



(11)

EP 1 653 046 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.05.2006 Patentblatt 2006/18

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

(21) Anmeldenummer: **04025415.3**

(22) Anmeldetag: **26.10.2004**

(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

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

(72) Erfinder:
• **Blomeyer, Malte, Dr.**
45472 Mülheim (DE)
• **Klein, Karsten**
14089 Berlin (DE)

- **Lerner, Christian**
45701 Herten (DE)
- **Münzer, Jan**
10439 Berlin (DE)
- **Paul, Uwe, Dr.**
40882 Ratingen (DE)
- **Schmidt, Olaf**
12349 Berlin (DE)
- **Schneider, Oliver**
46487 Wesel (DE)
- **Settegast, Silke**
10439 Berlin (DE)
- **Teteruk, Rostislav**
45468 Mülheim (DE)

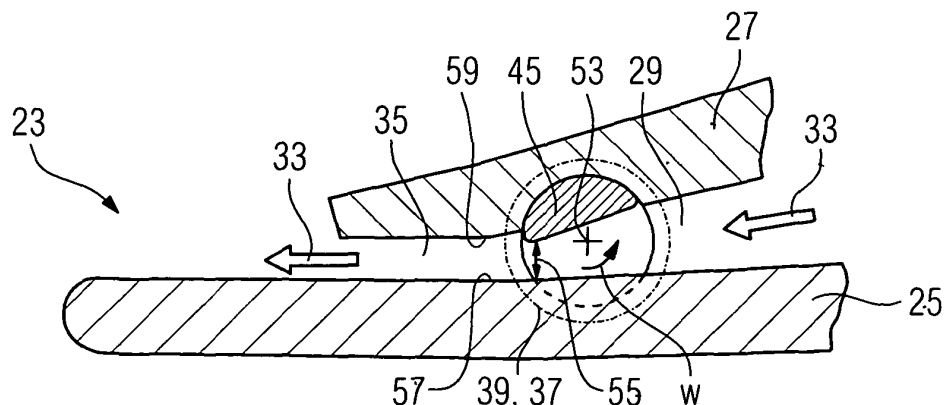
(54) **Gekühlte Turbinenschaufel sowie Verfahren zur Einstellung des Durchflussvolumens eines Kühlmediums**

(57) Es wird eine gekühlte Turbinenschaufel (11) mit einem Befestigungsbereich (13) vorgestellt, an dem sich entlang einer Schaufelachse (17) ein Plattformbereich (15) und daran ein Profilbereich (19) mit einer Saugseitenwand (25) und einer Druckseitenwand (27) anschließt. Beide Seitenwände (25,27) umgreifen mit ihren Innenseiten (57,59) einen Hohlraum (29) mit einer zur Schaufelachse (17) parallel verlaufenden Raumhöhe (31), in den ein Kühlmittel (33) einströmbar und durch eine an der Hinterkante (23) vorgesehene Austrittsöffnung (35) aus der Turbinenschaufel (11) ausströmbar ist. Im Bereich der Hinterkante (23) ist ein stabförmiger

Einsatz (37) zum Einstellen des Durchflusses des ausströmenden Kühlmittels (33) angeordnet.

Um eine gekühlte Turbinenschaufel (11) mit einem individuell einstellbaren Durchfluss für Kühlmittel (33) and der Hinterkante (23) anzugeben, wird vorgeschlagen, dass der Einsatz (37) über die Raumhöhe (31) an der Innenseite (59) einer der beiden Seitenwände (27,27) anliegt, in diesem Abschnitt (45) im Querschnitt unrund, vorzugsweise kreissegmentförmig ausgebildet ist und zum Einstellen des Durchflusses mit der Innenseite (57) der anderen der beiden Seitenwände (25) einen einstellbaren Strömungsquerschnitt bildet.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine gekühlte Turbinenschaufel mit einem Befestigungsbereich, an dem sich entlang einer Schaufelachse ein Plattformbereich und daran ein Profilbereich mit einer Saugseitenwand und einer Druckseitenwand anschließt, die sich von einer Vorderkante zu einer Hinterkante erstrecken und mit ihren Innenseiten zumindest einen Hohlraum mit einer zur Schaufelachse parallel verlaufenden Raumhöhe umgreifen, in welchen Hohlraum ein Kühlmittel einströmbar und durch zumindest eine an der Hinterkante vorgesehene Austrittsöffnung aus der Turbinenschaufel ausströmbar ist sowie mit einem im Bereich der Hinterkante im Hohlraum angeordneten, stabförmigen Einsatz zum Einstellen des Durchflusses des ausströmenden Kühlmittels.

