



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.05.2008 Patentblatt 2008/20

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

(21) Anmeldenummer: **06023274.1**

(22) Anmeldetag: **08.11.2006**

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

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

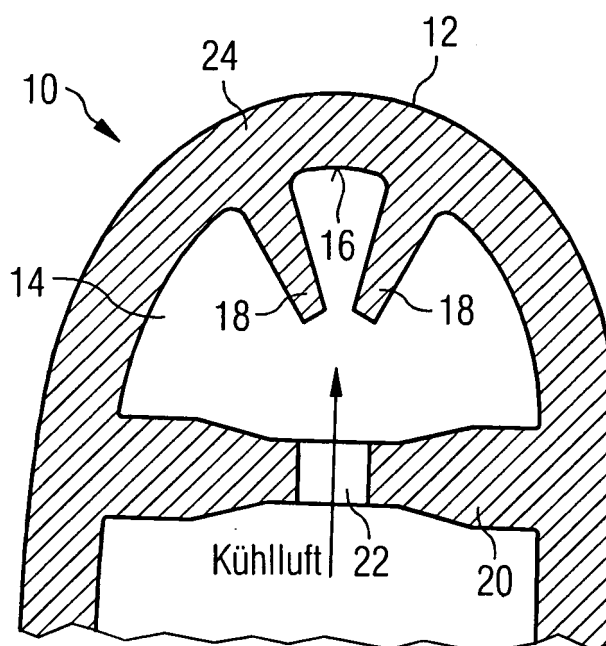
(72) Erfinder: **Gross, Heinz-Jürgen, Dr.**
45478 Mülheim an der Ruhr (DE)

(54) **Turbinenschaufel**

(57) Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel (10), mit mindestens einem Kühlelement (18) und einem Kühlkanal (14) zum Hindurchleiten eines Kühlmediums, in dessen Strömung das mindestens eine Kühlelement (18) angeordnet ist, bei der das mindestens eine Kühlelement (18) zapfenförmig ausgebildet ist. Die Erfindung betrifft ferner eine Turbinenschaufel mit einer Strömungseintrittskante (12), einem in der Turbinenschaufel

(10) ausgebildeten Kühlkanal (14) zur Durchführung von Kühlluft, der sich wenigstens abschnittsweise längs der Strömungseintrittskante (12) erstreckt, und einer Anzahl von Kühlelementen (18), die in Längsrichtung des Kühlkanals (14) in diesem aufeinanderfolgend ortsfest angeordnet sind, wobei jedes einzelne Kühlelement (18) ein Kühlvermögen aufweist, welches einem vorgegebenen Kühlbedarf für die Strömungseintrittskante (12) in der Umgebung des Kühlelements (18) angepasst ist.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel. Turbinenschaufeln, insbesondere Turbinenschaufeln für Gasturbinen werden während des Betriebs hohen Temperaturen ausgesetzt, welche schnell die Grenze der Materialbeanspruchung überschreiten. Dies gilt insbesondere für die Bereiche in Umgebung der Strömungseintrittskante. Um Turbinenschaufeln auch bei hohen Temperaturen einsetzen zu können, ist es schon seit langem bekannt, Turbinenschaufeln geeignet zu kühlen, so dass sie eine höhere Temperaturbeständigkeit aufweisen. Mit Turbinenschaufeln, die eine höhere Temperaturbeständigkeit aufweisen, lassen sich insbesondere höhere energetische Wirkungsgrade erzielen.

