



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.11.2006 Patentblatt 2006/44

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

(21) Anmeldenummer: **05009054.7**

(22) Anmeldetag: **25.04.2005**

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

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

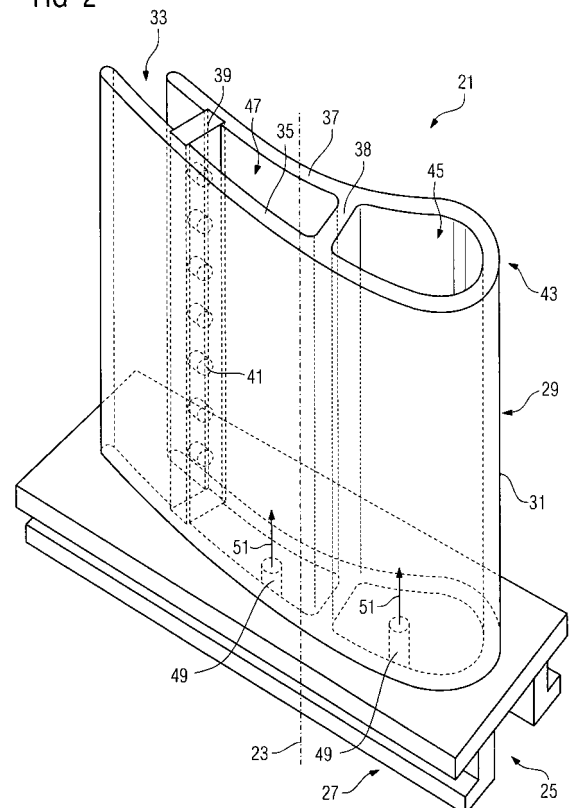
(72) Erfinder:
• **Blomeyer, Malte, Dr.
45472 Mülheim an der Ruhr (DE)**
• **Klein, Karsten
14089 Berlin (DE)**

• **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, Dr.
45468 Mülheim an der Ruhr (DE)**

(54) **Turbinenschaufel, Verwendung einer Turbinenschaufel und Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufel**

(57) Die Erfindung betrifft eine gegossene Turbinenschaufel (21) für eine Gasturbine (1) mit einem tragflügelartigen Schaufelprofil (25), welches von einer konkaven Druckseitenwand (37, 137) und einer konvexen Saugseitenwand (35, 135) geformt ist und welches zwischen den Seitenwänden zumindest einen Hohlraum (45, 147) zur Führung eines Kühlmittels aufweist. Um eine kostengünstige Turbinenschaufel (21) mit einem verbesserten Kühlmittelverbrauch bereitzustellen, wird vorgeschlagen, dass die den Kühlmittelfluss im Innern der Turbinenschaufel (21) einstellenden Drosselöffnungen (41, 141, 241) in einem Drosseleinsatz (39, 139, 239) vorgesehen sind, welcher nicht gegossen, sondern vorgefertigt ist.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine gegossene, gekühlte Turbinenschaufel mit einem tragflügel förmigen Schaufelprofil, welches von einer konkaven Druckseitenwand und einer konvexen Saugseitenwand geformt ist und welches zwischen den beiden Seitenwänden zumindest einen Hohlraum zur Führung eines Kühlmittels aufweist. Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung und die Herstellung einer solchen Turbinenschaufel.

[0002] Eine gattungsgemäße Turbinenschaufel für eine Gasturbine ist aus der US 5,243,759 bekannt. Die Turbinenschaufel weist im Querschnitt in Strömungsrichtung des Heißgases gesehen, mehrere aufeinander folgende Hohlräume auf, denen durch zwei im Schaufelfuß angeordnete Versorgungskanäle Kühlluft zuführbar ist. Ein erster, unmittelbar hinter der Anströmkannte angeordneter Hohlraum ist mittels einer Trennrippe von einem zweiten Hohlraum getrennt. Einer der beiden Versorgungskanäle geht in den zweiten Hohlraum über, welcher über in der Trennrippe vorgesehene Verbindungskanäle mit dem ersten Hohlraum in Strömungsverbindung steht. Vom ersten Hohlraum erstrecken sich Filmkühlöffnungen durch die Außenwand der Turbinenschaufel, durch die von dem Versorgungskanal über den zweiten in den ersten Hohlraum zugeführte Kühlluft beim Betrieb der Gasturbine ausgeblasen wird.