[0002] Aus der US 4,526,512 ist eine gattungsgemäße Turbinenschaufel bekannt, bei der ein stabförmiger Einsatz als Durchflusseinstellkörper für Kühlluft im hinteren Bereich der Turbinenschaufel, d. h. vor der Hinterkante, vorgesehen ist. Um die Kühlwirkung des die hohle Turbinenschaufel durchströmenden Kühlmediums im Bereich der Hinterkante zu erhöhen, wirkt der den Strömungsquerschnitt verjüngende Durchflusseinstellkörper beschleunigend auf das Kühlmittel. Hierdurch lässt sich die konvektive Kühlwirkung im Bereich der Schaufelhinterkante auf einen von der Geometrie des Durchflusseinstellkörpers abhängigen Wert erhöhen. Dazu weist der stabförmige Durchflusseinstellkörper mehrere ringförmige Nuten auf, welche zwischen ringförmigen Rippen gebildet sind. Die Rippen dienen als Anlageflächen des stabförmigen Körpers an den Innenseiten der Schaufelwände und zur Verengung des Strömungsweges, wodurch das so beschleunigte Kühlmittel durch die Nuten strömen kann.

[0003] Nachteilig ist hierbei, dass bei einer gegossenen Schaufel und bei einem fest vorgegebenen Durchflusseinstellkörper der Kühlluftverbrauch nicht eingestellt werden kann. Lediglich über die Geometrie des Durchflusseinstellkörpers kann der Kühlluftdurchfluss eingestellt werden.

[0004] Ferner ist bekannt, dass bei der Herstellung von Turbinenschaufeln Fertigungstoleranzen auftreten. Für gegossene Schaufeln können diese Toleranzen eine Schwankung des Verbrauchs von Kühlluft in einem Bereich von $\pm 5-8\%$ des Nominaldurchflusswertes hervorrufen, d.h. jede Turbinenschaufel kann einen individuellen Verbrauch von Kühlluft aufweisen.

[0005] Um den ggf. zu hoch ausfallenden Kühlluftdurchfluss oder -verbrauch zu verringern, kann derzeit nur in wenigen Fällen bei ganz bestimmten Ausführungsformen von Turbinenschaufeln eine fertigungsbedingte Drosselung helfen. Dabei werden Drosselbleche auf den Eingang einer Kühlluftpassage am Laufschaufelfuß durch Schweißen aufgebracht. Auch ist es bekannt, anstelle des Drosselbleches einen Stopfen - auch Restriktor genannt - in den Kanal der Turbinenschaufel einzubringen, der den Strömungsquerschnitt und damit den

Durchfluss durch den Kanal reduziert. Bei beiden Ansätzen wird jedoch die durch von Toleranzen hervorgerufene Streubandbreite des Kühlluftdurchflusses der so gedrosselten Turbinenschaufeln nicht wesentlich im Vergleich zur ungedrosselten Turbinenschaufel verringert.

[0006] Eine fertigungsbedingte Unterschreitung des Kühlluftdurchflusses durch eine beispielsweise fehlerhafte Ausführung des Gusses kann in der Regel nicht korrigiert bzw. erhöht werden, so dass die zumeist kostenintensiven Bauteile nicht nutzbar sind.

[0007] Darüber hinaus treten durch Fertigungsfehler, welche innerhalb der Fertigungstoleranzen liegen, häufig auch Überschreitungen des maximal zulässig definierten Durchflusses auf. Durch diese Fertigungsfehler kommt es zu einer deutlichen Überschreitung des auslegungstechnisch erforderlichen Mindestkühlluftdurchflusses, was erhebliche Wirkungsgrad- und Leistungsverluste der Gasturbine im Vergleich zur optimalen oder nominalen Ausführung der Turbinenschaufel zur Folge hat.