[0002] Bekannte Kühlarten sind unter anderem die Konvektionskühlung, die Prallkühlung und die Filmkühlung. Bei der Konvektionskühlung handelt es sich wohl um die am weitesten verbreitete Art der Schaufelkühlung. Bei dieser Kühlungsart führt man Kühlluft durch Kanäle im Schaufelinneren und nutzt den konvektiven Effekt, um die Wärme abzuführen. Bei der Prallkühlung prallt ein Kühlluftstrom von innen auf die Schaufeloberfläche. Auf diese Weise wird im Auftreffpunkt eine sehr gute Kühlwirkung ermöglicht, die allerdings nur auf den engen Bereich des Auftreffpunkts und die nähere Umgebung beschränkt ist. Diese Art der Kühlung wird deshalb meist zur Kühlung der Strömungseintrittskante einer Turbinenschaufel verwendet, die hohen Temperaturbelastungen ausgesetzt ist. Bei der Filmkühlung wird Kühlluft über Öffnungen in der Turbinenschaufel vom Inneren der Turbinenschaufel nach außen geführt. Diese Kühlluft umströmt die Turbinenschaufel und bildet eine isolierende Schicht zwischen dem heißen Prozessgas und der Schaufeloberfläche aus. Die beschriebenen Kühlarten werden je nach Anwendungsfall geeignet kombiniert, um eine möglichst wirksame Schaufelkühlung zu erzielen.

[0003] Ergänzend zu den oben beschriebenen Kühlarten ist die Verwendung von Kühlmitteln, wie Turbulatoren, die meist in Form von Rippen bereitgestellt sind, sehr verbreitet. Diese sind innerhalb der für die Konvektionsströmung vorgesehenen Kühlkanäle angeordnet, die im Inneren der Turbinenschaufel verlaufen. Der Einbau von Rippen in den Kühlkanälen bewirkt, dass die Strömung der Kühlluft in den Grenzschichten abgelöst und verwirbelt wird. Durch die so erzwungene Störung der Strömung kann bei einem vorliegenden Temperaturunterschied zwischen Kühlkanalwand und Kühlluft der Wärmeübergang gesteigert werden. Durch die Berippung wird die Strömung ständig dazu veranlasst neue "Wiederanlegegebiete" zu bilden, in denen eine wesentliche Steigerung des lokalen Wärmeübergangskoeffizienten erzielt werden kann. Die Lebensdauer bekannter Rippen ist infolge der hohen Betriebstemperaturen eingeschränkt, was insbesondere eine Folge der bekannten Rippen zugrundeliegenden Geometrie ist. Die mit den bekannten Rippen-Geometrien verbundenen thermischen Spannungen haben Innenrisse zur Folge, wel-

che die Lebensdauer der Rippe und damit letztlich auch die Einsatzdauer der Turbinenschaufel einschränken können.

[0004] Zur Kühlung der während des Betriebs thermisch meist sehr stark beanspruchten Strömungseintrittskante bzw. Vorderkante von Turbinenschaufeln sind in Turbinenschaufeln oft parallel und nahe zur Strömungseintrittskante verlaufende Kühlkanäle ausgebildet, denen durch weitere in den Schaufeln ausgebildete Kühlkanäle Kühlluft zugeführt wird. Die so realisierte konvektive Kühlung der Strömungseintrittskante wird bei filmgefühlten Schaufeln meist durch eine Prallkühlung der Innenwand des nahe der Strömungseintrittskante verlaufenden Kühlkanals ergänzt. In Anwendungen, bei denen keine Filmkühlung der Turbinenschaufeln vorgenommen wird, wird die konvektive Kühlung durch an der Innenwand des Kühlkanals angeordnete Turbulatoren intensiviert.

[0005] Insgesamt betrachtet besteht gegenwärtig sowohl bei filmgeköhlten als auch bei nicht filmgeköhlten Schaufeln hinsichtlich der Kühlung, insbesondere in bezug auf die Kühlung der Strömungseintrittskante, noch deutlicher Verbesserungsbedarf. Insbesondere berücksichtigen die gegenwärtigen Kühl-Lösungen auch keine sich während des Einsatzes von Turbinenschaufeln ausbildende inhomogene Temperaturverteilung.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Turbinenschaufel anzugeben, die sowohl bei vorhandener als auch bei nicht vorhandener Filmkühlung gegenüber bekannten Lösungen wirksamer gekühlt werden kann und die eine höhere Einsatzdauer aufweist.

