



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.04.2013 Patentblatt 2013/17

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

(21) Anmeldenummer: **11186222.3**

(22) Anmeldetag: **21.10.2011**

(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:
• **Albring, Tim-Adrian**
41238 Mönchengladbach (DE)

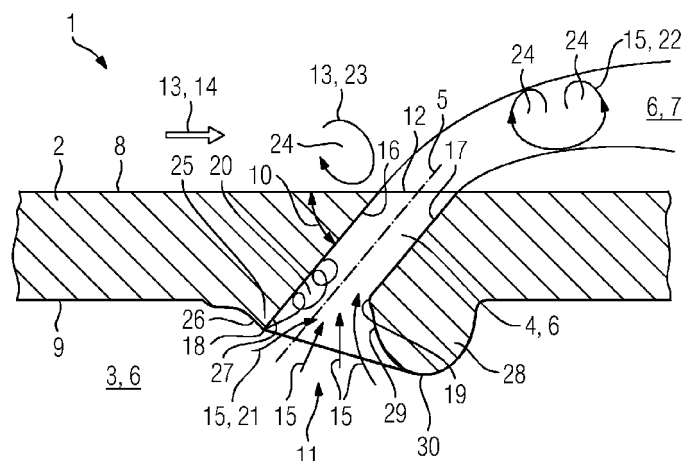
- **Amedick, Volker**
47198 Duisburg (DE)
- **Auf dem Kampe, Tilman**
45468 Mülheim (DE)
- **Biesinger, Thomas**
45478 Mülheim (DE)
- **Braun, Stefan**
47506 Neukirchen-Vluyn (DE)
- **Buchal, Tobias**
40489 Düsseldorf (DE)
- **Münzer, Jan**
10439 Berlin (DE)
- **Schmidt, Markus**
45476 Mülheim an der Ruhr (DE)

(54) **Filmgekühlte Turbinenschaufel für eine Strömungsmaschine**

(57) Eine Turbinenschaufel für eine Strömungsmaschine weist eine Außenwand (2) auf, die einen Innenhohlraum (3) der Turbinenschaufel (1) begrenzt, in dem Kühlfluid (6) zur Filmkühlung der Turbinenschaufel (1) bereitstellbar ist, wobei in der Außenwand (2) mindestens ein Durchgangskanal (4) vorgesehen ist, durch den das Kühlfluid (6) vom Innenhohlraum (3) nach außerhalb der Turbinenschaufel (1) zur Ausbildung eines Kühlfilms (7) auf der Außenseite (8) der Außenwand (2) strömbar ist und der zur Hinterkante der Turbinenschaufel (1) hin geneigt ist sowie eine derartige Gestalt hat, dass bei vor-

herbestimmten Betriebsströmungsrandbedingungen für die Turbinenschaufel (1) beim Durchströmen des Kühlfluids (6) durch den Durchgangskanal (4) eine derartig über den Querschnitt des Durchgangskanals (4) asymmetrische Geschwindigkeitsverteilung der Kühlfluidströmung (15) sich ergibt, dass sich im Durchgangskanal (4) ein Paar gegenläufiger Wirbel (22) ausbildet, nach dessen Austreten aus dem Durchgangskanal (4) die Geschwindigkeitsvektoren der Kühlfluidströmung (15) zwischen den Wirbelzentren (24) zur Außenwand (2) hin zeigen.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel für eine Strömungsmaschine, wobei die Turbinenschaufel filmgekühlt ist.

[0002] Eine Strömungsmaschine, insbesondere 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 hintereinander liegenden 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.

[0004] Um die Temperatur der Turbinenschaufeln niedrig zu halten, sind die Schaufeln beispielsweise mittels einer Filmkühlung gekühlt. Dazu sind die Schaufeln an ihrer Oberfläche mit einer Mehrzahl von Kühlluftlöchern versehen, via die vom Schaufelinneren Kühlluft an die Oberfläche der Turbinenschaufeln transportiert wird. Nachdem die Kühlluft die Kühlluftlöcher verlassen hat, strömt sie in Form eines Films an der Oberfläche der Turbinenschaufel entlang und isoliert somit die Oberfläche der Turbinenschaufel von dem Heißgas. Ferner kühlt der Film die Turbinenschaufel durch Konvektion und wirkt zusätzlich als Barriere, so dass ein Transport des Heißgases an die Oberfläche der Turbinenschaufel unterbunden ist.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Turbinenschaufel für eine Strömungsmaschine zu schaffen, die mit einer effektiven Filmkühlung kühlbar ist.