[0008] Es wurde somit bisher lediglich der Mittelwert des Durchflusses von Turbinenschaufeln reduziert. Um jedoch an jeder Turbinenschaufel einen optimalen Wert zu erhalten, muss eine individuelle Einstellung jeder Turbinenschaufel erfolgen.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Turbinenschaufel der eingangs genannten Art so zu gestalten, dass eine individuelle Anpassung des Kühlluftdurchflusses unabhängig von den durch die Herstellung auftretenden Toleranzen und Fehler eingestellt werden kann. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Turbinenschaufel sowie eine Gasturbine mit einem erhöhten Wirkungsgrad anzugeben.

[0010] Die auf die Turbinenschaufel gerichtete Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1, die auf die Gasturbine gerichtete Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 8 und die auf das Verfahren gerichtete Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 9 gelöst.

[0011] Die Lösung der beschriebenen Aufgaben wird erreicht, indem der Kühlluftdurchfluss der mit zumindest einer Austrittsöffnung versehenen Turbinenschaufel stufenlos auf den nominellen oder mindest erforderlichen Wert gedrosselt werden kann, obwohl die Ausführung des Gusses und/oder die Austrittsöffnungen in einem deutlich größeren Toleranzband erfolgt. Um dies zu erreichen, schlägt die Lösung vor, dass der stabförmige Einsatz über die Raumhöhe an der Innenseite der einen der beiden Seitenwände anliegt, in diesem Abschnitt im Querschnitt unrund, vorzugsweise kreissegmentförmig, ausgebildet ist und zum Einstellen des Durchflusses mit der Innenseite der anderen der beiden Seitenwände einen einstellbaren Strömungsquerschnitt bildet.

[0012] Die Festlegung des Durchflusses erfolgt ausschließlich durch die noch zu beschreibende Einstelltechnik, so dass zu geringer Durchfluss durch Gussfehler und Fertigungstoleranzen vermieden werden kann, indem der den Durchfluss bestimmende Strömungsquerschnitt zuerst größer als erforderlich beim Guss herge-

stellt wird, welcher dann durch die Montage des Einsatzes und dessen Positionierung auf den gewünschten Wert einstellbar ist.

[0013] Auf diese Weise werden die beim Stand der Technik auftretenden Nachteile vermieden.

[0014] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0015] Durch die Drehung des Einsatzes kann sein vorhandener, kürzester, senkrecht zur Schaufelachse stehender Abstand zwischen dem kreissegmentförmigen Querschnitt des Einsatzes und der Innenseite der anderen der beiden Seitenwände einfach verändert werden, wodurch in Verbindung mit der feststehenden Raumhöhe der Strömungsquerschnitt für die an der Hinterkante ausströmende Kühlluft einfach einstellbar ist.

[0016] Zweckmäßigerweise ist der kreissegmentförmige Querschnitt des Einsatzes annähernd halbkreisförmig ausgebildet. Dabei liegt der um seine Längsachse vorerst verdrehbare Einsatz über die Raumhöhe an der Innenseite der einen der beiden Schaufelwände an.

[0017] Um den Durchfluss an der Hinterkante der Turbinenschaufel besonders einfach einzustellen, ist ein im Befestigungsbereich oder im Plattformbereich der Turbinenschaufel liegender Abschnitt oder erstes Ende des Einsatzes im Querschnitt zylindrisch ausgebildet, welcher in einer in der Schaufel angeordneten, korrespondierenden Ausnehmung oder Öffnung drehbar ist. Durch die Drehung des Einsatzes in der Ausnehmung kann der kürzeste Abstand zwischen dem kreissegmentförmigen Querschnitt des Einsatzes und der Innenseite der anderen der beiden Seitenwände stufenlos verändert werden, wodurch in Verbindung mit der feststehenden Raumhöhe der Strömungsquerschnitt für die an der Hinterkante ausströmende Kühlluft ebenso stufenlos einstellbar ist.

[0018] Gleichzeitig wird der Einsatz in der Ausnehmung gelagert, so dass er eine definierte Lage innerhalb der Turbinenschaufel und gegenüber der Innenseite der anderen der beiden Seitenwände aufweist.

