gemäß Anspruch 11, wobei das Kühlrippensystem (7) mehrere der Reihen gebildet von den Kühlrippen (8) aufweist, wobei die Reihen hintereinander angeordnet sind.
  13. Kühlrippensystem gemäß Anspruch 12, wobei die Kühlrippen (8) in den Reihen derart angeordnet sind, dass die Kühlrippen (8) mit ihren dazwischen liegenden Lücken (17) auf Lücke stehen.

FIG 1

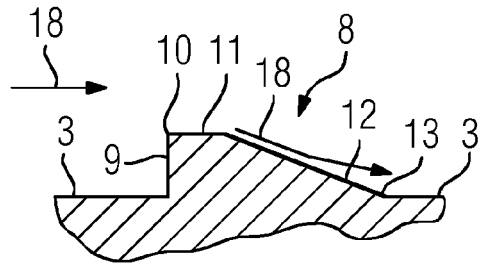


FIG 2

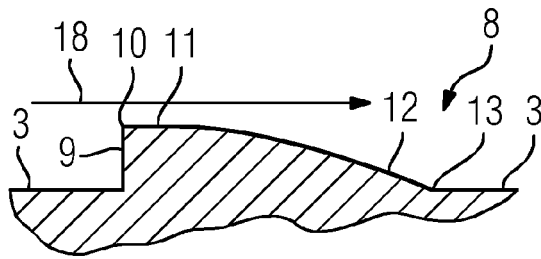


FIG 3

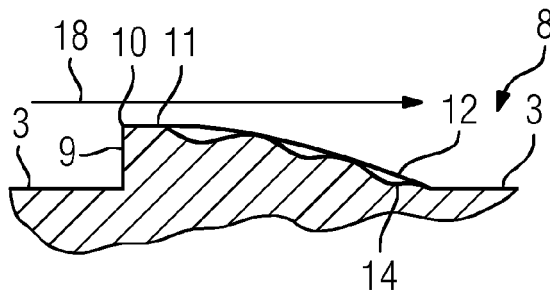


FIG 4

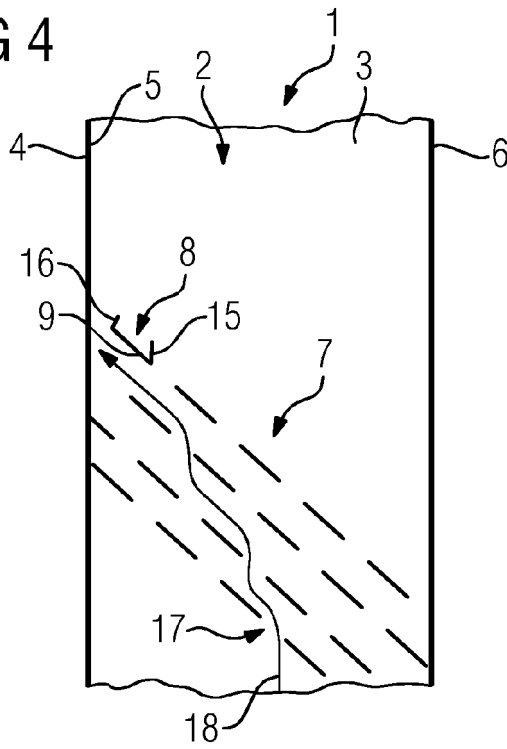
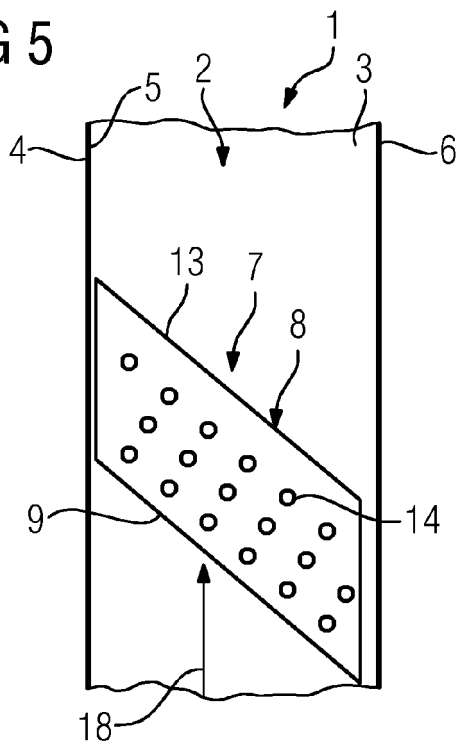