[0003] Die Menge der ausgeblasenen Kühlluft hängt einerseits von dem Druck der bereitgestellten Kühlluft und andererseits von der Anzahl und Größe der Hohlräume und der Verbindungskanäle in der Trennwand ab.

[0004] Bei der Herstellung von gegossenen Turbinenschaufel treten vergleichsweise große Toleranzen auf, die bei der Bemessung der Gießform und des bzw. der Gusskerne berücksichtigt werden müssen, um eine Turbinenschaufel mit gewünschten Eigenschaften herzustellen.

[0005] Die Verbindungskanäle werden durch Abstandshalter hergestellt, welche die Gusskerne miteinander verbinden und gegenseitig abstützen. Nach dem Gießen der Turbinenschaufel werden sowohl die Gusskerne als auch die Abstandshalter aus der Turbinenschaufel herausgespült und entfernt, so dass Hohlräume und Verbindungskanäle im Inneren der Turbinenschaufel zurückbleiben. Insbesondere die im Inneren der Turbinenschaufel die Hohlräume miteinander verbindenden Verbindungskanäle unterliegen den herstellungsbedingten Toleranzen.

[0006] Um einen besonders sicheren Betrieb der Turbinenschaufel zu gewährleisten, werden diese Verbindungskanäle so bemessen, dass auf jeden Fall die Turbinenschaufel beim Betrieb mindestens eine ausreichende Kühlung erfährt. Dies führt jedoch aufgrund der nicht beeinflussbaren Herstellungstoleranzen häufig zu Turbinenschaufeln, die zu viel Kühlluft ausblasen und somit den Wirkungsgrad der Gasturbine verringern.

[0007] Die vorgenannte US 5,243,759 zeigt eine Möglichkeit, die an der Hinterkante der Turbinenschaufel be-

findlichen Auslassöffnungen für Kühlluft optimal einzustellen. Beim Guss werden die Auslassöffnungen im Querschnitt kleiner als erforderlich hergestellt und in einem Nachbearbeitungsschritt vergrößert, damit beim Betrieb eine bedarfsgerechte Menge an Kühlluft an der Hinterkante ausgeblasen wird.

[0008] Zudem wird versucht, die Gusskerne vergleichsweise groß auszubilden, um deren Herstellbarkeit zu vereinfachen. Dies führt jedoch zu hohen Durchflussraten und auch zu erhöhtem Kühlmittelverbrauch.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer gattungsgemäßen Turbinenschaufel, welche, verwendet in einer Gasturbine, beim Betrieb zu einem erhöhten Wirkungsgrad der Gasturbine führt. Zudem ist es Aufgabe der Erfindung, ein besonders günstiges und einfaches Herstellungsverfahren für eine solche Turbinenschaufel anzugeben.

[0010] Die auf die Turbinenschaufel gerichtete Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1, die auf die Verwendung gerichtete Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 7 und die auf das Herstellungsverfahren gerichtete Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 8 gelöst.

[0011] Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, in einer gegossenen Turbinenschaufel mindestens einen separat gefertigten Drosseleinsatz vorzusehen, der mit mindestens einer Drosselöffnung ausgestattet ist, dessen Querschnitt den Durchfluss von Kühlmittel gezielt einstellt.

[0012] Eine gegossene Hohlraumbegrenzung oder Wand, welche Verbindungskanäle zum Weiterleiten von Kühlmittel aufweist, wird teilweise durch einen Drosseleinsatz mit vorgefertigten Drosselöffnungen ersetzt. Damit wird die den Durchfluss an Kühlmittel bestimmende Öffnung der Verbindung zweier Räume nicht mehr durch den stark toleranzbehafteten Guss festgelegt, sondern durch die im Drosseleinsatz vorgesehenen und vorgefertigten Drosselöffnungen. Diese können mit einer wesentlich größeren Genauigkeit hergestellt werden als die gegossenen Verbindungskanäle, beispielsweise durch spanende Verfahren wie Bohren oder Fräsen. Eine bedarfsgerechte, sparsame Dosierung von Kühlmittel wird erzielt.

[0013] Das Kühlmittel kann sowohl von einem ersten Hohlraum in einen zweiten Hohlraum oder nach außen gedrosselt weiter geleitet werden.

[0014] Durch den Wegfall der gegossenen, einen den Hohlraum teilweise begrenzenden Wand kann der bzw. können die zur Herstellung der Turbinenschaufel verwendeten Gusskerne vergrößert werden, was die Kernstabilität begünstigt und auch das Innen-Design der Turbinenschaufel vereinfacht. Dies führt insgesamt zu einer Senkung der Entwicklungskosten.