[0019] Das dem zylindrischen Abschnitt oder dem ersten Ende des Einsatzes gegenüberliegende freie, zweite Ende wird in einer Profilspitze, welche im Profilbereich dem Plattformbereich gegenüber liegt, in einer im Inneren liegenden Halteöffnungen gelagert. Somit ist auch das zweite Ende des Einsatzes in seiner radialen Lage fixiert, so dass beide Enden des Einsatzes stets in einer definierten Lage innerhalb der Turbinenschaufel geführt sind. Dies gewährleistet eine sichere und dichte Anlage des Einsatzes an der Innenseite der einen der beiden Schaufelwände.

[0020] Um den beim Betrieb der Gasturbine auftretenden ggf. unterschiedlichen Dehnungen des Einsatzes und der Turbinenschaufel Rechnung zu tragen, ist in einer Profilspitze eine Halteöffnung vorgesehen, zwischen deren Grund und dem freien Ende des Einsatzes ein radialer Dehnungsspalt vorgesehen ist, in der sich der Einsatz aufgrund der temperaturbehafteten Dehnungen entlang seiner Längsachse hineinerstrecken kann.

[0021] Jede gegossene Turbinenschaufel weist auf-

grund des Herstellungsverfahrens hervorgerufene Toleranzen auf, die zu unterschiedlichen Durchflüssen von Kühlmittel beim Betrieb der Turbinenschaufel in einer Gasturbine führen würden. Durch den Einsatz kann der Durchfluss der durch die Hinterkante ausströmenden Kühlluft auf die geforderte bzw. auf die optimale Größe eingestellt werden, so dass im Betrieb der Gasturbine Kühlmittel eingespart werden kann, welches dann der Verbrennung wirkungsgradsteigernd zur Verfügung steht.

[0022] Hierzu schlägt das Verfahren zum Einstellen des Durchflusses einer Turbinenschaufel und zum Herstellen einer solchen vor, dass nach dem Guss der Turbinenschaufel der Einsatz im Bereich der Hinterkante des Profilbereiches montiert wird. Anschließend wird die Turbinenschaufel an eine Kühlluftspeise- und Messeinrichtung angeschlossen. Dabei wird in die Turbinenschaufel Kühlluft eingeblasen und zumindest der an der Hinterkante austretende Anteil von Kühlluft gemessen. Weicht die gemessene Durchflussmenge von Kühlluft von der optimalen bzw. vorbestimmten Kühlluftmenge ab, so kann durch Verdrehen des Einsatzes der Durchfluss von Kühlluft an der Hinterkante auf das Optimum oder auf den geforderten Wert stufenlos eingestellt werden, indem der kürzeste Abstand zwischen dem unrunder, vorzugsweise kreissegmentförmigen Abschnitt des Einsatzes und der Innenseite der anderen der beiden Seitenwände verändert wird. Nach dem Einstellen des gewünschten Durchflusses wird der Einsatz fest mit der Turbinenschaufel verbunden, beispielsweise durch Schweißen, Löten, Anstemmen oder ein anderes geeignetes Befestigungsverfahren, so dass der Durchfluss von Kühlluft an der Hinterkante der Turbinenschaufel während des Betriebes der Gasturbine sich nicht ungewollt verändern kann.

[0023] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Turbinenschaufel mit einem Einsatz in einem Längs-Querschnitt und

Fig. 2 die Hinterkante der Turbinenschaufel mit dem sektorförmigen Querschnitt des Einsatzes im Querschnitt.

[0024] Gasturbinen und deren Arbeitsweisen sind allgemein bekannt. Ein Verdichter der Gasturbine saugt Umgebungsluft an und verdichtet diese. Anschließend wird die Luft zu mehreren Brennern geführt, in denen ein Brennmittel zugemischt wird, welches Gemisch in einer Brennkammer unter hohem Druck und unter hoher Temperatur zu einem Heißgas verbrannt wird. Das Heißgas durchströmt eine nachgeschaltete Turbineneinheit und treibt dabei den Rotor der Gasturbine und beispielsweise einen Generators an.

[0025] In der Turbineneinheit sind dabei Turbinenschaufeln 11 als Leitschaufeln am Gehäuse der Gasturbine und als Laufschaufeln am Rotor der Gasturbine, je-

weils in Kränzen, befestigt. Die in Fig. 1 gezeigte Turbinenschaufel 11 weist einen Befestigungsbereich 13 auf, an dem sich ein Plattformbereich 15 anschließt. Entlang einer Schaufelachse 17 folgt dem Plattformbereich 15 ein Profilbereich 19, welcher beim Betrieb einer Gasturbine von dem Heißgas umströmt wird.