[0006] Die erfindungsgemäße Turbinenschaufel für eine Strömungsmaschine weist eine Außenwand auf, die einen Innenhohlraum der Turbinenschaufel begrenzt, in

dem Kühlfluid zur Filmkühlung der Turbinenschaufel bereitstellbar ist, wobei in der Außenwand mindestens ein Durchgangskanal vorgesehen ist, durch den das Kühlfluid vom Innenhohlraum nach außerhalb der Turbinenschaufel zur Ausbildung eines Kühlfilms auf der Außenseite der Außenwand strömbar ist und der zur Hinterkante der Turbinenschaufel hin geneigt ist sowie eine derartige Gestalt hat, dass bei vorherbestimmten Betriebsströmungsrandbedingungen für die Turbinenschaufel beim Durchströmen des Kühlfluids durch den Durchgangskanal eine derartig über den Querschnitt des Durchgangskanals asymmetrische Geschwindigkeitsverteilung der Kühlfluidströmung sich ergibt, dass sich im Durchgangskanal ein Paar gegenläufiger Wirbel ausbildet, nach dessen Austreten aus dem Durchgangskanal die Geschwindigkeitsvektoren der Kühlfluidströmung zwischen den Wirbelzentren zur Außenwand hin zeigen.

[0007] Trifft Heißgas aus einer Brennkammer der Strömungsmaschine an der Außenseite der Turbinenschaufel auf einen Strahl des aus dem Durchgangskanal ausgetretenen Kühlfluids, so teilt sich die Strömung des Heißgases um den Strahl auf und es bildet sich ein Hufeisenwirbel mit zwei Wirbelarmen aus. Jeder der beiden Wirbelarme ist jeweils von einem Wirbel gebildet, wobei die Geschwindigkeitsvektoren des Heißgases an den beiden Innenseiten der Wirbelarme zur Außenwand hin zeigen. Dadurch wird das Heißgas in Richtung zur Außenseite der Turbinenschaufel transportiert.

[0008] Die beiden Wirbelarme des Hufeisenwirbels haben gleiche Drehsinne wie die ihr jeweils unmittelbar benachbart angeordneten Wirbel des Paares der gegenläufigen Wirbel des Kühlfluids. Somit werden sowohl der Hufeisenwirbel als auch das Paar der gegenläufigen Wirbel abgeschwächt. Durch das Abschwächen des Hufeisenwirbels ist der Transport von dem Heißgas zur Außenseite der Turbinenschaufel vermindert, wodurch die Filmkühlung vorteilhaft effektiv ist. Des Weiteren wird das Paar der gegenläufigen Wirbel mit ihren gegenläufigen Drehsinnen zur Außenwand hin gedrückt, wodurch sich das Paar der gegenläufigen Wirbel vorteilhaft an die Außenseite anlegt. Weil die Kühlfluidströmung zwischen den Wirbelzentren außerhalb des Durchgangskanals zur Außenwand hin gerichtet ist, ergibt sich in diesem Bereich ein Prallkühleffekt für die Außenwand, welcher vorteilhaft zur Kühlung der Turbinenschaufel besonders effektiv ist.

[0009] Hervorgerufen durch die Abschwächung des Hufeisenwirbels, den Prallkühleffekt und/oder der Anle geneigung des gegenläufigen Wirbelpaares der Kühlfluidströmung ist die für die Kühlung der Turbinenschaufel notwendige Kühlfluidmenge vermindert verglichen mit einer Kühlfluidmenge, die notwendig ist eine herkömmliche Turbinenschaufel zu kühlen. Durch die Verringerung der Kühlfluidmenge ergibt sich außerdem vorteilhaft ein hoher Wirkungsgrad der Strömungsmaschine. Ferner kann der Abstand der Durchgangskanäle zueinander in der Turbinenschaufel vergleichsweise groß ausgelegt werden, wodurch insgesamt weniger Durchgangskanäle

für die erfindungsgemäße Turbinenschaufel benötigt werden und die strukturelle Schwächung der erfindungsgemäßen Turbinenschaufel durch deren Durchgangskanäle geringer ist.