[0007] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß mit einer Turbinenschaufel mit mindestens einem Kühlelement und einem Kühlkanal zum Hindurchleiten eines Kühlmediums, in dessen Strömung das mindestens eine Kühlelement angeordnet ist, gelöst, bei der das mindestens eine Kühlelement zapfenförmig ausgebildet ist.

[0008] Erfindungsgemäß sind die von dem Kühlmedium angeströmten Kühlelemente zapfenförmig ausgebildet. Zapfenförmig ausgebildete Kühlelemente bewirken eine sehr starke Verwirbelung der Kühlmediums, beispielsweise in Form von Kühlluft, wobei durch die so erzwungene starke Störung der Strömung bei einem vorliegenden Temperaturunterschied zwischen einer Wand des Kühlkanals und dem Kühlmedium der Wärmeübergang gesteigert werden, einhergehend mit einer wesentlichen Steigerung des lokalen Wärmeübergangskoeffizienten.

[0009] Ferner können mit der erfindungsgemäß vorgesehenen zapfenförmigen Ausbildung der Kühlelemente die sich während des Betriebs der Turbinenschaufel in den Kühlelementen ausbildenden thermischen Spannungen minimal gehalten werden, so dass es zu keinen Innenanrissen kommen kann, insbesondere sind hierbei die thermischen Spannungen deutlich geringer als die thermischen Spannungen, die sich in bekannten Kühlrippen ausbilden. Erfindungsgemäß wird also die gesamte Spannungssituation verbessert und es kann eine deut-

liche Erhöhung der Lebensdauer der Kühlelemente gegenüber bekannten Lösungen erzielt werden, wobei mit der hohen Lebensdauer der Kühlelemente auch eine hohe Einatzdauer bzw. Lebensdauer der Turbinenschaufel verbunden ist.

[0010] Die erfindungsgemäße Turbinenschaufel kann gegenüber bekannten Lösungen höheren Gastemperaturen ausgesetzt werden, selbst wenn keine Filmkühlung vorgesehen ist. Sofern Filmkühlung vorgesehen ist, sind noch höhere Gastemperaturen möglich. Hieraus wiederum ergibt sich die Möglichkeit, die erfindungsgemäße Turbinenschaufel mit dünneren Außenwänden auszubilden zu können.

[0011] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Turbinenschaufel eine sich an einer Seite der Turbinenschaufel erstreckende Strömungseintrittskante auf, wobei der Kühlkanal gegenüber der Strömungseintrittskante durch einen Wandabschnitt begrenzt ist und das mindestens eine Kühlelement von diesem Wandabschnitt ausgehend sich in den Kühlkanal hinein erstreckt.

[0012] Mittels dieser erfindungsgemäßen Weiterbildung kann insbesondere die in der Regel thermisch stark beanspruchte Strömungseintrittskante sehr wirksam gekühlt werden. Mittels der erfindungsgemäßen zapfenförmigen Kühlelemente, die sich von dem Wandabschnitt in den Kühlkanal hinein erstrecken, und die insbesondere eine starke Verwirbelung des Kühlmediums bewirken, kann bei einem vorliegenden Temperaturunterschied zwischen dem Wandabschnitt und dem Kühlmedium der Wärmeübergang deutlich gesteigert werden, einhergehend mit einer wesentlichen Steigerung des lokalen Wärmeübergangskoeffizienten. Insgesamt betrachtet kann auf diese Weise die Wärme in Umgebung der Strömungseintrittskante sehr wirksam abgeführt werden, einhergehend mit einer sehr wirksamen Kühlung der Strömungseintrittskante.

[0013] Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Kühlkanal bevorzugt durch einen Wandabschnitt begrenzt, der zum Kühlkanal gewandt eine gewölbte Wandfläche aufweist, wobei zwei oder mehr Kühlelemente vorgesehen sind, wobei die Kühlelemente eine in den Kühlkanal sich hinein erstreckende Längserstreckung aufweisen, und wobei die zwei oder mehr Kühlelemente mit ihrer Längserstreckung auf das Zentrum der Wölbung der Wandfläche gerichtet sind.