[0026] Der Profilbereich 19 erstreckt sich von einer Vorderkante 21 zu einer Hinterkante 23, bezogen auf die Strömungsrichtung des Heißgases. Sowohl eine konvex gekrümmte Saugseitenwand 25 als auch eine dazu gegenüberliegende gekrümmte Druckseitenwand 27 (Fig. 2) verläuft von der Vorderkante 21 zur Hinterkante 23. Beide Seitenwände 25, 27 umschließen dabei zumindest einen Hohlraum 29, welcher eine zur Schaufelachse 17 parallel verlaufende Raumhöhe 31 aufweist. Vom Befestigungsbereich 13 her durch den Plattformbereich 15, ggf. über Zwischenhöhlräume, ist ein Kühlmittel 33, insbesondere Kühlluft, in den Hohlraum 29 einströmbar und zumindest an der Hinterkante 23 durch zumindest eine Austrittsöffnung 35 aus der Turbinenschaufel 11 ausströmbar.

[0027] Bei der Herstellung der Turbinenschaufel 11 wird nach dem Giessen von Außen durch eine zylindrische Öffnung im Bereich der Hinterkante 23 ein stabförmiger Einsatz 37 zum Einstellen des Durchflusses des an der Hinterkante 23 ausströmenden Anteils des Kühlmittels 33 in den Hohlraum 29 eingesetzt. An einem ersten Ende 39 des Einsatzes 37 ist dieser im Querschnitt rund ausgebildet. Dieser zylindrische Abschnitt 41 des Einsatzes 37 ist in einer dazu korrespondierenden Ausnehmung 43, welche im Befestigungsbereich 13 oder im Plattformbereich 15 angeordnet ist, gelagert. Der zylindrische Abschnitt 41 kann auch als Kragen ausgeführt sein. Der Einsatz 37 erstreckt sich im Wesentlichen parallel zur Schaufelachse 17, annähernd über die gesamte Höhe der Turbinenschaufel 11.

[0028] Entlang der Schaufelachse 17 schließt an das Ende 39 des Einsatzes 37 ein im Querschnitt unrunder, vorzugsweise kreissegmentförmiger Abschnitt 45 an, welcher sich im Wesentlichen über die Raumhöhe 31 des Hohlraumes 29 erstreckt. Das dem ersten Ende 39 gegenüberliegende zweite Ende 47 des Einsatzes 37, welches ebenfalls zylindrisch ist, erstreckt sich in eine dazu korrespondierende Halteöffnung 49, welche in einer Schaufelspitze 51 vorgesehen ist. Somit sind beide Enden 39, 47 drehbar gelagert, was zu einer sicheren und dichten Anlage des Einsatzes 37 an der Innenseite 59 der einen der beiden Seitenwände 27 führt.

[0029] Zwischen dem runden, zweiten Ende 47 und dem Grund der Halteöffnung 49 ist ein Dehnungsspalt 52 gebildet, in den sich das zweite Ende 47 des Einsatzes 37 aufgrund von thermisch bedingtem Längenwachstum hineinerstrecken kann.

[0030] Fig. 2 zeigt den Querschnitt durch die Hinterkante 33 der Turbinenschaufel 11 im Abriss. Im Bereich der Hinterkante 23 ist zwischen der Saugseitenwand 25 und der dazu spitzwinklig angeordneten Druckseitenwand 27 der im mittleren Abschnitt 45 im Querschnitt

kreissegmentförmige Einsatz 37 dargestellt. Als Kreissegmentform wird zumindest ein Kreisbogen verstanden, dessen Endpunkte über eine Sehne miteinander verbunden sind. Alternative Formen, beispielsweise eine Sektorform oder eine Kombination aus beiden Formen ist ebenso für die Erfindung einsetzbar wie eine gekrümmte Sehne. Ein drei- oder mehrseitiger Querschnitt wäre ebenso zielführend.

