



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.06.2010 Patentblatt 2010/24

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

(21) Anmeldenummer: **08021447.1**

(22) Anmeldetag: **10.12.2008**

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

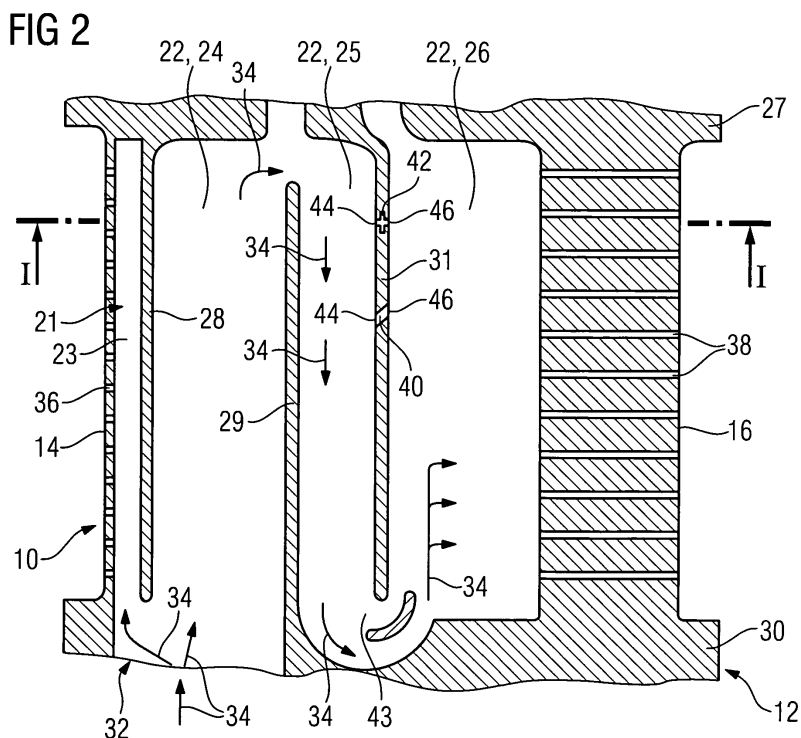
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Ahmad, Fathi**
41564 Kaarst (DE)
• **Esser, Winfried, Dr.**
44805 Bochum (DE)
• **Lerner, Christian**
45701 Herten (DE)
• **Schiefer, Christoph**
45478 Mülheim a.d. Ruhr (DE)

(54) **Turbinenschaufel mit in einer Trennwand angeordnetem Durchlass und entsprechender Gusskern**

(57) Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel 12 mit einem aerodynamisch gekrümmten Schaufelblatt 10, in dem mindestens zwei von einem Kühlmittel 34 durchströmbare Bereiche 23 - 26 zumindest eines Hohlraums 21, 22 lokal über eine rippenförmige Trennwand 31 voneinander getrennt sind, abgesehen von einem lokal angeordneten Durchlass 40 oder Durchlass 42. Aufgrund des Vorhandenseins von mindestens einem Durchlass 40, 42 in der Trennwand 28 - 31 sind die beiden Bereiche

23 - 26 lediglich größtenteils voneinander getrennt. Um eine Durchströmung des Durchlasses 40, 42 so gering wie möglich zu halten und eine somit besonders effiziente Nutzung von Kühlmittel 34 in der Turbinenschaufel 12 zu erreichen, wird vorgeschlagen, dass der Durchlass 40, 42 eine Längsschnittkontur oder Orientierung aufweist, welche das Durch- oder Einströmen des Durchlasses 40, 42 mit Kühlmittel 34 erschwert, verglichen mit einem sich senkrecht durch die rippenförmige Trennwand 31 erstreckenden geradlinigen Durchlass.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel mit einem aerodynamisch gekrümmten Schaufelblatt, in dem zumindest zwei von Kühlmittel durchströmbare Bereiche zumindest eines Hohlraums über eine Trennwand größtenteils voneinander getrennt sind, derart, dass in der Trennwand zumindest ein die Bereiche strömungstechnisch verbindender Durchlass in Form einer Querverbindung vorgesehen ist. Des Weiteren betrifft die Erfindung einen Gusskern zur Verwendung in einer Gießvorrichtung zum Herstellen einer gegossenen Turbinenschaufel gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, mittels dem nach dessen Entfernung aus der gegossenen Turbinenschaufel zumindest ein von einem Kühlmittel durchströmbarer Hohlraum in der Turbinenschaufel verbleibt.

[0002] Eine eingangs genannte Turbinenschaufel und ein Gusskern zum Herstellen einer solchen Turbinenschaufel ist beispielsweise aus der WO 2003/042503 A1 bekannt. Die darin gezeigte Turbinenschaufel weist vier getrennte Kühlsysteme zur Kühlung des Schaufelblattes auf. Die Kühlsysteme werden von Hohlräumen gebildet, die im Inneren des Schaufelblattes vorgesehen sind. Dabei sind die Hohlräume der im Gießverfahren hergestellten Turbinenschaufel unter Verwendung von vier verlorene Gusskernen hergestellt. Der in der WO 2003/042503 A1 mit dem Bezugszeichen 58 bezeichnete Gusskern ist dabei mäanderförmig mit insgesamt zwei Umlenkbereichen ausgebildet, so dass der durch ihn verbleibende, druckseitig angeordnete Kühlkanal der Turbinenschaufel insgesamt drei im Wesentlichen parallele, zueinander beabstandete Kühlkanalabschnitte aufweist. Der von einem Kühlfluid als letztes durchströmbare, dritte Abschnitt des betreffenden Kühlkanals dient zur Kühlung der Anströmkante und endet dabei schaufelspitzseitig. Im Bereich der Schaufelspitze weist der zur Herstellung des Kühlkanals benötigte Gusskern eine stiftförmige Brücke zwischen erstem und zweitem Kühlkanalabschnitt auf, um eine ausreichende Stabilität des Gusskerns zu gewährleisten. Durch die Verwendung der stiftartigen Brücke zwischen den beiden Kühlkanalabschnitten entsteht in der mit diesem Gusskern hergestellten Turbinenschaufel eine Querverbindung zwischen dem zweiten Bereich und dem dritten Bereich des Kühlkanals, durch den eine prinzipiell ungewünschte Kühlluftströmung auftritt.