[0010] Bevorzugt ist der Randabschnitt des Einlaufs des Durchgangskanals an dessen stromauf liegenden Seite derart scharfkantig relativ zu den anderen Randabschnitten des Einlaufs ausgebildet, dass im Durchgangskanal an dessen stromauf liegenden Seite ein Ablösegebiet der Kühlfluidströmung ausbildbar ist, wodurch sich die asymmetrische Geschwindigkeitsverteilung der Kühlfluidströmung ergibt. Bevorzugtermaßen ist am Randabschnitt des Einlaufs des Durchgangskanals an dessen stromauf liegenden Seite eine Ablösenase mit einer Ablösekante derart angeformt, dass dieser Randabschnitt durch die Ablösekante scharfkantig relativ zum gegenüber liegenden Randabschnitt des Einlaufs ausgebildet ist. Die Ablösenase hat an ihrer Ablösekante bevorzugt einen spitzen Winkel, wodurch die Ablösung und damit auch das Paar der gegenläufigen Wirbel vorteilhaft besonders stark ausbildbar sind.

[0011] Die Ablösenase steht bevorzugt mit ihrer Ablösekante von der Innenseite der Außenwand in den Innenhohlraum vor. Es ist alternativ bevorzugt, dass in der Innenseite der Außenwand eine Aussparung unmittelbar benachbart oder im Abstand zum Randabschnitt des Einlaufs des Durchgangskanals an dessen stromauf liegenden Seite vorgesehen ist, wodurch die Ablösenase als ein Überstand der Außenwand gebildet ist. Dabei ist die Ablösekante der Ablösenase bevorzugt mit der Innenseite der Außenwand fluchtend angeordnet.

[0012] Bevorzugtermaßen ist die dem Durchgangskanal abgewandte Seite der Ablösenase konkav geformt und erstreckt sich kantenfrei von der Ablösekante zur Innenseite hin. Durch die konkave Form kann die Ablösekante vorteilhaft besonders spitz ausgebildet werden.

[0013] Es ist bevorzugt, dass am Randabschnitt des Einlaufs des Durchgangskanals an dessen stromab liegenden Seite eine Wulst derart angeformt ist, dass dieser Randabschnitt stumpf relativ zum gegenüberliegenden Randabschnitt des Einlaufs ausgebildet ist. Die Wulst ist bevorzugt derart konvex geformt, dass die Kühlfluidströmung ablösefrei zum Einlauf des Durchgangskanals an dessen stromab liegenden Seite hin strömbar ist.

[0014] Bevorzugtermaßen ist der Randabschnitt des Einlaufs des Durchgangskanals an dessen stromab liegenden Seite derart rund geformt, dass dieser Randabschnitt stumpf relativ zum gegenüberliegenden Randabschnitt des Einlaufs ausgebildet ist. Dadurch ist vorteilhaft ein eventuell sonst auftretendes Ablösegebiet an der stromab liegenden Seite des Durchgangskanals vermeidbar.

[0015] Die erfindungsgemäße Form der Turbinenschaufel ist gießgerecht, wodurch es ermöglicht ist, dass ohne weitere Anpassungen die Turbinenschaufel durch ein Gießverfahren hergestellt werden kann. Die Durchgangskanäle sind bevorzugt durch Bohren, insbesondere Laserbohren, herzustellen, wobei die erfindungsge-

mäße Form des Einlaufs bevorzugt durch Bohren von innerhalb der Turbinenschaufel erfolgt. Das Bohren von innerhalb der Turbinenschaufel ist insbesondere vorteilhaft, wenn die Turbinenschaufel außenseitig mit einer Beschichtung, insbesondere einer Keramikbeschichtung, versehen ist.

[0016] Im Folgenden wird die erfindungsgemäße Turbinenschaufel anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

FIG 1 einen Längsausschnitt einer Außenwand der Turbinenschaufel und

FIG 2 einen Querschnitt der Außenwand der Turbinenschaufel.