[0031] Durch das im Querschnitt runde, erste Ende 39, dessen Projektion als gestrichelte Linie dargestellt ist, kann der kreissegmentförmige Abschnitt 45 des Einsatzes 37 um seine Drehachse 53 gedreht werden. Währenddessen liegt der kreissegmentförmige Abschnitt 45 an einer Innenseite 59 der Druckseitenwand 27, vorzugsweise in einer eigens dafür vorgesehenen, kreisbogenförmig verlaufenden Ausnehmung an. Ein kürzester Abstand 55 zwischen dem kreissegmentförmigen Abschnitt 45 und einer Innenseite 57 der Saugseitenwand 25 kann durch Drehung des Einsatzes 37 um den Verdrehwinkel ω verändert werden, wodurch der Strömungsquerschnitt für das Kühlmittel 33 veränderbar ist. Der Strömungsquerschnitt wird durch den kürzesten Abstand und die Raumhöhe 31 definiert, welcher Strömungsquerschnitt von dem Kühlmittel 33 senkrecht durchströmt werden kann. Eine Verdrehung des Einsatzes 37 im Uhrzeigersinn führt zu einer Strömungsquerschnittvergrößerung und eine Verdrehung entgegen dem Uhrzeigersinn zu einer Verkleinerung des Strömungsquerschnitts.

[0032] Natürlich ist auch denkbar, dass der Einsatz 37 an der Saugseitenwand 25 anliegt und mit der Innenseite der Druckseitenwand 27 einen veränderbaren Strömungsquerschnitt bildet.

[0033] Damit der Einsatz 37 einfach um seine Längsachse verdreht werden kann, weist dieser an der Stirnseite des ersten Endes 39 hierfür geeignete (nicht gezeigte) Mittel, beispielsweise einen Innensechskant, einen Flachschriff oder einen Kreuzschriff für ein jeweils dazu korrespondierendes Verdrehwerkzeug auf.

[0034] Zur individuellen Einstellung des Kühlluftverbrauchs einer gegossenen und den Einsatz 37 aufweisenden Turbinenschaufel 11 wird diese in eine Kühlluftspeise und -Messeinrichtung angeschlossen und anschließend mit Kühlmittel 33, beispielsweise Kühlluft, durchblasen. Die an der Hinterkante 23 ausströmende Kühlluftmenge wird gemessen und durch Verdrehen des Einsatzes 37 auf den gewünschten oder optimalen Durchflusswert eingestellt. Anschließend wird der Einsatz 37 fest mit der Turbinenschaufel 11 verbunden, so dass eine ungewollte Verdrehung des Einsatzes 37 während des Betriebs einer mit solch einer Turbinenschaufel 11 ausgestatteten Gasturbine vermieden wird. Zudem wird dadurch auch die radiale Lage des Einsatzes 37 fixiert. Dadurch werden herstellungsbedingte Einflüsse auf dem Durchflusswert von Kühlluft an der Hinterkante einer Turbinenschaufel eliminiert.

[0035] Die erfindungsgemäße Turbinenschaufel 11 kann sowohl als Leitschaufel als auch als Laufschaufel für eine Turbine, vorzugsweise für eine Gasturbine oder

Dampfturbine, ausgestaltet sein.

Patentansprüche

1. Gekühlte Turbinenschaufel (11)
mit einem Befestigungsbereich (13), an dem sich entlang einer Schaufelachse (17) ein Plattformbereich (15) und daran ein Profilbereich (19) mit einer Saugseitenwand (25) und einer Druckseitenwand (27) anschließt, die sich von einer Vorderkante (21) zu einer Hinterkante (23) erstrecken und mit ihren Innenseiten (57, 59) zumindest einen Hohlraum (29) mit einer zur Schaufelachse (17) parallel verlaufenden Raumhöhe (31) umgreifen, in welchen Hohlraum (29) ein Kühlmittel (33) einströmbar und durch zumindest eine an der Hinterkante (23) vorgesehene Austrittsöffnung (35) aus der Turbinenschaufel (11) ausströmbar ist
sowie mit einem im Bereich der Hinterkante (23) im Hohlraum (29) angeordneten stabförmigen Einsatz (37) zum Einstellen des Durchflusses des ausströmbarbaren Kühlmittels (33),
dadurch gekennzeichnet, dass
der Einsatz (37) über die Raumhöhe (31) an der Innenseite (59) einer der beiden Seitenwände (27) anliegt, in diesem Abschnitt (45) im Querschnitt unrund, vorzugsweise kreissegmentförmig, ausgebildet ist und zum Einstellen des Durchflusses mit der Innenseite (57) der anderen der beiden Seitenwände (25) einen einstellbaren Strömungsquerschnitt bildet.