[0015] Zudem erfordert die Erfindung für die zu gießende Turbinenschaufel keine zwischen den Gusskernen der Gießform angeordneten, auf das gewünschte Maß zu fertigenden Abstandshalter, welche später die zwischen den Hohlräumen vorgesehenen Verbindungs-

kanäle hinterlassen.

[0016] Beim Betrieb einer Gasturbine, welche mit einer solchen Turbinenschaufel ausgestattet ist, wird Kühlmittel eingespart, was zu einer Wirkungsgradsteigerung der Gasturbine führt.

[0017] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0018] Der durch die Drosselöffnung strömbare Anteil des Kühlmittels dient bei der Turbinenschaufel lediglich zur konvektiven Kühlung, zur Effusions- und/oder Filmkühlung der Turbinenschaufel. Der durch die Drosselöffnungen strömende Anteil des Kühlmittels wird nicht unmittelbar zur Prallkühlung eingesetzt, d.h. der Drosseleinsatz ist kein Prallkühlelement oder -blech.

[0019] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die zwei Hohlräume durch eine gemeinsame, gegossene Wand der Turbinenschaufel voneinander getrennt, in welcher Verbindungskanäle vorgesehen sind. Die Herstellung der Hohlräume, der Wand und der Verbindungskanäle erfolgt mit einer Gießform, in der zwei Gusskerne mittels Abstandshaltern verbunden sind. Die Abstandshalter werden mit vergleichsweise großen Querschnitten gefertigt, so dass bei der hergestellten Turbinenschaufel mehr Kühlmittel durch den verbliebenen Verbindungskanal durchströmen würde als mindestens benötigt. Durch das zusätzliche Einbringen eines Drosseleinsatzes in die Turbinenschaufel - in Strömungsrichtung des Kühlmittels unmittelbar vor oder hinter den Verbindungskanälen -, in dem bereits Drosselöffnungen vorgesehen sind, wird das durch den Verbindungskanal strömende Kühlmittel dosiert, weil die Drosselöffnung eine kleinere, zur Kühlmittelströmung quer stehende Durchströmfläche aufweist als der Verbindungskanal. Die Drosselöffnung und der Verbindungskanal sind folglich in Reihe geschaltet.

[0020] Der Drosseleinsatz ist im Inneren der Turbinenschaufel so angeordnet, dass er an einer gegossenen Stützrippe, welche zwei Hohlräume im Wesentlichen trennt, anliegt, oder vergleichsweise nah, vorzugsweise parallel, angeordnet ist. Um die Strömungsverluste im Kühlmittel gering zu halten, fluchtet die Drosselöffnung und der Verbindungskanal.

[0021] Insbesondere wenn die Turbinenschaufel mehrere, über die Höhe des Schaufelprofils sich erstreckende, meanderförmige (Teil-) Hohlräume zur Führung von Kühlmittel aufweisen, können Drosselöffnungen des Drosseleinsatzes als Cross-Over-Öffnungen benachbarte Hohlräume miteinander verbinden.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung erstreckt sich der Drosseleinsatz in Richtung der Schaufellängsachse annähernd über die vollständige Höhe des Schaufelprofils.

[0023] Der oder die Drosseleinsätze können Teil der Gießform sein, so dass sie beim Gießen der Turbinenschaufel mit eingegossen werden. Die Drosselöffnungen sind dann mit dem Kernmaterial aufgefüllt und werden mit Entfernen des Gusskerns geöffnet.

[0024] Anstelle einer gegossenen Trennwand zwischen zwei Hohlräumen kann der Drosseleinsatz derar-

tig in die gegossene Turbinenschaufel eingearbeitet sein, dass er die gemeinsame Wand bildet, die die Teilhöhlräume voneinander trennt. Die in dem Drosseleinsatz eingearbeiteten Drosselöffnungen arbeiten weiterhin erfindungsgemäß.

[0025] Mit der Erfindung wird vorgeschlagen, dass zur Herstellung einer gegossenen Turbinenschaufel mit einem Drosseleinsatz, der vorgefertigte, mit mindestens einer Drosselöffnung versehene Drosseleinsatz, in die Gießform eingesetzt wird und anschließend zusammen mit der Turbinenschaufel vergossen wird.

[0026] Der Drosseleinsatz ist somit ein Teil des Gusskerns, der nach dem Gießen in der Turbinenschaufel verbleibt, wogegen der restliche Gusskern aus dem Inneren herausgelöst wird.