[0017] FIG 1 zeigt einen Abschnitt einer Außenwand 2 einer Turbinenschaufel 1 einer Strömungsmaschine. Die Außenwand 2 begrenzt einen Innenhohlraum 3 und weist eine Außenseite 8 sowie eine Innenseite 9 auf. Im Betrieb der Strömungsmaschine tritt an der Außenseite 8 eine Heißgasströmung 13 mit einer zur Außenseite 8 im wesentlichen parallelen Heißgashauptströmungsrichtung 14 auf, welche von der Vorderkante zu der Hinterkante (in der Figur nicht gezeigt) der Turbinenschaufel 1 gerichtet ist. In die Außenwand 2 ist eine Mehrzahl an Durchgangskanälen 4 eingebracht, die in der von innen nach außen gerichteten Durchströmungsrichtung zur Hinterkante der Turbinenschaufel 1 geneigt sind und mit der Außenseite 8 einen spitzen Neigungswinkel 10 einschließen.

[0018] Der Durchgangskanal 4 in FIG 1 weist einen zum Innenhohlraum 9 hin zugewandten Einlauf 11 und außenseitig einen Auslauf 12 auf. Der Durchgangskanal 4 ist zylinderförmig und weist eine Symmetrieachse 5 auf. Weiterhin weist der Durchgangskanal 4 eine bezüglich der Heißgashauptströmungsrichtung 14 stromauf liegende Seite 16 und eine bezüglich der Heißgashauptströmungsrichtung 14 stromab liegende Seite 17 auf. Der Einlauf 11 des Durchgangskanals 4 weist an der stromauf liegenden Seite 16 einen stromauf liegenden Randabschnitt 18 und an der stromab liegenden Seite 17 einen stromab liegenden Randabschnitt 19 auf. Im Innenhohlraum 3 befindet sich im Betrieb der Turbinenschaufel 1 ein Kühlfluid 6, welches via den Einlauf 11 in den Durchgangskanal 4 einströmt und via den Auslauf 12 aus dem Durchgangskanal 4 ausströmt. Nach dem Verlassen des Durchgangskanals 4 bildet das Kühlfluid 6 einen Kühlfilm 7 auf der Außenseite 8 aus.

[0019] Wie es aus FIG 1 ersichtlich ist, ist an der Innenseite 9 der Außenwand 2, an dem stromauf liegenden Randabschnitt 18 des Einlaufs 11 eine Ablösenase 25 mit einer Ablösekante ausgebildet. Die Ablösenase 25 weist eine stromab liegende Ablösesenrückseite 27, welche den Durchgangskanal 4 im Bereich des Einlaufs 11 begrenzt, und eine stromauf liegende Ablösesen-vorderseite 26 auf, welche sich bis zur Innenseite 9 der Außenwand 2 erstreckt. Die Ablösekante ist durch die Ablösesen-vorderseite 26 und die Ablösesenrück-

seite 27 ausgebildet. Denkbar ist, dass für jeden der Durchgangskanäle 4 jeweils eine Ablösenase 25 vorgesehen ist. Denkbar ist ebenso, dass eine Mehrzahl an Durchgangskanälen 4 in einer Reihe angeordnet ist und die Ablösenase einstückig ausgebildet ist und sich entlang der Reihe erstreckt.

[0020] Wie in FIG 1 gezeigt, ist an der Innenseite 9 der Außenwand 2 am stromab liegenden Randabschnitt 19 des Einlaufs 11 eine Wulst 28 angeordnet. Die in den Innenhohlraum 3 sich erstreckende Wulstinnenseite 30 weist einen konvex geformten Bereich auf. Denkbar ist, dass sich der konvex geformte Bereich über die gesamte stromauf liegende Wulstvorderseite 29 bis an den stromab liegenden Randabschnitt 19 und/oder bis in den Durchgangskanal 4 erstreckt. Die Wulst 28 kann auch einen rechteckigen Querschnitt mit an der Wulstinnenseite 30 abgerundeten Ecken haben. Denkbar ist, dass für jeden der Durchgangskanäle 4 jeweils eine beulenartige Wulst 28 vorgesehen ist. Denkbar ist ebenso, dass eine Mehrzahl an Durchgangskanälen 4 in einer Reihe angeordnet ist und sich die Wulst 28 entlang der Reihe erstreckt. Denkbar ist ferner, dass der stromauf liegende Randabschnitt 18 derart abgerundet ist, dass eine Ablösung an diesem Randabschnitt 18 unterbunden ist.