[0003] Diese Querverbindung ist dabei auch als so genanntes "Cross-Over-Hole" bekannt.

[0004] Prinzipiell sind dabei die Gusskerne aus einem keramischen Material gefertigt, wobei die stiftartige Brücke zumeist als ein Pin aus Quarz ausgebildet ist, die an den jeweiligen Abschnitten des Gusskerns oder benachbarter Gusskerne befestigt ist. Die Pins dienen hauptsächlich zur Stabilisierung des Gusskerns für den Herstellungsprozess und zur exakten Lagerung des Gusskerns in der Gießvorrichtung während des Einfüllvorgangs.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer Turbinenschaufel und die Bereitstellung eines Gusskerns zum Herstellen der eingangs genannten Turbinenschaufel, bei der die Menge an die Querverbindung durchströmender Kühlluft minimiert ist unter Bereitstellung eines weiterhin exakt positionierbaren und stabilen Gusskerns.

[0006] Die auf die Turbinenschaufel gerichtete Aufgabe wird mit einer Turbinenschaufel gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die auf den Gusskern gerichtete Aufgabe wird gelöst durch ein Gusskern gemäß den Merkmalen des Anspruchs 8.

[0007] Die Erfindung schlägt vor, dass der Durchlass eine Längsschnittkontur oder Orientierung aufweist, welche dessen Durchströmung mit Kühlmittel bzw. das Einströmen von Kühlmittel erschwert, verglichen mit einem sich senkrecht durch die Trennwand erstreckenden geradlinigen Durchlass. Daraus ergibt sich für einen Gusskern, dass dessen Stützelement, welches in der Turbinenschaufel den Durchlass hinterlässt, so ausgebildet ist, dass dieser den erfindungsgemäßen Durchlass formt.

[0008] Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, dass eine geringere Menge an Kühlmittel durch den Durchlass strömt, wenn dieser eine Längsschnittkontur oder eine Orientierung aufweist, die das Durchströmen des Durchlasses oder das Einströmen erschwert. Hierdurch wird erreicht, dass das Kühlmittel bestimmungsgemäß in diejenigen Bereiche eines Hohlraums der Turbinenschaufel strömt, die von diesem gekühlt werden müssen. Insofern wird verhindert, dass das Kühlmittel über den in der Trennwand vorhandenen Durchlass seinen Strömungsweg verkürzt.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0010] Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung weist in einem der beiden Bereiche das Kühlmittel eine Strömungsrichtung auf und der Durchlass - bezogen auf den betreffenden Bereich und auf das Kühlmittel - einen diesseitigen Einlass und einen jenseitigen Auslass auf, wobei - bezogen auf die Strömungsrichtung des Kühlmittels im betreffenden Bereich - in der Trennwand der Einlass stromab des Auslasses angeordnet ist. Diese Ausgestaltung ist insbesondere bei sequentiell von ein und demselben Kühlmittel durchströmbar Bereichen von Vorteil, die zumeist in entgegengesetzter Richtung von Kühlmittel durchströmbar sind. Da in der Trennwand der Einlass stromab des Auslasses vorgesehen ist und der Druck im Kühlmittel mit zunehmender Kanallänge stetig abnimmt, ist die Druckdifferenz zwischen dem Einlass und dem Auslass kleiner als bei einem Durchlass, der sich senkrecht durch die Trennwand erstreckt. Aufgrund des geringeren Druckgefälles wird eine geringere Menge an Kühlluft durch einen derartigen Durchlass strömen. Zudem kann der Durchlass eine Orientierung aufweisen, die der Kühlmittel-Strömungsrichtung im einlassseitigen Bereich teilweise entgegengesetzt ist. Insofern ist zum Einströmen von Kühlmittel eine Strömungs-

richtungsumlenkung von mehr als 90° erforderlich, was das Einströmen von Kühlmittel erschwert. Auch dies verringert den Durchsatz an Kühlmittel durch den Durchlass, was zu einer Erhöhung der Kühlmittelmenge führt, die bestimmungsgemäß durch die einzelnen betreffenden Bereiche des Hohlraums strömt.

[0011] Ergänzend oder alternativ zur vorgenannten vorteilhaften Ausgestaltung kann gemäß einer Weiterbildung der Durchlass entlang seiner Erstreckung unterschiedlich große Querschnitte aufweisen. Es ist dabei von besonderem Vorteil, wenn zumindest ein Übergang zwischen zwei unterschiedlich großen Querschnitten stufig ausgebildet ist. Die sprunghafte Änderung des Querschnittes entlang der Erstreckung des Durchlasses gemäß einer un stetigen Rohrverengung oder Rohrerweiterung führt zu einem Stoßverlust in der Kühlmittelströmung in Folge der Geschwindigkeitsabnahme respektive Geschwindigkeitszunahme.