[0014] Mittels Kühlelementen, die mit ihrer Längserstreckung auf das Zentrum der Wölbung der Wandfläche gerichtet sind, kann eine sehr wirksame Verwirbelung des die Kühlelemente anströmenden Kühlmediums erzielt werden. Insbesondere kann mittels dieser erfindungsgemäßen Weiterbildung die mittels der Kühlelemente realisierte Konvektionskühlung sehr wirksam mit einer Prallkühlung kombiniert werden, derart, dass das Kühlmedium auf eine Weise auf die Kühlelemente zuströmt, dass es auf die Kühlelemente aufprallt, so dass im jeweiligen Auftreffpunkt eine sehr hohe Kühlwirkung erzielt werden kann, die in Verbindung mit der bereitge-

stellten Konvektionskühlung eine sehr wirksame Kühlung der erfindungsgemäßen Turbinenschaufel bewirkt. Bei einer praktischen Weiterbildung der Erfindung weist der Wandabschnitt eine zum Kühlkanal gewandte Wandfläche auf, und das mindestens eine Kühlelement bzw. die zwei oder mehr Kühlelemente erstrecken sich orthogonal zu der Wandfläche bzw. orthogonal zu der gewölbten Wandfläche in den Kühlkanal hinein. Die erfindungsgemäß vorgesehene Erstreckung in einer Richtung orthogonal zur Wandfläche des Kühlkanals bewirkt eine sehr wirksame Verwirbelung des Kühlmediums, die mit einer sehr wirksamen Kühlung, insbesondere der Strömungseintrittskante einhergeht, da erfindungsgemäß eine im wesentlichen rechtwinkelig zur Längserstreckung der Kühlelemente gerichtete Anströmung der Kühlelemente mit dem Kühlmedium erfolgen kann.

[0015] Bei einer weiteren praktischen Weiterbildung der Erfindung sind das mindestens eine Kühlelement bzw. die zwei oder mehr Kühlelemente einstückig mit dem Wandabschnitt ausgebildet.

[0016] Bei einer besonders praktischen Weiterbildung der Erfindung weisen die Kühlelemente unterschiedliche Längen auf, wobei die Länge der einzelnen Kühlelemente bevorzugt einem vorgegebenen örtlichen Kühlbedarf angepasst ist.

[0017] Turbinenschaufeln weisen im Betrieb in der Regel eine sehr inhomogene Temperaturverteilung auf, die mit großen, auf die Turbinenschaufeln einwirkenden thermischen Belastungen verbunden ist, die sich insbesondere nachteilig auf die Lebensdauer der Turbinenschaufel auswirken. So ergibt sich beispielsweise für Turbinenschaufeln, die in axial durchströmten Turbinen zum Einsatz kommen, für die Strömungseintrittskante ein sich entlang der radialen Richtung ausbildende inhomogene Temperaturverteilung. Durch den erfindungsgemäßen Einsatz von Kühlelementen innerhalb des vorzugsweise nahe der Strömungseintrittskante verlaufenden Kühlkanals, deren Kühlvermögen über ihre Länge einem vorgegebenen Kühlbedarf, beispielsweise für die Strömungseintrittskante in der Umgebung des Kühlelements angepasst ist, kann die Temperaturverteilung, beispielsweise an der Strömungseintrittskante, "vergleichsmäßig" werden, da erfindungsgemäß an vergleichsweise heißen Stellen durch geeignet ausgebildete Kühlelemente eine entsprechend starke Kühlung erfolgt und umgekehrt. Die erfindungsgemäße Turbinenschaufel kann somit auf eine Weise gekühlt werden, die einer inhomogenen Temperaturverteilung entgegenwirkt, was insbesondere im Hinblick auf eine wirksame Kühlung der Strömungseintrittskante von Vorteil ist.