[0027] Somit lässt sich die Turbinenschaufel besonders preisgünstig ohne Nachbearbeitung herstellen und der Drosseleinsatz wirksam und fest mit der Turbinenschaufel einbringen. Dies ist insbesondere bei Laufschaufeln von Vorteil, da diese beim Betrieb enormen Fliehkräften ausgesetzt sind.

[0028] Selbstverständlich kann auch anstelle des Vergießens des Drosseleinsatzes mit der Turbinenschaufel dieser nach dem Gießen eingefügt werden.

[0029] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert.

Es zeigen:

FIG 1 eine Gasturbine in einem Längsteilschnitt,

FIG 2 ein Schaufelprofil einer Turbinenschaufel mit einem Drosseleinsatz,

FIG 3 ein Schaufelprofil einer Turbinenschaufel mit einer Stützrippe und einem Drosseleinsatz,

FIG 4 ein Querschnitt durch ein Schaufelprofil mit einem streifenförmigen Drosseleinsatz

[0030] FIG 1 zeigt eine Gasturbine 1 in einem Längsteilschnitt. Sie weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 2 drehgelagerten Rotor 3 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Entlang des Rotors 3 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 4, ein Verdichter 5, eine torusartige Ringbrennkammer 6 mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 7, eine Turbineneinheit 8 und das Abgasgehäuse 9. Die Ringbrennkammer 6 bildet einen Verbrennungsraum 17, der mit einem ringförmigen Strömungskanal 18 kommuniziert. Dort bilden vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 10 die Turbineneinheit 8. Jede Turbinenstufe 10 und jede Verdichterstufe ist aus zwei Schaufelringen gebildet.

[0031] In der Turbineneinheit 8 in Strömungsrichtung eines Heißgases 11 gesehen, folgt im Strömungskanal 18 einer Leitschaufelreihe 13 eine aus Laufschaufeln 15 gebildete Reihe 14. Die Leitschaufeln 12 sind dabei am Stator befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 15 einer Reihe 14 mittels einer Turbinenscheibe am Rotor 3 an-

gebracht sind. Am Rotor 3 ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine angekoppelt (nicht dargestellt).

[0032] Die Turbinenschaufeln 21 weisen dabei entlang einer Schaufellängsachse 23 aufeinander folgend einen Schaufelfuß 25, ein Plattformbereich 27 und ein im Querschnitt tragflügelförmiges Schaufelprofil 29 auf.

[0033] Mindestens die Turbinenschaufeln 21 der vorderen Turbinenstufen, bezogen auf die Strömungsrichtung des Heißgases 11, werden gegossen. Sie sind dabei in ihrem Inneren zur Führung von Kühlmittel, vorzugsweise Kühlluft, hohl ausgebildet, damit sie den im vorderen Bereich der Turbineneinheit 8 auftretenden, besonders hohen Temperaturen widerstehen können.

[0034] Ein Schaufelprofil 29 einer erfindungsgemäßen Turbinenschaufel 21 ist in FIG 2 perspektivisch dargestellt. Das Schaufelprofil 29 weist eine Anströmkante 31 für das anströmende Heißgas 11 und eine Abströmkante 33 auf, an der das das Schaufelprofil 29 umströmende Heißgas 11 die Turbinenschaufel 21 verlässt.

[0035] Zwischen der Anströmkante 31 und der Abströmkante 33 erstreckt sich eine konvex gebogene Saugseitenwand 35 und eine dazu beabstandete, konkav gebogene Druckseitenwand 37.

[0036] Der Klarheit halber ist die sonst verschlossene Kopfseite 43 der Turbinenschaufel 21 offen dargestellt.

[0037] Aus Festigkeitsgründen ist zwischen der Druckseitenwand 37 und der Saugseitenwand 35 eine Stützrippe 38 vorgesehen, welche die beiden Wände miteinander verbindet und abstützt.

[0038] Zudem ist im Bereich der Abströmkante 33 ein blechförmiger Drosseleinsatz 39 über annähernd die vollständige Höhe des Schaufelprofils 29 vorgesehen, in dem mehrere Drosselöffnungen 41 in Form von Bohrungen 43 eingebracht sind. Der Drosseleinsatz 39 liegt dicht an den beiden Schaufelwänden 35, 37 an und stützt die beiden Seitenwände 35, 37 zusätzlich im Bereich der Abströmkante 33 voneinander ab.

