

(19)



(11)

EP 2 476 863 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.07.2012 Patentblatt 2012/29

(51) Int Cl.:
F01D 5/18 (2006.01) F01D 9/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11150957.6**

(22) Anmeldetag: **14.01.2011**

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

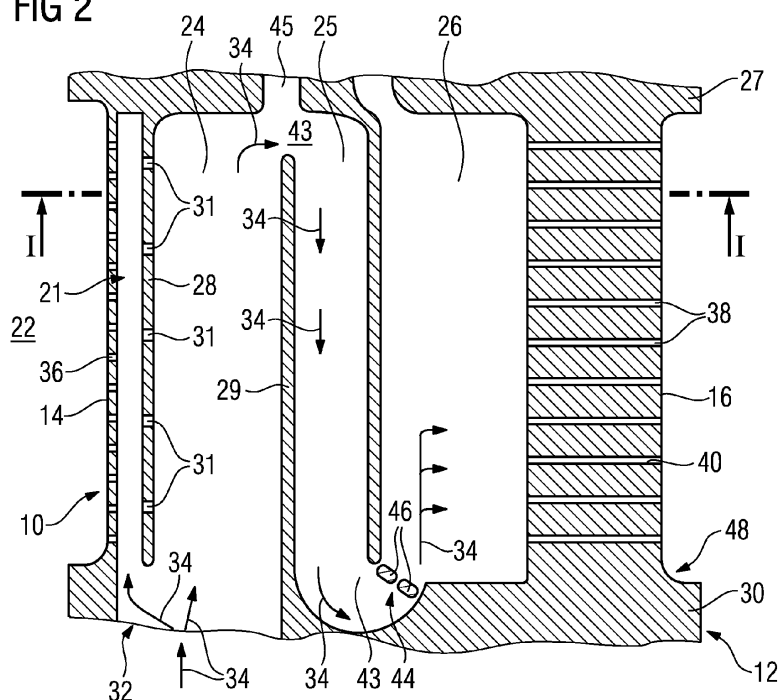
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
 • **Ahmad, Fathi**
41564, Kaarst (DE)
 • **Neuenhahn, Thomas**
50733, Köln (DE)

(54) Turbinenschaufel für eine Gasturbine

(57) Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel (12), welche eine saugseitige Schaufelwand (18) und eine druckseitige Schaufelwand (20) aufweist, die sich von einer gemeinsamen Vorderkante (14) zu einer Hinterkante (16) erstrecken, wobei im Schaufelblatt (10) ein Kühlkanalsystem (21) mit mäanderförmig aufeinander folgenden Kanalabschnitten (24, 25, 26) vorgesehen ist, von denen einer der Kanalabschnitte (24) mit in der Vorderkante (14) mündenden ersten Austrittsöffnungen (36) und ein anderer der Kanalabschnitte (26) mit in oder an

der Hinterkante (16) mündenden zweiten Austrittsöffnungen (38) verbunden sind. Um einerseits einen unerwünscht hohen Verbrauch an Kühlmittel zu vermeiden und andererseits die Lebensdauer der Turbinenschaufel zu erhöhen, wird vorgeschlagen, dass zwischen den beiden betreffenden Kanalabschnitten ein Umlenkbereich und eine Strömungsdrossel (44) vorgesehen sind, wobei die Strömungsdrossel (44) im Übergang vom Umlenkbereich (43) zu Kanalabschnitt (26) angeordnet und mit der druckseitigen Schaufelwand (20) und der saugseitigen Schaufelwand (18) verbunden ist.

FIG 2**EP 2 476 863 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel, insbesondere eine Leitschaufel für eine Gasturbine, welche gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ausgestaltet ist.

[0002] Leitschaufeln von Gasturbinen sind aus dem umfangreichen Stand der Technik in vielfältiger Art und Weise bekannt. Beispielsweise offenbart die WO 01/36790 A1 eine gattungsgemäße Turbinenschaufel mit einem Schaufelblatt, welches eine saugseitige und eine druckseitige Schaufelwand aufweist, die sich von einer gemeinsamen Vorderkante zu einer Hinterkante erstrecken. Im Schaufelblatt der bekannten Turbinenschaufel ist ein Kühlkanalsystem mit mäanderförmig aufeinanderfolgenden geradlinigen Kanalschnitten vorgesehen, die sich von dem sog. Schaufelfuß zu dem sog. Schaufelkopf erstrecken. Zwischen zwei benachbarten Kanalschnitten ist ein Umlenkbereich angesiedelt, in dem die Kühlmittelströmung in ihrer Richtung umgelenkt wird: in Bezug auf die Einbaulage der Leitschaufel in der Gasturbine wird die Strömung entweder von radial nach außen strömend nach radial nach innen strömend umgelenkt, oder umgekehrt. Gemäß der WO 01/36790 A1 umfasst die Leitschaufel eine während der Herstellung einstellbare Drosselvorrichtung, die mit Abschluss der Herstellung festgesetzt wird. Diese umfasst einen mittig im Umlenkbereich angeordneten eingeschraubten Stopfen, mit dessen Hilfe der durchströmbare Kanalquerschnitt verändert werden kann.