Der Stoßverlust führt zu einem erhöhten Widerstandsbeiwert für die Strömung im Durchlass, was wiederum das Durchströmen des Durchlasses erschwert. Auch hierdurch kann die Menge an den Durchlass durchströmendem Kühlmittel vermindert werden, was zu einer Erhöhung der Kühlmittelmenge führt, die die Bereiche durchströmt.

[0012] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist in einem der Bereiche das Kühlmittel eine Strömungsrichtung auf und der Durchlass - bezogen auf den betreffenden Bereich und auf das Kühlmittel - einen diesseitigen Einlass und einen jenseitigen Auslass auf, wobei der Durchlass mittig zwischen Einlass und Auslass einen Querschnitt aufweist, der wesentlich größer oder kleiner ist als der Querschnitt des Einlasses und/oder des Auslasses.

[0013] Hierdurch wird eine stufenartige Querschnittserweiterung mit anschließender Querschnittsverjüngung erreicht, wobei in dem Bereich des größeren Querschnittes störende Verwirbelungen entstehen, die wiederum ihrerseits den Strömungswiderstand für das Kühlmittel erhöhen und die Durchströmung des Durchlasses weiter erschweren.

[0014] Es ist dabei unerheblich, ob die beiden Bereiche Teil eines Hohlraums sind oder von zwei unterschiedlichen Hohlräumen gebildet werden oder ob die beiden Bereiche sequentiell oder parallel von Kühlmittel durchströmbar sind. Vorzugsweise sind die Bereiche doch derart mit einer Kühlmittelzuführung verbunden, dass das in ihnen strömbare Kühlmittel in entgegengesetzter Richtung strömt. Dies ist beispielsweise gegeben, wenn die Bereiche sequentiell von Kühlmittel durchströmbar sind und der Hohlraum insgesamt mäanderförmig ausgebildet ist, wobei die Bereiche über einen Umlenkbereich miteinander verbunden sind.

[0015] Zweckmäßigerweise kann die Turbinenschaufel sowohl als Leitschaufel als auch als Laufschaufel ausgebildet sein. Prinzipiell gilt, dass sowohl die Bereiche als auch die Hohlräume Teil eines Kühlsystems sind, die in der Turbinenschaufel angeordnet sind.

[0016] Es sei bemerkt, dass die für die Erfindung betreffenden Durchlässe nicht zur Verwendung einer Prallkühlung dienen und demnach nicht als Prallkühlöffnungen ausgebildet sind. Die die Erfindung betreffenden Durchlässe sind allein der Tatsache geschuldet, dass zu einer sicheren und zuverlässigen Positionierung des Gusskerns und Teile dessen Stützelemente erforderlich sind, die benachbarte Abschnitte des Gusskerns oder auch benachbarter Gusskerne miteinander abstützen. Insofern betrifft die Erfindung auch einen Gusskern zur Verwendung in einer Gießvorrichtung, mittels dem eine gegossene Turbinenschaufel gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 herstellbar ist, wobei nach dem Entfernen des Gusskerns aus der gegossenen Turbinenschaufel ein von einem Kühlmittel durchströmbarer Hohlraum in der Turbinenschaufel verbleibt. Der Gusskern umfasst zumindest zwei Abschnitte, die über einen Freiraum hauptsächlich voneinander getrennt sind, und zumindest ein im Bereich des Freiraums angeordnetes, die Abschnitte miteinander verbindendes Stützelement. Der Gusskern ist geeignet, um nach dessen Entfernung aus einer gegossenen Turbinenschaufel die beiden von den Abschnitten hinterlassenen hohlen Bereiche der Turbinenschaufel mittels eines vom Stützelement in einer Trennwand hinterlassenen Durchlasses zu verbinden, wobei das Stützelement des Gusskerns derartig ausgebildet ist, dass dieser in der Turbinenschaufel einen Durchlass mit einer Längsschnittkontur oder Orientierung hinterlässt, welche das Durchströmen des Durchlasses oder das Einströmen von Kühlmittel erschwert, verglichen mit einem sich senkrecht durch die Trennwand der Turbinenschaufel erstreckenden geradlinigen Durchlass.

[0017] Durch die Verwendung eines erfindungsgemäßen Stützelements anstelle eines aus dem Stand der Technik bekannten Quarz-Pins wird die mechanische Integrität nicht verändert. Jedoch kann in einer damit hergestellten Turbinenschaufel weiter Kühlmittel eingespart werden.

[0018] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden in der nachfolgenden Figurenbeschreibung angegeben.

[0019] Es zeigen:

FIG 1 den Querschnitt durch ein Schaufelblatt einer erfindungsgemäßen Turbinenschaufel,

FIG 2 den Längsschnitt durch eine Turbinenschaufel gemäß FIG 1 und

FIG 3 einen Gusskern in einer Seitenansicht zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Turbinenschaufel gemäß FIG 1 und 2.