5
10
15
20
25
30
2. Turbinenschaufel (11) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein kürzester Abstand (55) zwischen dem Abschnitt (45) des Einsatzes (37) und der gegenüberliegenden Innenseite (57) der anderen der beiden Seitenwände (25) durch die Verdrehung des Einsatzes (37) veränderbar ist.

35
40
3. Turbinenschaufel (11) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
der kreissegmentförmige Querschnitt des Abschnittes (45) des Einsatzes (37) annähernd halbkreisförmig ausgebildet ist.

45
4. Turbinenschaufel (11) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein im Befestigungsbereich (13) oder im Plattformbereich (15) liegender Abschnitt (41) des Einsatzes (37) zylindrisch ausgebildet ist, welcher in einer korrespondierenden Ausnehmung (43) drehbar ist.

50
5. Turbinenschaufel (11) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Profilbereich (19) eine dem Plattformbereich (15) gegenüberliegende Profils Spitze (51) mit einer im inneren liegenden Halteöffnung (49) aufweist, zwischen deren Grund und dem freien Ende (47) des Einsatzes (37) ein radialer Dehnungsspalt (52) vorgesehen.

55
6. Turbinenschaufel (11) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Einsatz (37) mit der Turbinenschaufel (11) fest verbunden ist.

5
7. Turbinenschaufel (11) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Turbinenschaufel (11) gegossen ist.

5
8. Gasturbine mit einer Turbinenschaufel (11) nach einem der vorgehenden Ansprüche.

5
9. Verfahren zum Herstellen einer gegossenen Turbinenschaufel (11) mit einem nach dem Giessen der Turbinenschaufel montierten, verstellbaren Einsatz (37) im Bereich einer Hinterkante (23) eines Profilbereichs (19) zum Einstellen des Durchflusses eines Kühlmittels (33) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Durchfluss von Kühlmittel (33) durch Verdrehen des verstellbaren Einsatzes (37) eingestellt und anschließend der Einsatz (37) mit der Turbinenschaufel (11) fest verbunden wird.