[0003] Nachteilig ist jedoch, dass das bekannte Verfahren zur Herstellung der Turbinenschaufel vergleichsweise aufwändig ist, da jede herzustellende Turbinenschaufel in einem Messstand überprüft werden muss. Dabei wird der an der Hinterkante austretende Kühlmittelstrom erfasst und die Eindringtiefe des Stopfens so verändert, dass die gewünschte Menge an Kühlmittel verbraucht wird. Sonach wird der Stopfen fest mit der Turbinenschaufel verbunden.

[0004] Weiter ist bekannt, dass im Übergangsbereich von Schaufelblatt zur den Strömungskanal radial außen und/oder innen begrenzenden Plattform hohlkehlförmige Verrundungen vorgesehen sind, die Masseanhäufungen darstellen. Diese Masseanhäufungen sind jedoch vergleichsweise schlecht kühlbar, so dass an dieser Stelle vermehrt Verschleißerscheinungen, wie beispielsweise Risse, auftreten können.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung einer Turbinenschaufel, bei der die voranbeschriebenen Nachteile eliminiert sind.

[0006] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird mit einer Turbinenschaufel gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Merkmale sind in den Unteransprüchen aufgelistet und können in vorteilhafter Art und Weise miteinander kombiniert werden.

[0007] Erfindungsgemäß umfasst die Turbinenschaufel ein Schaufelblatt mit einem Kühlkanalsystem mit mä-

anderförmig aufeinanderfolgenden geradlinigen Kanalabschnitten, von denen einer dieser Kanalabschnitt mit in der Vorderkante mündenden ersten Austrittsöffnungen und ein anderer der Kanalabschnitte mit in oder an der Hinterkante mündenden zweiten Austrittsöffnungen unmittelbar verbunden sind und wobei zwischen den beiden betreffenden Kanalabschnitten ein Umlenkbereich und eine Strömungsdrossel vorgesehen sind, wobei die Strömungsdrossel derart im Kühlkanalsystem angesiedelt ist, dass sie dem äußerem Übergang von Schaufelblatt zur Plattform gegenüberliegt und mit der druckseitigen Schaufelwand und der saugseitigen Schaufelwand verbunden ist.

[0008] Die Anwendung der Erfindung ist bei Turbinenschaufeln mit einem Mäanderkanal vorgesehen, deren vorderkantseitiger Kühlkanalabschnitt mit ersten Austrittsöffnungen unmittelbar verbunden ist, die in der Vorderkante des Schaufelblatts angesiedelt sind und der gleichzeitig einen hinterkantenseitigen Kühlkanalabschnitt aufweist, welcher ebenso mit an oder in der Hinterkante mündenden zweiten Austrittsöffnung unmittelbar verbunden ist. In diesem Fall dienen die ersten Austrittsöffnungen als sog. "Shower Head", mit dem die Vorderkante vor dem anströmenden Heißgas bei Ausblauung von Kühlmittel unter Bildung einer Filmkühlung geschützt werden kann. Gleichzeitig wird die vergleichsweise dünne Hinterkante vor dem Heißgas durch im Inneren stattfindende konvektive Kühlung geschützt. Da bekanntermaßen der Druck im Heißgas vorderkantenseitig größer ist als hinterkantenseitig, bietet sich eine entsprechende Abstufung des Drucks im Kühlmittel an, welches einerseits zur Speisung der ersten Austrittsöffnungen benötigt wird und andererseits zur Speisung der zweiten Austrittsöffnungen. Durch diese bestimmungsgemäße Abstufung des Kühlmitteldrucks kann besonders effizient Kühlmittel eingespart werden, welches dann effizienzsteigernd zur Verbrennung in der Gasturbine eingesetzt werden kann.