[0020] FIG 1 zeigt den Querschnitt durch ein Schaufelblatt 10 einer Turbinenschaufel 12. Das Schaufelblatt 10 ist in bekannter Art und Weise aerodynamisch gekrümmt und weist demnach eine von einem Arbeitsme-

dium anströmbare Vorderkante 14 auf. Das das Schaufelblatt 10 umströmende Arbeitsmedium verlässt die Turbinenschaufel 12 an der Hinterkante 16. Zwischen Vorderkante 14 und Hinterkante 16 erstrecken sich eine saugseitige Schaufelblattwand 18 sowie eine druckseitige Schaufelblattwand 20. Das Schaufelblatt 10 ist im Inneren hohl ausgebildet und weist exemplarisch zwei Hohlräume 21, 22 auf, die in Bereiche 23, 24, 25, 26 logisch unterteilbar sind. Der vorderkantenseitige Bereich 23 ist gegenüber dem dazu benachbarten Bereich 24 durch eine erste Trennwand 28 getrennt, wobei die Trennwand 28 sich von der saugseitigen Schaufelblattwand 18 zur druckseitigen Schaufelblattwand 20 erstreckt. In Strömungsrichtung des das Schaufelblatt 10 umströmenden Arbeitsmediums folgt im Inneren der Turbinenschaufel 12 dem Bereich 24 der Bereich 25, dem sogleich der Bereich 26 folgt.

[0021] Der Längsschnitt durch die Turbinenschaufel 12 zeigt FIG 2. Die Turbinenschaufel 12 gemäß FIG 2 ist als Leitschaufel für eine axial durchströmbare Gasturbine ausgebildet. Die Turbinenschaufel 12 ist zudem sowohl mit einer äußeren Plattform 27 als auch einer inneren Plattform 30 ausgestattet, deren jeweilige, dem Schaufelblatt 10 zugewandte Wandfläche jeweils Teile der radial äußeren und radial inneren Begrenzungsfläche des im Querschnitt ringförmigen Strömungskanals des Arbeitsmediums formt.

[0022] Die Turbinenschaufel 12 weist beispielhaft eine an der inneren Plattform 30 vorhandene Zufuhröffnung 32 für ein Kühlmittel 34, vorzugsweise Kühlluft auf. Die Hohlräume 21, 22 stehen mit der Zufuhröffnung 32 in Strömungsverbindung, so dass das durch die Zufuhröffnung 32 einströmende Kühlmittel 34 sowohl in den Hohlraum 21 als auch in den Hohlraum 22 eintreten kann. Das in den Hohlraum 21 eintretende Kühlmittel 34 kann durch in der Vorderkante 14 angeordnete Öffnungen 36 austreten und sich mit dem das Schaufelblatt 10 umströmenden Arbeitsmedium vermischen. Die Öffnungen 36 sind dabei rasterförmig, bekannt als Shower-Head, angeordnet. Das in den Bereich 24 des Hohlraums 22 eintretende Kühlmittel 34 strömt bis zum radial äußeren Ende der Turbinenschaufel 12, wo es größtenteils durch die äußere Plattform 27 in seiner Richtung um 180° umgelenkt wird. Anschließend durchströmt das Kühlmittel 34 den Bereich 25 und nach einer weiteren Umlenkung den Bereich 26. Von dort aus kann das Kühlmittel über in der Hinterkante 16 angeordnete Öffnungen 38 aus der Turbinenschaufel 12 austreten. Die Bereiche 24, 25 werden von einer sich von der saugseitigen Schaufelblattwand 18 zur druckseitigen Schaufelblattwand 20 erstreckenden Trennwand 29 getrennt. Die Bereiche 25, 26 werden durch eine vergleichbare Trennwand 31 voneinander getrennt.

[0023] In der Trennwand 31 sind zwei Durchlässe 40, 42 beispielhaft angeordnet, welche von Kühlmittel durchströmbar sind. Durch diese Durchlässe 40, 42 kann das im Bereich 25 strömende Kühlmittel 34 teilweise in den Bereich 26 übertreten, ohne dass dieser Kühlmittelanteil

in den plattformseitigen Umlenkbereich 43 des Hohlraums 22 gelangen muss, welcher strömungstechnisch zwischen den beiden Bereichen 25, 26 vorgesehen ist. Durch das Vorhandensein der Durchlässe 40, 42 sind die beiden Bereiche 25, 26 lokal (im Bereich des Durchlasses) nicht mehr vollständig voneinander getrennt, sondern nur noch größtenteils.

[0024] Beide Durchlässe 40, 42 weisen jeweils einen Einlass 44 und einen Auslass 46 für das Kühlmittel 34 auf.

[0025] Die Orientierung des Durchlasses 40 ist dabei so gewählt, dass das den Bereich 25 durchströmende Kühlmittel 34 zum Einströmen in den Durchlass 40 um mehr als 90° von seiner bisherigen Strömungsrichtung umgelenkt werden muss, was das Einströmen von Kühlmittel 34 in den Durchlass 40 erschwert. Hierdurch kann die Menge von an den Durchlass 40 durchströmenden Kühlmittel 34 verringert werden. In der Trennwand 31 ist dabei der Einlass 44, bezogen auf die Strömungsrichtung des Kühlmittels 34 in demjenigen Bereich 25, in dem der Einlass 44 angeordnet ist, stromab des Auslasses 46 angeordnet.

[0026] Auch die Längsschnittkontur des Durchlasses 42 dient zu gleichem Zweck. Um dies zu erreichen, ist die Querschnittsfläche des Einlasses 44 und des Auslass 46 kleiner als diejenige Querschnittsfläche, welche der Durchlass 42 mittig zwischen Einlass 44 und Auslass 46 aufweist. Der Übergang zwischen den unterschiedlich großen Querschnitten des Durchlasses 42 erfolgt stufig, so dass insbesondere dadurch ein Druckverlust und Zirkulationen erzeugt werden können, die das Durchströmen des Durchlasses 42 mit Kühlmittel 34 weiter erschweren. Alternativ könnte auch eine diffusorförmige Kontur (Kegelform) gewählt sein.