[0018] Erfindungsgemäß ist das Kühlvermögen jedes einzelnen zapfenförmigen Kühlelements über eine geeignet ausgebildete Länge dem vorgegebenen örtlichen Kühlbedarf in der Umgebung des Kühlelements angepasst. Kühlelemente, in deren Umgebung ein hoher Kühlbedarf besteht, weisen erfindungsgemäß eine größere Länge auf als Kühlelemente in deren Umgebung der Kühlbedarf, beispielsweise für die Strömungsein-

trittskante, geringer ausgeprägt ist. Durch Erhöhung der Länge eines einzelnen Kühlelements wird zum einen der "Verwirbelungsbereich" als auch die zu kühlende Oberfläche vergrößert, einhergehend mit einer deutlichen Erhöhung des lokalen Wärmeübergangskoeffizienten.

[0019] Die Erfindung betrifft ferner eine Turbinenschaufel, mit einer Strömungseintrittskante, einem in der Turbinenschaufel ausgebildeten Kühlkanal zur Durchführung von Kühlluft, der sich wenigstens abschnittsweise längs der Strömungseintrittskante erstreckt, und einer Anzahl von Kühlelementen, die in Längsrichtung des Kühlkanals in diesem aufeinanderfolgend ortsfest angeordnet sind, wobei jedes einzelne Kühlelement ein Kühlvermögen aufweist, welches einem vorgegebenen Kühlbedarf für die Strömungseintrittskante in der Umgebung des Kühlelements angepasst ist, und wobei sich der Kühlkanal bevorzugt parallel zur Strömungseintrittskante durchgehend durch die Turbinenschaufel erstreckt.

[0020] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Turbinenschaufel anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine skizzenhafte Querschnittsdarstellung einer erfindungsgemäßen Turbinenschaufel mit einer Anzahl von in einem Kühlkanal angeordneten zapfenförmigen Kühlelementen und

FIG 2 einen Längsschnitt durch die Turbinenschaufel entlang einer Strömungseintrittskante.

[0021] FIG 1 zeigt eine skizzenhafte Schnittdarstellung eines vorderen Abschnitts einer erfindungsgemäßen Turbinenschaufel 10, mit einer ebenen Schnittfläche rechtwinkelig zur Strömungseintrittskante 12. Im Inneren der Turbinenschaufel 10 ist nahe der Strömungseintrittskante 12 ein sich parallel zur Strömungseintrittskante 12 erstreckender Kühlkanal 14 ausgebildet (also ein sich radial erstreckender Kanal 14 bei axial durchströmten Turbinen), der gegenüber der Strömungseintrittskante 12 durch einen Wandabschnitt 24 begrenzt ist. Von einer gewölbten Wandfläche 16 des Kühlkanals 14 erstrecken sich zapfenförmige Kühlelemente 18 in den Kühlkanal 14 hinein, wobei die Kühlelemente 18 mit ihrer Längserstreckung auf das Zentrum der Wölbung der Wandfläche 16 gerichtet sind.

[0022] In einer Rückwand 20 des Kühlkanals 14 sind Öffnungen 22 ausgebildet, um dem Kühlkanal 14 von weiteren Kühlkanälen (nicht dargestellt), die im hinteren Bereich der Turbinenschaufel 10 ausgebildet sind, Kühlluft zuzuführen.

[0023] FIG 2 zeigt eine weitere Schnittdarstellung des vorderen Abschnitts der erfindungsgemäßen Turbinenschaufel 10, mit einer ebenen Schnittfläche parallel zur Strömungseintrittskante 12. Die an der gewölbten Wandfläche 16 des Kühlkanals 14 ausgebildeten Kühlelemente 18 erstrecken sich orthogonal von der gewölbten Wandfläche 16 hinein in den Kühlkanal 14. Wie aus FIG 2 ersichtlich variiert in radialer Richtung R die Länge der