[0039] Der Drosseleinsatz 39 kann Teil der Gießform zum Gießen der Turbinenschaufel 21 sein, welche nach dem Gießen im Guss verbleibt, oder er wurde nachträglich in den Guss eingesetzt und durch Schweißen, Löten oder ein anderes geeignetes Verfahren zwischen der Druckseitenwand 37 und der Saugseitenwand 35 dicht befestigt. Vor dem Einbau des Drosseleinsatzes 39 wurden die Drosselöffnungen 41 als Bohrungen gefertigt. Da die Bohrungen mechanisch einfach und vergleichsweise exakt in Bezug auf ein Gießverfahren gefertigt werden können, unterliegen diese nicht dermaßen starken Toleranzschwankungen wie die nach dem Gießen durch Entfernen der Abstandhalter verbleibenden Verbindungskanäle aus dem Stand der Technik.

[0040] Die Stützrippe 38 schließt mit der Druckseitenwand 37 und der Saugseitenwand 35 einen ersten Hohlraum 45 ein. Ein zweiter Hohlraum 47, welcher teilweise vom Drosseleinsatz 39 begrenzt wird, folgt stromabwärts der Heißgasströmungsrichtung.

[0041] Beide Hohlräume 45, 47 weisen jeweils einen Zuführkanal 49 zur Zuführung von Kühlmittel 51 auf.

[0042] Die erfindungsgemäße Turbinenschaufel 21 wird in einer Gasturbine 1 verwendet, um beim Betrieb dieser Maschine Kühlmittel 51, vorzugsweise Kühlluft einzusparen, da durch die Drosselöffnungen 41 lediglich der Anteil an Kühlmittel 51 ausgeblasen wird, der erforderlich ist, um die Abströmkante 33 bedarfsgerecht zu kühlen. Verglichen mit einer aus dem Stand der Technik bekannten Turbinenschaufel kann die erfindungsgemäße Turbinenschaufel 21 preiswerter hergestellt werden.

[0043] Eine weitere Ausgestaltung eines Schaufelprofils 129 mit einer Stützrippe 138 und einem Drosseleinsatz 139 ist in FIG 3 perspektivisch teilweise dargestellt.

[0044] Der im ersten Hohlraum 145 vorgesehene Drosseleinsatz 139 liegt an einer Stützrippe 138 parallel zu dieser an und weist mindestens eine Drosselöffnung 141 auf, deren Mindestquerschnitt d_2 kleiner ist als der Mindestquerschnitt d_1 eines in der Stützrippe 138 befindlichen Verbindungskanals 140.

[0045] Um Strömungsverluste im Kühlmittel 51 zu mindern, ist die dem Verbindungskanal 140 zugewandte Seite der Drosselöffnung 141 ungefähr gleich groß, d.h. sie weist im Wesentlichen den gleichen Strömungsquerschnitt d_1 wie der Verbindungskanal 140 auf. Die dem ersten Hohlraum 145 zugewandte Seite der Drosselöffnung 141 stellt den strömungsbegrenzenden Querschnitt d_2 dar.

[0046] Unabhängig davon, ob Kühlmittel 51 vom zweiten Hohlraum 147 aus den Verbindungskanal 140 und anschließend den Drosseleinsatz 139 durchströmt, um in den ersten Hohlraum 145 zu gelangen oder umgekehrt, wird der durch den Drosseleinsatz 139 geführte Anteil an Kühlmittel 51 durch die einfach, kostengünstig und vergleichsweise exakt hergestellte Drosselöffnung 141 eingestellt, so dass aufgrund der geringen Herstellungstoleranzen beim Bohren oder Fräsen keine übermäßige Kühlung der Anströmkante 31 erfolgt. Kühlmittel 51 kann dementsprechend eingespart werden, was sich bei einer mit dieser Turbinenschaufel 21 ausgestatteten Gasturbine 1 wirkungsgradsteigernd auswirkt.

[0047] Durch die düsenförmige Verjüngung 151 der Drosselöffnung 141 in Strömungsrichtung erfährt das vom zweiten Hohlraum 147 in den ersten Hohlraum 145 übergehende Kühlmittel 51 zudem eine Strömungsbeschleunigung.

[0048] FIG 4 zeigt eine weitere Variante eines Drosseleinsatzes 239, bei der dieser in einem in der Stützrippe 238 befindlichen Verbindungskanal 240 angebracht ist. Somit kann in jedem Verbindungskanal 240 jeweils ein Drosseleinsatz 239 mit einer Drosselöffnung 241 angeordnet sein. Weist der Verbindungskanal 240 die Form einer Öffnung oder einer Bohrung auf, kann der Drosseleinsatz 239 auch hülsenförmig darin eingesetzt sein.