[0027] Die Lage des erfindungsgemäßen Durchlasses in der Turbinenschaufel 12 ist nicht auf das Ausführungsbeispiel beschränkt. Beispielsweise könnte in der Trennwand 28 fußseitig (radial außen) und/oder in der Trennwand 29 kopfseitig (radial innen) jeweils ein weiterer Durchlass vorgesehen sein.

[0028] Ein zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Turbinenschaufel 12 benötigter Gusskern 50 zeigt FIG 3 in einer Seitenansicht. Der Gusskern 50 wird üblicherweise in einer Gießvorrichtung verwendet, die zum Herstellen einer gegossenen Turbinenschaufel erforderlich ist. Der Gusskern 50 nimmt dabei in der Gießvorrichtung denjenigen Raum ein, der in der gegossenen Turbinenschaufel 12 nach deren Fertigstellung frei von Gussmaterial ist und demnach den Hohlraum 21, 22 der Turbinenschaufel 12 darstellt. Der zur Herstellung der in FIG 1 und 2 gezeigten Turbinenschaufel 12 benötigte Gusskern 50 umfasst somit mehrere Abschnitte 52, 54, 56 und 58. Jeder Abschnitt 52, 54, 56 und 58 ist von stiftförmiger, länglicher Gestalt, welche jeweils an einem Ende mit einem benachbarten Abschnitt verbunden sind. Im Detail sind die Abschnitte 52, 54 im Bereich A miteinander verbunden. Die Abschnitte 54, 56 sind im Bereich B und die Abschnitte 56, 58 sind im Bereich C miteinander verbunden. Die Bereiche B, C hinterlassen in der

gegossenen Turbinenschaufel 12 die Umlenkbereiche 43. Aufgrund der stiftförmigen Gestalt der Abschnitte 52, 54, 56, 58 und der jeweils nur einseitig, endseitig vorgesehenen Verbindung zu benachbarten Abschnitten über die Bereiche B, C ist der aus dem Stand der Technik bekannte Gusskern nur vergleichsweise schlecht handhabbar, so dass dieser während seiner Befestigung in der Gießvorrichtung zum Bruch neigt.

[0029] Um die Neigung des Gusskerns 50 zum Bruch zu verringern, sind zwischen zwei unmittelbar benachbarten Abschnitten 56, 58 so genannte Stützelemente 60, 62 vorgesehen, welche die beiden betreffenden Abschnitte 56, 58 miteinander verbinden und somit die Steifigkeit des Gusskerns 50 insgesamt erhöht. Die Stützelemente 60, 62, welche auch als Stifte oder Quarz-Pins bezeichnet werden, weisen erfindungsgemäß eine Längsschnittkontur oder eine Orientierung auf, welche das Durchströmen des durch sie in der gegossenen Turbinenschaufel 12 erzeugten Durchlasses 40, 42 erschwert, verglichen mit einer sich senkrecht durch die Trennwand der Turbinenschaufel 12 erstreckenden geradlinigen, d. h. zylindrischen Durchlass mit konstantem Durchmesser.

[0030] Eines der beiden Stützelemente 60 erstreckt sich nicht senkrecht zur Längserstreckung der Abschnitte 56, 58. Das andere Stützelement 62 erstreckt sich zwar senkrecht zur Oberfläche des Abschnittes 56, 58, jedoch ist dieses nicht zylindrisch mit einem konstanten Durchmesser ausgebildet. Es weist zwei unterschiedlich große Durchmesser auf, wobei der mittig zwischen dem Abschnitt 56 und dem Abschnitt 58 vorgesehene Durchmesser wesentlich größer ist als der unmittelbar an den Abschnitten 56, 58 angrenzende Durchmesser. Die Stützelemente 60, 62, die gleichfalls wie der Gusskern 50 nach dem Gießen der Turbinenschaufel 12 aus dessen Inneren entfernt werden, führen zu in der Trennwand 31 angeordneten Durchlässen 40, 42 (FIG 2).

[0031] Insgesamt betrifft die Erfindung somit eine Turbinenschaufel 12 mit einem aerodynamisch gekrümmten Schaufelblatt 10, in dem mindestens zwei von einem Kühlmittel 34 durchströmbare Bereiche 23 - 26 zumindest eines Hohlraums 21, 22 lokal über eine rippenförmige Trennwand 31 voneinander getrennt sind, abgesehen von einem lokal angeordneten Durchlass 40 oder Durchlass 42. Aufgrund des Vorhandenseins von mindestens einem Durchlass 40, 42 in der Trennwand 28 - 31 sind die beiden Bereiche 23 - 26 lediglich größtenteils voneinander getrennt. Um eine Durchströmung des Durchlasses 40, 42 so gering wie möglich zu halten und eine somit besonders effiziente Nutzung von Kühlmittel 34 in der Turbinenschaufel 12 zu erreichen, wird vorgeschlagen, dass der Durchlass 40, 42 eine Längsschnittkontur oder Orientierung aufweist, welche das Durch- oder Einströmen des Durchlasses 40, 42 mit Kühlmittel 34 erschwert, verglichen mit einem sich senkrecht durch die rippenförmige Trennwand 31 erstreckenden geradlinigen Durchlass.