[0021] Im Folgenden werden die Strömungsverhältnisse an der Turbinenschaufel 1 anhand Figuren 1 und 2 beschrieben. Der stromab liegende Randabschnitt 19 ist derart stumpf, dass die Kühlfluidströmung 15 an diesem Randabschnitt 19 anliegt. Die am stromauf liegenden Randabschnitt 18 angeordnete Ablösekannte der Ablösenase (25) ist derart scharfkantig, dass die Kühlfluidströmung 15 diesem Randabschnitt 18 nicht folgen kann, so dass sich im Durchgangskanal 4 an der stromauf liegenden Seite 16 ein Ablösegebiet 20 der Kühlfluidströmung 15 bildet. Von dem Ablösegebiet 20 wird in dem Durchgangskanal 4 eine zentrische Querströmung 21 induziert, die von der stromauf liegenden Seite 16 zu der stromab liegenden Seite 17 gerichtet ist. Hervorgerufen durch die zentrische Querströmung 21 wird im Durchgangskanal 4 ein gegenläufiges Wirbelpaar 22 mit zwei Wirbelzentren 24 erzeugt, wobei die Geschwindigkeitsvektoren zwischen den beiden Wirbelzentren 24 zur stromab liegenden Seite 17 des Durchgangskanals 4 zeigen.

[0022] Wie es aus FIG 2 ersichtlich ist, sind nach dem Austreten des gegenläufigen Wirbelpaars 22 aus dem Durchgangskanal 4 die Geschwindigkeitsvektoren der Kühlfluidströmung 15 des gegenläufigen Wirbelpaars 22 zwischen den Wirbelzentren 24 zur Außenwand 2 hin gerichtet. Die Heißgasströmung 13 umströmt das gegenläufige Wirbelpaar 22, wodurch sich ein Hufeisenwirbel 23 aus dem Heißgas bildet. Der Hufeisenwirbel 23 weist zwei Wirbelarme auf, die auf gegenüberliegenden Seiten des gegenläufigen Wirbelpaares 22 angeordnet sind. Jeder der Wirbelarme ist von einem Wirbel gebildet, wobei die Geschwindigkeitsvektoren der Heißgasströmung 13 zwischen den Wirbelzentren 24 der Wirbelarme auf die Außenwand 2 gerichtet sind. Dadurch wird das Heißgas

an die Außenseite 8 der Außenwand 2 transportiert. Die Wirbelarme haben gleiche Drehsinne wie die ihr jeweils unmittelbar benachbart angeordneten Wirbel des gegenläufigen Wirbelpaars 22, so dass der Hufeisenwirbel 23 abgeschwächt wird und der Transport des Heißgases an die Außenseite 8 der Außenwand 2 vermindert wird.

[0023] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel 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.

15 Patentansprüche

1. Turbinenschaufel für eine Strömungsmaschine, mit einer Außenwand (2), die einen Innenhohlraum (3) der Turbinenschaufel (1) begrenzt, in dem Kühlfluid (6) zur Filmkühlung der Turbinenschaufel (1) bereitstellbar ist, wobei in der Außenwand (2) mindestens ein Durchgangskanal (4) vorgesehen ist, durch den das Kühlfluid (6) vom Innenhohlraum (3) nach außerhalb der Turbinenschaufel (1) zur Ausbildung eines Kühlfilms (7) auf der Außenseite (8) der Außenwand (2) strömbar ist und der zur Hinterkannte der Turbinenschaufel (1) hin geneigt ist sowie eine derartige Gestalt hat, dass bei vorherbestimmten Betriebsströmungsrandbedingungen für die Turbinenschaufel (1) beim Durchströmen des Kühlfluids (6) durch den Durchgangskanal (4) eine derartig über den Querschnitt des Durchgangskanals (4) asymmetrische Geschwindigkeitsverteilung der Kühlfluidströmung (15) sich ergibt, dass sich im Durchgangskanal (4) ein Paar gegenläufiger Wirbel (22) ausbildet, nach dessen Austreten aus dem Durchgangskanal (4) die Geschwindigkeitsvektoren der Kühlfluidströmung (15) zwischen den Wirbelzentren (24) zur Außenwand (2) hin zeigen.
2. Turbinenschaufel gemäß Anspruch 1, wobei der Randabschnitt (18) des Einlaufs (11) des Durchgangskanals (4) an dessen stromauf liegenden Seite (16) derart scharfkantig relativ zu den anderen Randabschnitten des Einlaufs (11) ausgebildet ist, dass im Durchgangskanal (4) an dessen stromauf liegenden Seite (16) ein Ablösegebiet (20) der Kühlfluidströmung (15) ausbildbar ist, wodurch sich die asymmetrische Geschwindigkeitsverteilung der Kühlfluidströmung (15) ergibt.
3. Turbinenschaufel gemäß Anspruch 2, wobei am Randabschnitt (18) des Einlaufs (11) des Durchgangskanals (4) an dessen stromauf liegenden Seite (16) eine Ablösenase (25) mit einer Ablösekannte derart angeformt ist, dass dieser Randabschnitt (18) durch die Ablösekannte scharfkantig re-