[0049] Bei beiden erfindungsgemäßen Varianten wird das einem Hohlraum 45, 145 bedarfsgerecht zugeführte Kühlmittel 51 anschließend zur konvektiven Kühlung, zur Effusions-, und/oder Filmkühlung eingesetzt und dementsprechend abgeführt.

[0050] Mit der Erfindung wird folglich eine gegossene,

kostengünstige Turbinenschaufel mit einem verbesserten Kühlmittelverbrauch bereitgestellt, indem die den Kühlmittelfluss im Innern der Turbinenschaufel einstellenden Drosselöffnungen in einem Drosseleinsatz vorgesehen sind, welcher nicht mit der Turbinenschaufel gegossen, sondern mit beispielsweise spanend mechanisch hergestellten Drosselöffnungen vorgefertigt ist. Selbstverständlich kann der Drosseleinsatz auch durch ein Präzisionsgießverfahren hergestellt werden, um die erforderliche Genauigkeit der Drosselöffnung zu erreichen.

Patentansprüche

1. Gegossene Turbinenschaufel (21), mit einem tragflügelförmigen Schaufelprofil (29), welches von einer konkaven Druckseitenwand (37, 137) und einer konvexen Saugseitenwand (35, 135) geformt ist und welches zwischen den Seitenwänden (35, 37, 135, 137) zumindest einen Hohlraum (47, 145) zur Führung eines Kühlmittels (51) aufweist, mit einem im Hohlraum (47, 145) angeordneten und den Hohlraum (47, 145) abschließenden Drosseleinsatz (39, 139, 239), in dem mindestens eine Drosselöffnung (41, 141) vorgesehen ist, durch die mindestens ein Teilstrom des im Hohlraum (47, 145) strömbareren Kühlmittels (51) in einen weiteren Hohlraum und/oder nach außen gedrosselt überführbar ist. 5
2. Turbinenschaufel (21) nach Anspruch 1, bei der der durch die Drosselöffnung (39, 139, 239) strömbarere Anteil des Kühlmittels (51) zur konvektiven Kühlung, zur Effusions- und/oder Filmkühlung der Turbinenschaufel (21) einsetzbar ist. 10
3. Turbinenschaufel (21) nach Anspruch 1 oder 2, bei der im Wesentlichen parallel zum Drosseleinsatz (39, 139, 239) eine innere, sich von der Druckseitenwand (37, 137) zu der Saugseitenwand (35, 135) erstreckende Stützrippe (38, 138, 238) mit zumindest einem Verbindungskanal (140, 240) vorgesehen ist, bei der der Verbindungskanal (140, 240) mit der Drosselöffnung (141, 241) annähernd fluchtet und der Strömungsquerschnitt (d_1) des Verbindungskanals (140) größer ist als der Strömungsquerschnitt (d_2) der Drosselöffnung. 15
4. Turbinenschaufel (21) nach Anspruch 1, 2 oder 3, deren Drosseleinsatz (39, 139, 239) sich in Richtung einer Schaufellängsachse (23) annähernd über die vollständige Höhe des Schaufelprofils (29) erstreckt. 20
5. Turbinenschaufel (21) nach einem der vorangehenden Ansprüche, 25

deren Drosseleinsatz (39, 139, 239) den Hohlraum in zwei Teilhöhlräume aufteilt, welche über mehrere, im Drosseleinsatz (39, 139, 239) vorgesehene Drosselöffnungen (41, 141, 241) miteinander verbunden sind. 5

6. Turbinenschaufel (21) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Drosselöffnung (141) des Drosseleinsatzes (139) düsenförmig ausgebildet ist. 10
7. Verwendung einer Turbinenschaufel (21) nach einem der vorangehenden Ansprüche, in einer axial durchströmbareren, stationären Gasturbine (1). 15
8. Verfahren zur Herstellung einer gegossenen Turbinenschaufel (21) nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einem Drosseleinsatz (39, 139, 239), bei dem der vorgefertigte, mit zumindest einer Drosselöffnung (41, 141, 241) versehene Drosseleinsatz (39, 139, 239) in die Gießform eingesetzt wird und zusammen mit der Turbinenschaufel (21) vergossen wird. 20