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (12) mit einem Schaufelblatt (10), in dem zumindest zwei von Kühlmittel (34) durchströmbare Bereiche (23, 24, 25, 26) zumindest eines Hohlraums (21, 22) über eine Trennwand (28, 29, 31) voneinander getrennt sind, derart, dass in der Trennwand (28, 29, 31) zumindest ein die Bereiche strömungstechnisch verbindender Durchlass (40, 42) vorgesehen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass der Durchlass (40, 42) eine Längsschnittkontur oder Orientierung aufweist, welche das Durchströmen des Durchlasses (40, 42) mit Kühlmittel (34) oder das Einströmen von Kühlluft erschwert, verglichen mit einem sich senkrecht durch die Trennwand (28, 29, 31) erstreckenden geradlinigen Durchlass.
2. Turbinenschaufel (12) nach Anspruch 1, bei der in einem der beiden Bereiche (25) das Kühlmittel (34) eine Strömungsrichtung aufweist und der Durchlass (40)
 - bezogen auf den betreffenden Bereich (25) und auf das Kühlmittel(34) - einen diesseitigen Einlass (44) und einen jenseitigen Auslass (46) aufweist, wobei - bezogen auf die Strömungsrichtung des Kühlmittels (34) im betreffenden Bereich (25) - in der Trennwand (28, 29, 31) der Einlass (44) stromab des Auslasses (46) angeordnet ist.
3. Turbinenschaufel (12) nach Anspruch 1 oder 2, bei der der Durchlass (42) entlang seiner Längserstreckung unterschiedlich große Querschnitte aufweist.
4. Turbinenschaufel (12) nach Anspruch 3, bei der zumindest ein Übergang zwischen zwei unterschiedlich großen Querschnitten stufig ist.
5. Turbinenschaufel (12) nach Anspruch 3 oder 4, bei der in einem der beiden Bereiche (25) das Kühlmittel (34) eine Strömungsrichtung aufweist und der Durchlass (42)
 - bezogen auf den betreffenden Bereich (25) und auf das Kühlmittel (34) - einen diesseitigen Einlass (44) und einen jenseitigen Auslass (46) aufweist, wobei der Durchlass (40) mittig zwischen Einlass (44) und Auslass (46) einen Querschnitt aufweist, der größer oder kleiner ist als der Querschnitt des Einlasses (44) und/oder des Auslasses (46).
6. Turbinenschaufel (12) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

bei der die Turbinenschaufel zwei Hohlräume (21, 22) aufweist und die beiden Hohlräume und/oder die beiden Bereiche (23, 24, 25, 26) sequentiell oder parallel von Kühlmittel (34) durchströmbar sind.

5

7. Turbinenschaufel (12) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
bei der die Bereiche (23, 24, 25, 26) derart mit einer Kühlmittelzuführung verbunden sind, dass das in ihnen strömbare Kühlmittel (34) in entgegengesetzter Richtung strömt. 10
8. Gusskern (50) zur Verwendung in einer Gießvorrichtung zum Herstellen einer gegossenen Turbinenschaufel (12) gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, mittels dem nach dessen Entfernung aus der gegossenen Turbinenschaufel (12) zumindest ein von einem Kühlmittel (34) durchströmbarer Hohlraum (20, 21) in der Turbinenschaufel (12) verbleibt, der zumindest zwei Abschnitte (52, 54, 56, 58), die über einen Freiraum hauptsächlich voneinander getrennt sind, und zumindest ein im Bereich des Freiraums angeordnetes, die Abschnitte (52, 54, 56, 58) miteinander verbindendes Stützelement (60, 62) umfasst und der geeignet ist, um nach dessen Entfernung aus einer gegossenen Turbinenschaufel (12) die beiden von den Abschnitten (52, 54, 56, 58) hinterlassenen hohlen Bereiche (23, 24, 25, 26) der Turbinenschaufel (12) mittels eines vom Stützelement (60, 62) in einer Trennwand hinterlassenen Durchlasses (40, 42) zu verbinden, 15
dadurch gekennzeichnet,
dass das Stützelement (60, 62) derartig ausgebildet ist, dass dieser in der Turbinenschaufel (12) einen Durchlass (40, 42) mit einer Längsschnittkontur oder Orientierung hinterlässt, welche das Durchströmen des Durchlasses (42) bzw. das Einströmen von Kühlmittel in den Durchlass (40) erschwert, verglichen mit einem sich senkrecht durch die Trennwand der Turbinenschaufel (12) erstreckenden geradlinigen Durchlass. 20
25
30
35
40
9. Gusskern (50) nach Anspruch 8,
mit welchem eine gegossene Turbinenschaufel (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 herstellbar ist. 45