Kühlelemente 18. Dies dient erfindungsgemäß dazu, der sich bei Einsatz der Turbinenschaufel 10 entlang der Strömungseintrittskante 12 ausbildenden inhomogenen Temperaturverteilung entgegenzuwirken. So wird insbesondere zum Zentrum der Strömungseintrittskante 12 der Turbinenschaufel 10 hin diese eine höhere Betriebstemperatur aufweisen als in den Randbereichen der Strömungseintrittskante 12. Aus diesem Grund weisen die Kühlelemente 18 im mittleren Bereich eine größere Länge auf als in den Randbereichen, da, wie oben dargestellt, durch eine Erhöhung der Länge der Kühlelemente 18 der lokale Wärmeübergangskoeffizient und damit das Kühlvermögen der Kühlelemente 18 erhöht werden kann.

[0024] Ergänzend zur der vorliegend vorgenommenen Konvektionskühlung über die den Kühlkanal 14 durchströmenden Kühlluft und ergänzend zur der Kühlung durch die kegelstumpfförmigen Kühlelemente 18 ist erfindungsgemäß ferner der Einsatz einer Prallkühlung vorgesehen. Die Prallkühlung umfasst vorliegend den Aufprall von aus den Öffnungen 22 austretender Kühlluft auf die gewölbte Wandfläche 16 bzw. die Kühlelemente 18, um dort lokal eine sehr gute Kühlwirkung zu ermöglichen. Da erfindungsgemäß vorgesehen ist, dass die Kühlelemente 18 mit ihrer Längserstreckung auf das Zentrum der Wölbung der Wandfläche 16 gerichtet sind, kann eine sehr wirksame Prallkühlung bereitgestellt werden, mit der in Verbindung mit der entsprechenden Konvektionskühlung insgesamt eine sehr wirksame Kühlung der Turbinenschaufel 10 bereitgestellt werden kann. Der Kühlkanal 14 ist zu beiden Seiten der Turbinenschaufel 10 geöffnet, um die Kühlluft in zwei Richtungen aus dem Kühlkanal 14 strömen zu lassen. Dadurch wird eine Temperaturharmonisierung der Turbinenschaufel 10 begünstigt, da dort, wo Kühlluft benötigt wird, auch Kühlluft zur Verfügung gestellt wird, und die Wirkung der Prallkühlung nicht durch eine Querströmung reduziert wird.

[0025] Anstelle von kegelstumpfförmigen Gebilden können die Kühlelemente 18 auch rippenförmig ausgebildet sein, die sich entlang des Kühlkanals 14, also in Strömungsrichtung der Kühlluft erstrecken. Dabei wird die Oberfläche der Wandfläche 16 signifikant erhöht, um die Kühlung der dann vorzugsweise konvektiv gekühlten Turbinenschaufel 10 zu verbessern. Dabei ist denkbar, dass die Höhe der Rippen aufgrund der vorgenannten lokal unterschiedlichen Temperaturen an der Strömungseintrittskante 12 dazu korrespondierend angepasst sein kann.

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (10), mit mindestens einem Kühlelement (18) und einem Kühlkanal (14) zum Hindurchleiten eines Kühlmediums, in dessen Strömung das mindestens eine Kühlelement (18) angeordnet ist, bei der das mindestens eine Kühlelement (18) zapfenförmig ausgebildet ist.

2. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 1, mit einer sich an einer Seite der Turbinenschaufel (10) erstreckenden Strömungseintrittskante (12), bei der der Kühlkanal (14) gegenüber der Strömungseintrittskante (12) durch einen Wandabschnitt (24) begrenzt ist und das mindestens eine Kühlelement (18) von diesem Wandabschnitt (24) ausgehend sich in den Kühlkanal (14) hinein erstreckt. 5
3. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 1 oder 2, bei der der Kühlkanal (14) durch einen Wandabschnitt (24) begrenzt ist, der zum Kühlkanal (14) gewandt eine gewölbte Wandfläche (16) aufweist, bei der zwei oder mehr Kühlelemente (18) vorgesehen sind, bei der die Kühlelemente (18) eine in den Kühlkanal (14) sich hinein erstreckende Längserstreckung aufweisen, und bei der die zwei oder mehr Kühlelemente (18) mit ihrer Längserstreckung auf das Zentrum der Wölbung der Wandfläche (16) gerichtet sind. 10 15 20
4. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 2, bei der der Wandabschnitt (24) eine zum Kühlkanal (14) gewandte Wandfläche (16) aufweist, und bei der sich das mindestens eine Kühlelement (18) orthogonal zu der Wandfläche (16) in den Kühlkanal (14) hinein erstreckt. 25
5. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 3, bei der sich die zwei oder mehr Kühlelemente (18) orthogonal zu der gewölbten Wandfläche (16) in den Kühlkanal (14) hinein erstrecken. 30
6. Turbinenschaufel nach Anspruch 2 oder 4, bei der das mindestens eine Kühlelement (18) einstückig mit dem Wandabschnitt (24) ausgebildet ist. 35
7. Turbinenschaufel nach Anspruch 3 oder 5, bei der die zwei oder mehr Kühlelemente (18) einstückig mit dem Wandabschnitt (24) ausgebildet sind. 40
8. Turbinenschaufel (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der zwei oder mehr Kühlelemente (18) vorgesehen sind, die unterschiedliche Längen aufweisen. 45
9. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 8, bei der die Länge der einzelnen Kühlelemente (18) einem vorgegebenen örtlichen Kühlbedarf angepasst ist.
10. Turbinenschaufel (10), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einer Strömungseintrittskante (12), einem in der Turbinenschaufel (10) ausgebildeten Kühlkanal (14) zur Durchführung von Kühlluft, der sich wenigstens abschnittsweise längs der Strömungseintrittskante (12) erstreckt, und einer Anzahl von Kühlelementen (18), die in Längsrichtung des Kühlkanals (14) in diesem aufeinanderfolgend ortsfest angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes einzelne Kühlelement (18) ein Kühlvermögen aufweist, welches einem vorgegebenen Kühlbedarf für die Strömungseintrittskante (12) in der Umgebung des Kühlelements (18) angepasst ist. 50 55
11. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Kühlkanal (14) parallel zur Strömungseintrittskante (12) durchgehend durch die Turbinenschaufel (10) erstreckt.
12. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 10 oder 11, bei der die Kühlelemente (18) als entlang des Kühlkanals (14) sich erstreckende Rippen oder als entlang des Kühlkanals (14) verteilte Zapfen ausgebildet sind, deren Höhe an den lokalen Kühlbedarf angepasst ist.