lativ zum gegenüber liegenden Randabschnitt (19) des Einlaufs (11) ausgebildet ist.

4. Turbinenschaufel gemäß Anspruch 3,
wobei die Ablösenase (25) an ihrer Ablösekante einen spitzen Winkel hat. 5
5. Turbinenschaufel gemäß Anspruch 3 oder 4,
wobei die Ablösenase (25) mit ihrer Ablösekante von der Innenseite (9) der Außenwand (2) in den Innenhohlraum (3) vorsteht. 10
6. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei in der Innenseite (9) der Außenwand (2) eine Aussparung unmittelbar benachbart oder im Abstand zum Randabschnitt (18) des Einlaufs (11) des Durchgangskanals (4) an dessen stromauf liegenden Seite (16) vorgesehen ist, wodurch die Ablösenase (25) als ein Überstand der Außenwand (2) gebildet ist. 15
20
7. Turbinenschaufel gemäß Anspruch 6,
wobei die Ablösekante der Ablösenase (25) mit der Innenseite (9) der Außenwand (2) fluchtend angeordnet ist. 25
8. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei die dem Durchgangskanal (4) abgewandte Seite der Ablösenase (25) konkav geformt ist und sich von der Ablösekante zur Innenseite (9) hin kantenfrei erstreckt. 30
9. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei am Randabschnitt (19) des Einlaufs (11) des Durchgangskanals (4) an dessen stromab liegenden Seite (17) eine Wulst (28) derart angeformt ist, dass dieser Randabschnitt (19) stumpf relativ zum gegenüberliegenden Randabschnitt (18) des Einlaufs (11) ausgebildet ist. 35
40
10. Turbinenschaufel gemäß Anspruch 9,
wobei die Wulst (28) derart konvex geformt ist, dass die Kühlfluidströmung (15) ablösefrei zum Einlauf (11) des Durchgangskanals (4) an dessen stromab liegenden Seite (17) hin strömbar ist. 45
11. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 2 bis 10, wobei der Randabschnitt (19) des Einlaufs (11) des Durchgangskanals (4) an dessen stromab liegenden Seite (17) derart rund geformt ist, dass dieser Randabschnitt (19) stumpf relativ zum gegenüberliegenden Randabschnitt (18) des Einlaufs (11) ausgebildet ist. 50
55