50

55

FIG 1

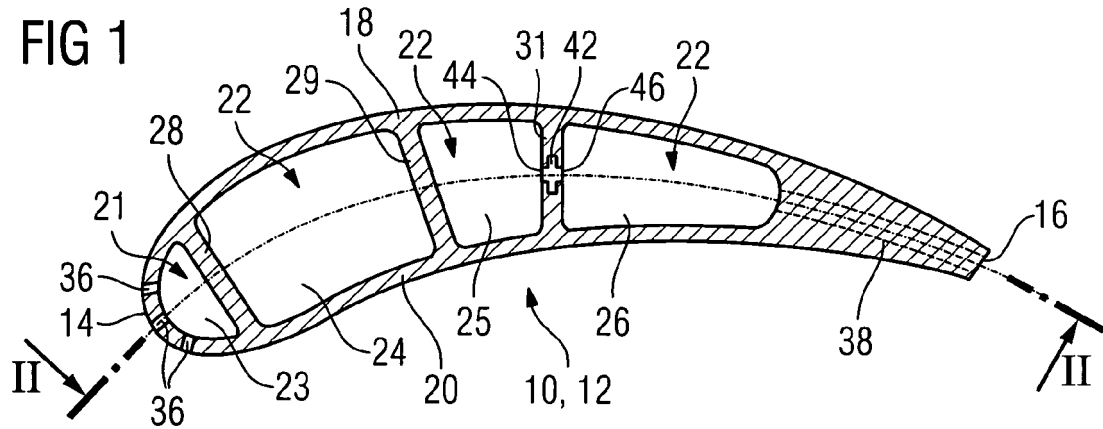


FIG 2

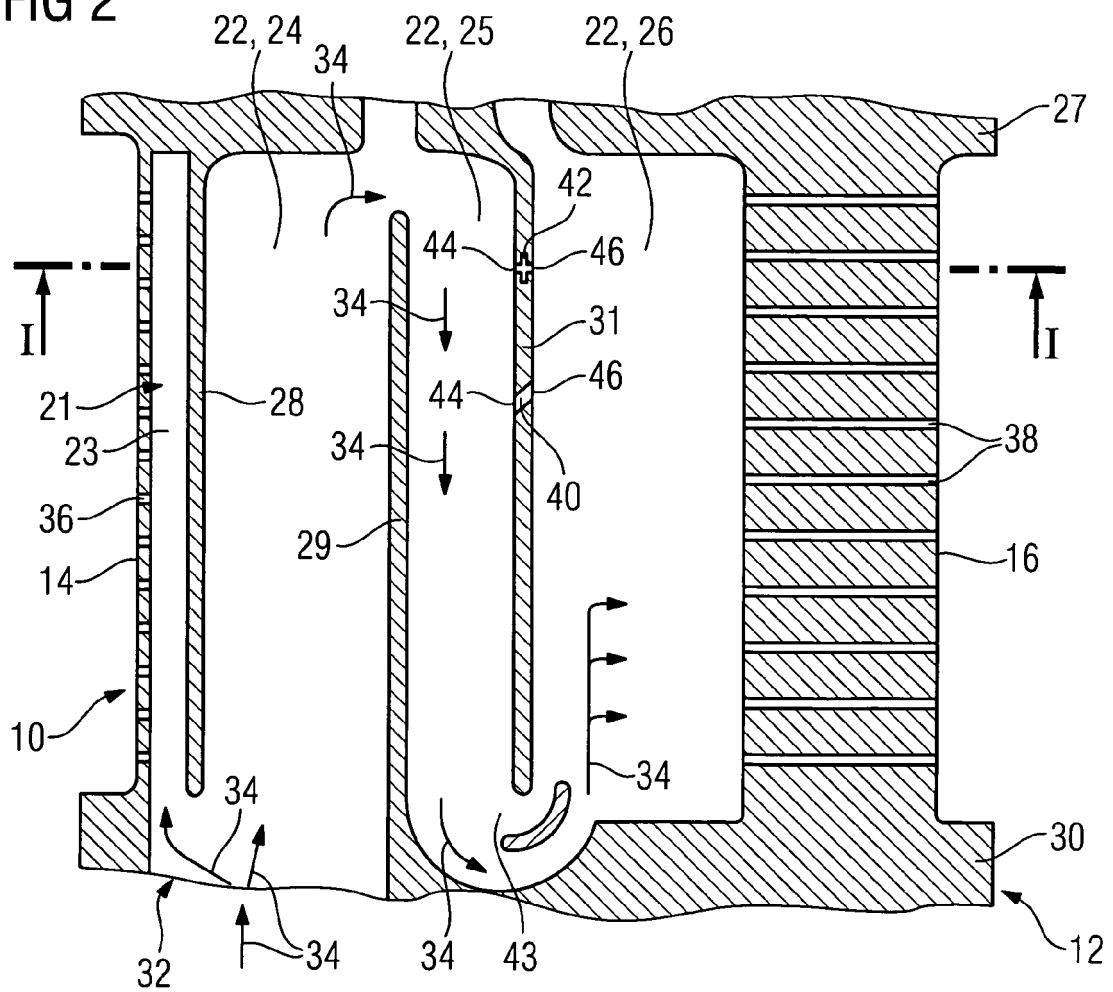
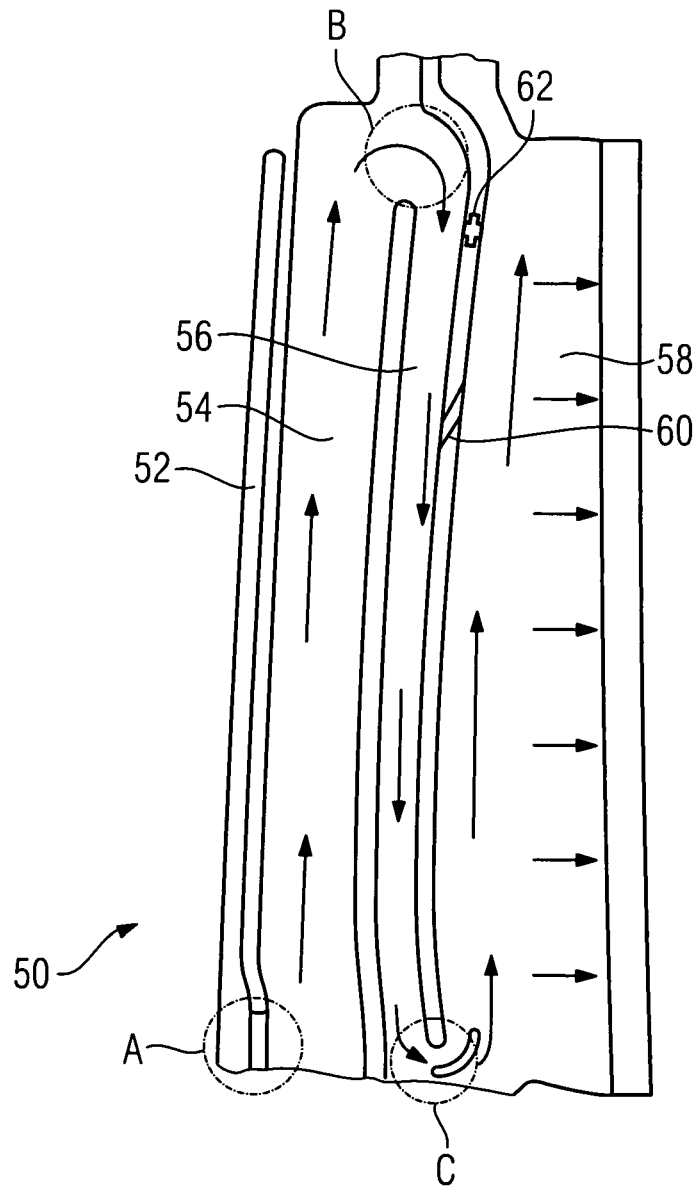