5

FIG 1

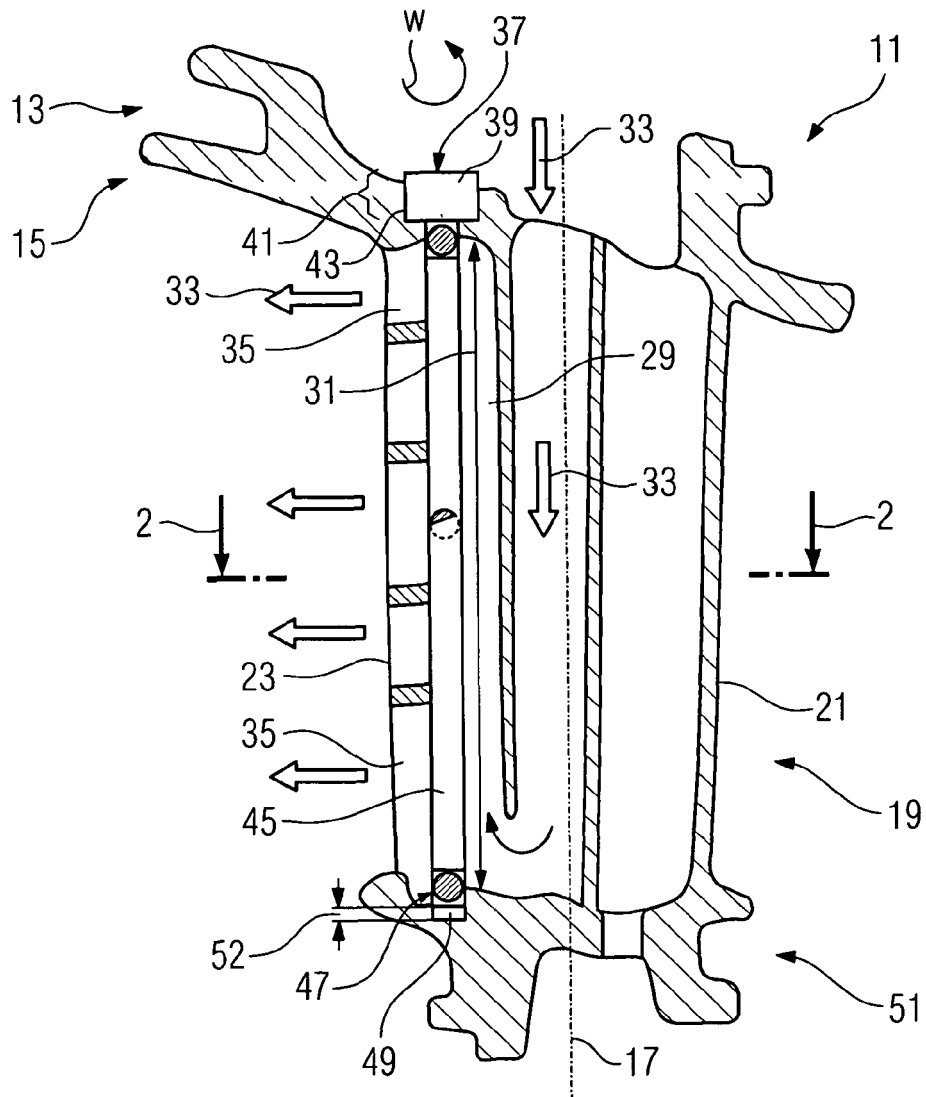
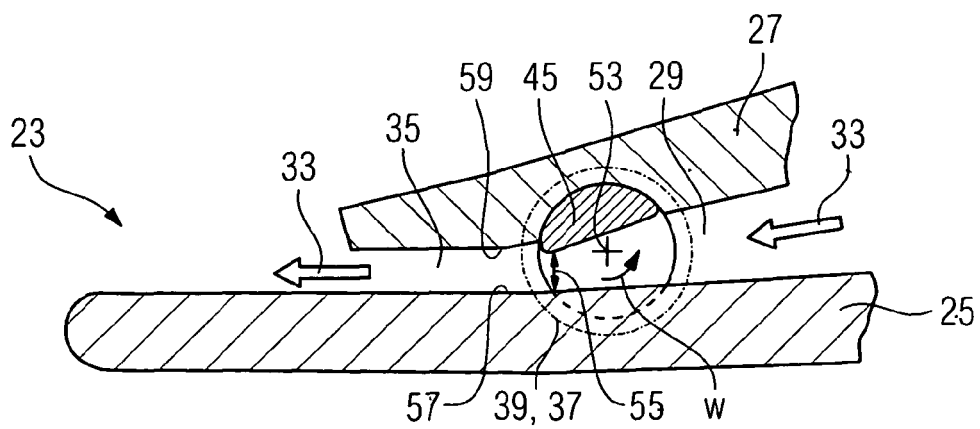


FIG 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 5415

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 199 61 565 A1 (ABB ALSTOM POWER AG, BADEN) 21. Juni 2001 (2001-06-21) * Spalte 2, Zeile 41 - Zeile 59 *	1-4,6-9	F01D5/18
Y	* Spalte 3, Zeile 40 - Zeile 56 * * Spalte 6, Zeile 63 - Spalte 7, Zeile 22 *	5	
D,Y	----- US 4 526 512 A (HOOK ET AL) 2. Juli 1985 (1985-07-02) * Spalte 4, Zeile 27 - Zeile 39 *	5	
A	----- EP 0 757 160 A (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 5. Februar 1997 (1997-02-05) * Spalte 4, Zeile 37 - Zeile 58 *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		30. März 2005	
		Prüfer	
		Steinhauser, U	
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

1
EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 04 02 5415

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.

30-03-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19961565	A1	21-06-2001	KEINE		

US 4526512	A	02-07-1985	KEINE		

EP 0757160	A	05-02-1997	US	5820343 A	13-10-1998
			AU	698776 B2	05-11-1998
			AU	6067496 A	06-02-1997
			DE	69624420 D1	28-11-2002
			DE	69624420 T2	14-08-2003
			EP	0757160 A2	05-02-1997
			JP	9105307 A	22-04-1997

EPO FORM P0461

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