FIG 1

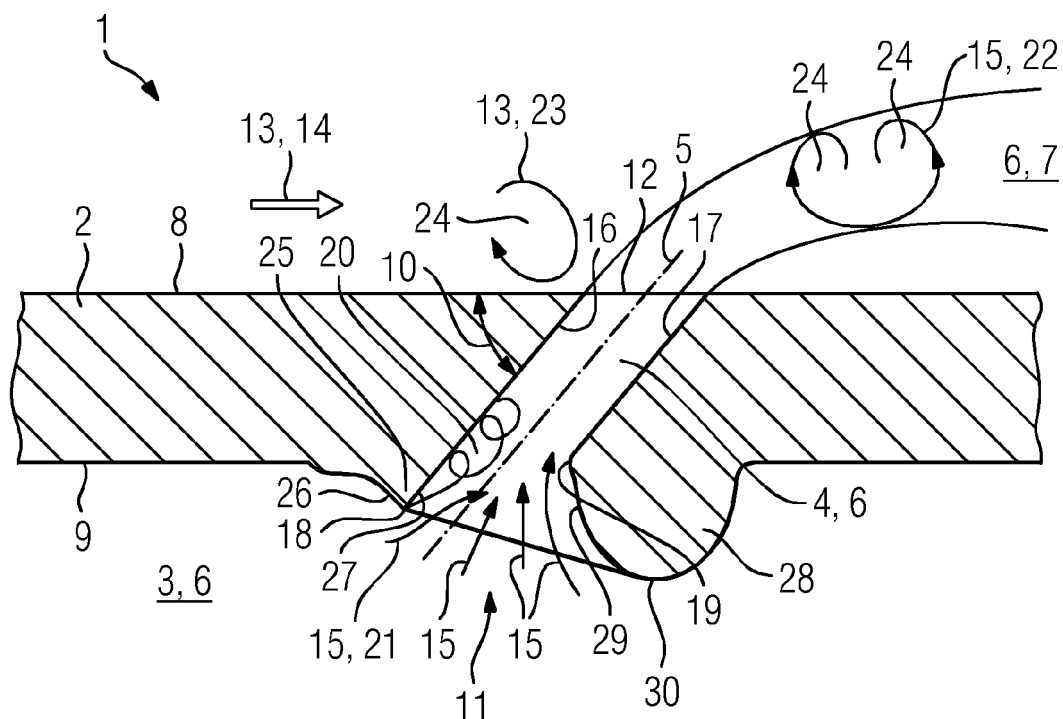
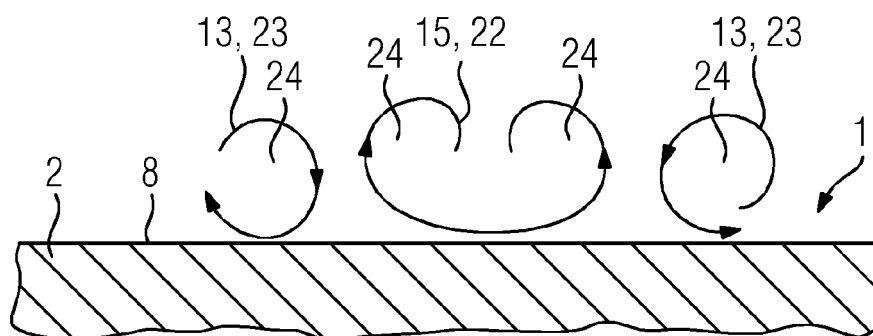


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 18 6222

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 624 231 A (OHTOMO FUMIO [JP] ET AL) 29. April 1997 (1997-04-29) * Spalten 13-18 * * Abbildungen 20-22,26,29 * -----	1-6,8,11 7,9,10	INV. F01D5/18
A	DE 102 36 676 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 19. Februar 2004 (2004-02-19) * Absätze [0011] - [0024] * * Abbildungen 1-3 * -----	1,7	
X	FR 2 385 900 A1 (ROLLS ROYCE [GB]) 27. Oktober 1978 (1978-10-27) * Seite 4 * * Abbildung 4 * -----	1,2,8-10	
A	GB 2 262 314 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 16. Juni 1993 (1993-06-16) * Seite 8 * * Abbildung 6 * -----	9,10	
A	WO 98/37310 A1 (SIEMENS AG [DE]; SCHEURLIN MICHAEL [DE]; HAENDLER MICHAEL [DE]) 27. August 1998 (1998-08-27) * Seiten 7,8 * * Abbildungen 1,2 * -----	11	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC) F01D
A	US 5 419 039 A (AUXIER THOMAS A [US] ET AL) 30. Mai 1995 (1995-05-30) * das ganze Dokument * -----	9-11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 20. März 2012	Prüfer de la Loma, Andrés
KATEGORIE DER GENANNTE 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 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 18 6222

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.

20-03-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5624231 A	29-04-1997	JP 3651490 B2	25-05-2005
		JP 7189602 A	28-07-1995
		US 5624231 A	29-04-1997
DE 10236676 A1	19-02-2004	KEINE	
FR 2385900 A1	27-10-1978	DE 2814027 A1	12-10-1978
		FR 2385900 A1	27-10-1978
		GB 1551678 A	30-08-1979
		IT 1094042 B	26-07-1985
		JP 1078701 C	25-12-1981
		JP 53125518 A	01-11-1978
		JP 56018766 B	01-05-1981
		US 4177010 A	04-12-1979
GB 2262314 A	16-06-1993	KEINE	
WO 9837310 A1	27-08-1998	EP 0964981 A1	22-12-1999
		JP 2001511864 A	14-08-2001
		WO 9837310 A1	27-08-1998
US 5419039 A	30-05-1995	KEINE	

EPO FORM P0461

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