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 08 02 1447

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 2 420 156 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 17. Mai 2006 (2006-05-17)	1-7	INV. F01D5/18
Y	* Abbildungen 3-5f *	8,9	

X	EP 0 641 917 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 8. März 1995 (1995-03-08)	1-7	
Y	* Abbildungen *	8,9	

X	EP 1 219 780 A (ALSTOM POWER NV [NL] ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 3. Juli 2002 (2002-07-03)	1-7	
Y	* Abbildungen 1-3 *	8,9	

X	EP 1 496 203 A (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 12. Januar 2005 (2005-01-12)	1-7	
Y	* Abbildung 1 *	8,9	

X	EP 1 728 970 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 6. Dezember 2006 (2006-12-06)	1-7	
Y	* Abbildungen 2-4 *	8,9	

X	US 2005/265837 A1 (LIANG GEORGE [US]) 1. Dezember 2005 (2005-12-01)	1-7	
Y	* Abbildung 3 *	8,9	

X	US 2005/281671 A1 (LIANG GEORGE [US]) 22. Dezember 2005 (2005-12-22)	1-7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
Y	* Abbildung 2B *	8,9	

X	US 2006/002795 A1 (LIANG GEORGE [US]) 5. Januar 2006 (2006-01-05)	1-7	
Y	* Abbildung 2 *	8,9	

X	US 2006/083614 A1 (CUNHA FRANK J [US] ET AL) 20. April 2006 (2006-04-20)	1-7	
Y	* Abbildung 11b *	8,9	

	-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		6. Mai 2009	Raspo, Fabrice
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			

 3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 02 1447

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 94/12766 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 9. Juni 1994 (1994-06-09)	1-7	
Y	* Abbildung 2 *	8,9	

X	WO 03/062607 A (ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]; FRIED REINHARD [CH]; STENGELE JOERG [CH]) 31. Juli 2003 (2003-07-31)	1-7	
Y	* Abbildung 7 *	8,9	

Y,D	WO 03/042503 A (HONEYWELL INT INC [US]) 22. Mai 2003 (2003-05-22)	8,9	
	* Abbildungen *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. Mai 2009	Prüfer Raspo, Fabrice
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 : nichtschriftliche 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	

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 02 1447

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.

06-05-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 2420156	A	17-05-2006	US	2006104814 A1	18-05-2006
EP 0641917	A	08-03-1995	DE	69414209 D1	03-12-1998
			DE	69414209 T2	10-06-1999
			JP	3880639 B2	14-02-2007
			JP	7305603 A	21-11-1995
			US	5486093 A	23-01-1996
EP 1219780	A	03-07-2002	DE	10064271 A1	04-07-2002
			US	2002168264 A1	14-11-2002
EP 1496203	A	12-01-2005	DE	10332563 A1	27-01-2005
			US	2005111981 A1	26-05-2005
EP 1728970	A	06-12-2006	JP	2006336647 A	14-12-2006
			US	2006269410 A1	30-11-2006
US 2005265837	A1	01-12-2005	US	2006275119 A1	07-12-2006
US 2005281671	A1	22-12-2005	KEINE		
US 2006002795	A1	05-01-2006	KEINE		
US 2006083614	A1	20-04-2006	CN	1763353 A	26-04-2006
			EP	1657403 A1	17-05-2006
			JP	2006112429 A	27-04-2006
			KR	20060051506 A	19-05-2006
			SG	121987 A1	26-05-2006
			TW	280315 B	01-05-2007
WO 9412766	A	09-06-1994	DE	69320203 D1	10-09-1998
			DE	69320203 T2	29-04-1999
			EP	0670953 A1	13-09-1995
			JP	3337219 B2	21-10-2002
			JP	8505917 T	25-06-1996
			US	5403159 A	04-04-1995
WO 03062607	A	31-07-2003	DE	10202783 A1	31-07-2003
WO 03042503	A	22-05-2003	CA	2467188 A1	22-05-2003
			EP	1444418 A1	11-08-2004
			US	2004076519 A1	22-04-2004

EPO 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

- WO 2003042503 A1 [0002]