FIG 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 11 18 9911

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)	
X	EP 1 818 504 A2 (HITACHI LTD [JP]) 15. August 2007 (2007-08-15)	1-5,7-13	INV. F01D5/18	
Y	* Absätze [0003], [0019], [0033], [0034], [0042], [0044] - [0047]; Abbildungen 1,3,4,7-10 *	6		
X	US 2006/239820 A1 (KIZUKA NOBUAKI [JP] ET AL) 26. Oktober 2006 (2006-10-26)	1-5,7-13		
Y	* Absätze [0007], [0008], [0011], [0036], [0043]; Abbildungen 5,8-11 *	6		
X	EP 0 939 196 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 1. September 1999 (1999-09-01)	1-5,7-13		
Y	* Absätze [0107], [0108]; Abbildungen 16,17,23-27 *	6		
X	JP 2000 282804 A (TOSHIBA CORP; TOSHIBA AITEKKU KK) 10. Oktober 2000 (2000-10-10)	1-5,7-13		
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,-4,7,10,13 *	6		
X	GB 2 473 949 A (GEN ELECTRIC [US]) 30. März 2011 (2011-03-30)	1,2		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* Abbildungen 7,9 *			F01D
X	US 5 472 316 A (TASLIM MOHAMMAD E [US] ET AL) 5. Dezember 1995 (1995-12-05)	1,2		
	* Spalte 4, Zeilen 42-52; Abbildungen 5,6 *			
Y	US 2006/099073 A1 (DJERIDANE TOUFIK [CA] ET AL) 11. Mai 2006 (2006-05-11)	6		
	* Absätze [0001], [0002], [0005], [0006], [0027], [0028]; Abbildungen 2,4 *			
A	US 2002/025248 A1 (LEE CHING-PANG [US] ET AL) 28. Februar 2002 (2002-02-28)	10-13		
	* Abbildung 4 *			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt				
2	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 26. April 2013		Prüfer Chatziapostolou, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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		
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				

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 11 18 9911

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.

26-04-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1818504 A2	15-08-2007	EP 1818504 A2	15-08-2007
		JP 4887812 B2	29-02-2012
		JP 2007211670 A	23-08-2007
		US 2007183893 A1	09-08-2007
-----			
US 2006239820 A1	26-10-2006	JP 2012002229 A	05-01-2012
		US 2006239820 A1	26-10-2006
		US 2011200449 A1	18-08-2011
-----			
EP 0939196 A2	01-09-1999	DE 69936243 T2	14-02-2008
		EP 0939196 A2	01-09-1999
		JP H11241602 A	07-09-1999
		US 6227804 B1	08-05-2001
-----			
JP 2000282804 A	10-10-2000	KEINE	
-----			
GB 2473949 A	30-03-2011	DE 102010037688 A1	31-03-2011
		GB 2473949 A	30-03-2011
-----			
US 5472316 A	05-12-1995	KEINE	
-----			
US 2006099073 A1	11-05-2006	CA 2583126 A1	11-05-2006
		EP 1812769 A1	01-08-2007
		JP 2008519197 A	05-06-2008
		US 2006099073 A1	11-05-2006
		WO 2006047854 A1	11-05-2006
-----			
US 2002025248 A1	28-02-2002	DE 60220347 T2	24-01-2008
		EP 1283327 A2	12-02-2003
		JP 4216540 B2	28-01-2009
		JP 2003176704 A	27-06-2003
		KR 20030014632 A	19-02-2003
		US 2002025248 A1	28-02-2002
-----			

EPO FORM P0461

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