FIG 2

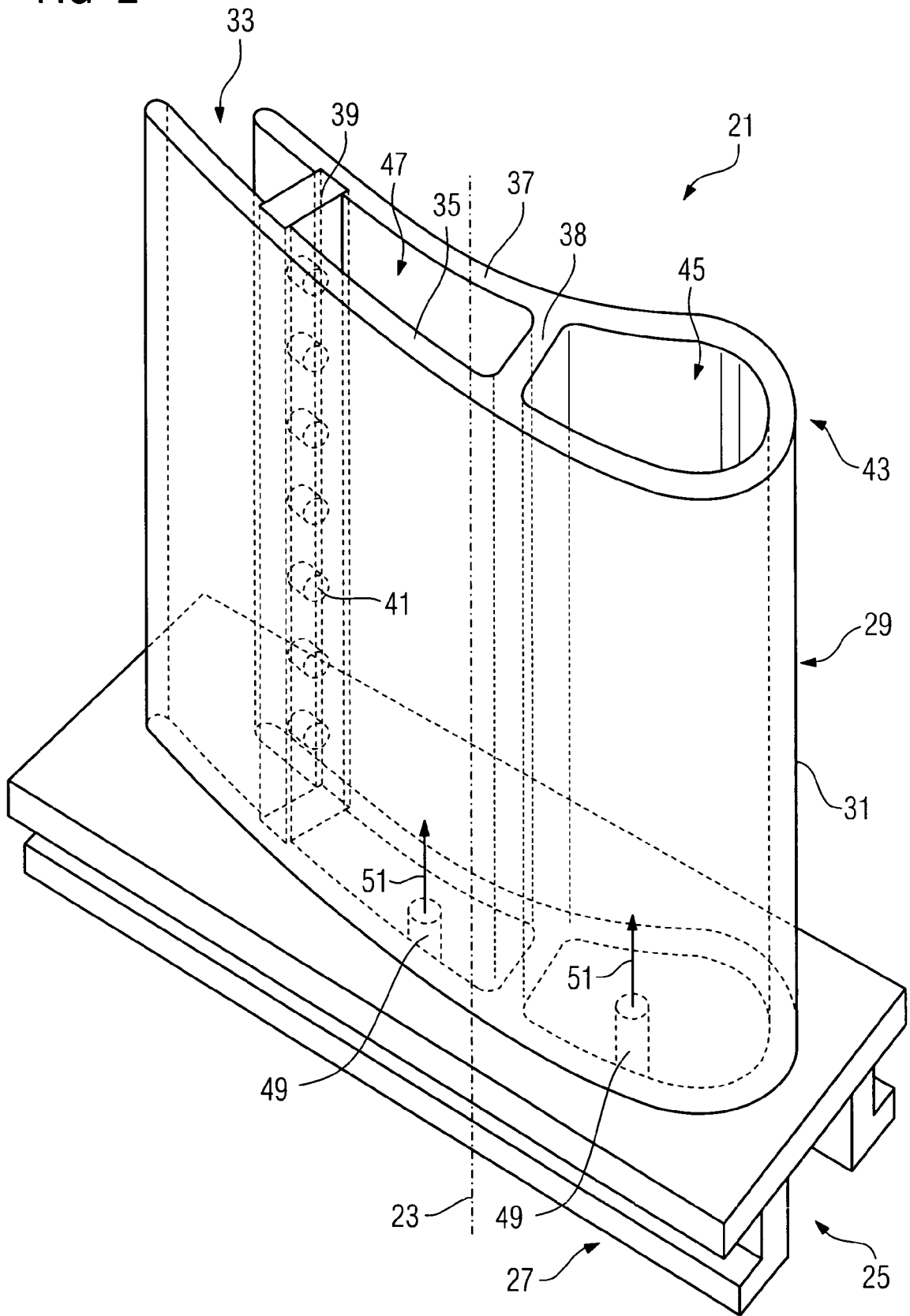


FIG 3

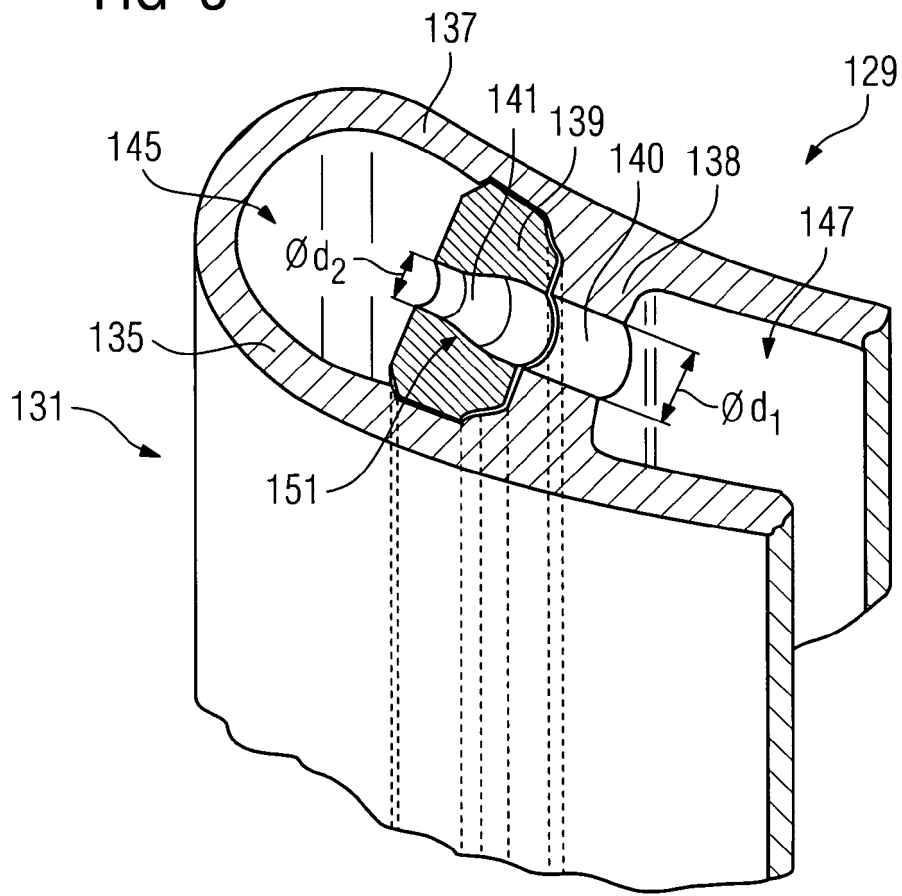
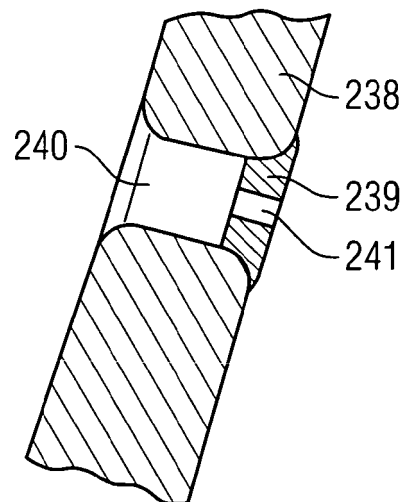


FIG 4





| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|---|--|---|-------------------------------------|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X | US 5 511 937 A (PAPAGEORGIU ET AL) 30. April 1996 (1996-04-30) * Spalte 4, Zeile 46 - Spalte 5, Zeile 13 * * Spalte 5, Zeile 42 - Spalte 5, Zeile 57; Abbildungen 2,4,5 * ----- | 1,2,4,5, 7 | F01D5/18 |
| X | DE 199 61 565 A1 (ABB ALSTOM POWER AG, BADEN) 21. Juni 2001 (2001-06-21) * Spalte 2, Zeile 32 - Spalte 3, Zeile 8 * * Spalte 3, Zeile 52 - Spalte 3, Zeile 56 * * Spalte 5, Zeile 20 - Spalte 8, Zeile 7; Abbildungen 1-9 * ----- | 1,2,4,7, 8 | |
| X | US 4 437 810 A (PEARCE ET AL) 20. März 1984 (1984-03-20) * Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 3, Zeile 22; Abbildungen 3,4 * ----- | 1,2,4,5, 7 | |
| | | | RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC) |
| | | | F01D |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| Recherchenort München | | Abschlußdatum der Recherche 2. Februar 2006 | 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 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 | |

2

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 05 00 9054

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

02-02-2006

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------|
| US 5511937 | A | 30-04-1996 | WO | 9610684 A1 | 11-04-1996 |
| ----- | | | | | |
| DE 19961565 | A1 | 21-06-2001 | KEINE | | |
| ----- | | | | | |
| US 4437810 | A | 20-03-1984 | GB | 2097479 A | 03-11-1982 |
| ----- | | | | | |

EPC FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5243759 A [0002] [0007]