FIG 1

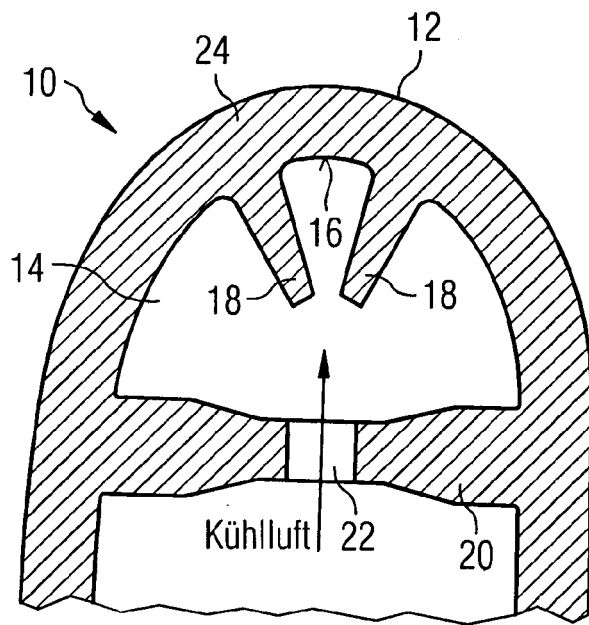
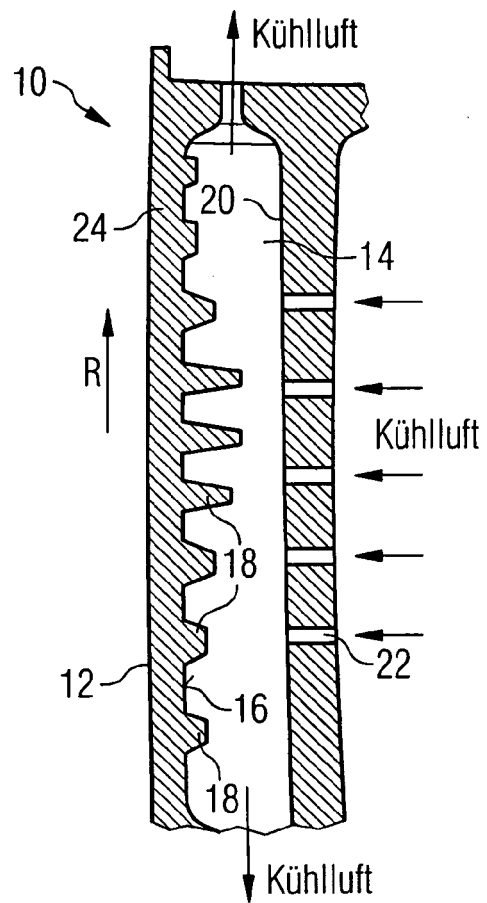


FIG 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 02 3274

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2004/035992 A (ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]; TSCHIRREN STEFAN [CH]; WEIGAND BERNHARD []) 29. April 2004 (2004-04-29) * Seite 4, Zeile 5 - Seite 4, Zeile 27; Abbildungen 5a,5b,6a,6b *	1,8-12	INV. F01D5/18
Y	----- US 5 468 125 A (OKPARA NNAWUIHE [US] ET AL) 21. November 1995 (1995-11-21) * Spalte 3, Zeile 59 - Spalte 4, Zeile 10; Abbildungen 2-4 *	2-7	
Y	----- EP 1 508 746 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]; OF JAPANESE AEROSPACE COMPANIE [JP]) 23. Februar 2005 (2005-02-23) * Spalte 12, Absatz 54 - Spalte 12, Absatz 55; Abbildungen 7a,7b *	2-7	
X	----- JP 08 296403 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 12. November 1996 (1996-11-12) * Zusammenfassung *	1,8-12	
X	----- EP 0 945 595 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 29. September 1999 (1999-09-29) * Spalte 11, Absatz 55 - Spalte 12, Absatz 61; Abbildungen 5a-c,6a-c *	1,9-12	
A	----- GB 1 350 424 A (ROLLS ROYCE) 18. April 1974 (1974-04-18) * Seite 3, Zeile 14 - Seite 3, Zeile 19; Abbildungen 4,5 *	1,9-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
A	----- EP 1 077 311 A (SIEMENS AG [DE]) 21. Februar 2001 (2001-02-21) * Spalte 2, Absatz 6; Abbildung 3 *	1-7,9-12	
	----- Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt	1,2,9-12	
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. April 2007	Prüfer Rau, Guido
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 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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 02 3274

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.

27-04-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2004035992 A	29-04-2004	AU 2003301451 A1 DE 10248548 A1	04-05-2004 29-04-2004
US 5468125 A	21-11-1995	KEINE	
EP 1508746 A	23-02-2005	CA 2476803 A1 US 2005047932 A1	14-02-2005 03-03-2005
JP 8296403 A	12-11-1996	KEINE	
EP 0945595 A	29-09-1999	CA 2266140 A1 US 6290462 B1	26-09-1999 18-09-2001
GB 1350424 A	18-04-1974	FR 2147971 A1 IT 960165 B	11-03-1973 20-11-1973
EP 1077311 A	21-02-2001	KEINE	

EPO FORM P0461

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