[0009] Zudem liegt der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, dass die Strömungsdrossel nicht zwingend mittig im Umlenkbereich angesiedelt sein muss. Vielmehr besteht die Möglichkeit, diese längs des Kühlkanalsystems zu verschieben, ohne dass dadurch ein erhöhter oder verminderter Kühlluftverbrauch eintritt. Gleichzeitig wurde erkannt, dass mit Hilfe von mittlerweile verfügbaren Gießverfahren auch im Guss implementierten Strömungsdrosseln die gewünschte Genauigkeit erreichbar ist. Darüber hinaus wurde erkannt, dass eine mitgegossene Strömungsdrossel, welche die druckseitige Schaufelwand mit der saugseitigen Schaufelwand verbindet, gleichzeitig als lokales Kühlelement angesehen werden kann, welches in Verbindung mit den Masseanhäufungen im Übergang zwischen Schaufelblatt und Plattform die dort bisher unzureichende Kühlung eliminieren kann. Die Anordnung der Strömungsdrossel im Übergang vom Umlenkbereich und Kanalabschnitt - also dort, wo die Außenkontur der Turbinenschaufel vom Schaufelblatt in die Plattform hohlkehlförmig übergeht - führt zu einer ge-

ringeren thermischen Belastung der Masseanhäufung, was Verschleißerscheinungen an dieser Stelle im Betrieb reduziert bzw. sogar unterbinden kann.

[0010] Insgesamt führt die Erfindung zu einer vergleichsweise einfach herstellbaren Turbinenschaufel, die keinen unerwünscht hohen Verbrauch an Kühlmittel aufweist und gleichzeitig eine verlängerte Lebensdauer aufweist gegenüber nicht erfindungsgemäß gestalteten Turbinenschaufeln.

[0011] Vorzugsweise wird die Erfindung an Leitschaufeln von Gasturbinen eingesetzt. Nichtsdestotrotz ist die Erfindung auch für Laufschaufeln anwendbar.

[0012] Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Strömungsdrossel in Form einer sich quer zur Kühlmittel-Strömungsrichtung erstreckenden Blende ausgestaltet. Hiermit kann einerseits eine gute Drosselwirkung erreicht werden, was übermäßigen Kühlmittelverbrauch vermeidet. Andererseits wird im Betrieb das Drosselement somit quer vom Kühlmittel angeströmt, wodurch sich stromauf des Drosselementes Staupunkte einstellen unter Ausbildung einer Prallkühlung. Bekanntermaßen ist die Prallkühlung besonders effizient, so dass die in den Schaufelwänden auftretende Wärmeenergie über das mit diesen monolithisch verbundene Drosselement besonders effizient in das Kühlmittel übergehen und damit abgeführt werden kann.

[0013] Eine dazu alternative Ausgestaltung sieht vor, dass die Strömungsdrossel mehrere entlang einer Reihe angeordnete zylindrisch geformte Sockel umfasst, wobei die Reihe sich quer zur Strömungsrichtung erstreckt. Hierdurch kann einerseits eine nur mäßige Drosselung des Kühlmittels erfolgen, sofern gewünscht, und trotzdem die zusätzlich Kühlwirkung aufrecht erhalten werden.

[0014] Besonders bevorzugt ist die Ausgestaltung, bei der im Umlenkbereich eine Entnahmeöffnung für Kühlmittel vorgesehen ist. Diese Entnahmeöffnung ermöglicht ggf. den Zugang zur Strömungsdrossel, um diese, falls in wenigen Einzelfällen erforderlich, eine Nachbearbeitung des Strömungsquerschnitts der Strömungsdrossel herbeiführen zu können. Die Entnahmeöffnung kann auch zur Entnahme von Kühlmittel vorgesehen sein. Dieses kann einerseits zur Sperrung von Spalten und/oder andererseits zur Kühlung eines so genannten U-Ring eingesetzt werden, an dem alle Leitschaufeln eines Kranzes radial innen in der Turbine miteinander gekoppelt werden.

[0015] Die weitere Erläuterung der Erfindung erfolgt anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele. Im Einzelnen zeigen:

- Figur 1 einen Querschnitt durch ein Schaufelblatt einer Turbinenschaufel,
 Figur 2 den Längsschnitt durch eine Turbinenschaufel gemäß der Schnittlinie II aus Figur 1 und
 Figur 3, 4 jeweils einen Ausschnitt aus dem Längsschnitt einer alternativen Turbinenschaufel.

fel.

[0016] Figur 1 zeigt den Querschnitt durch ein Schaufelblatt 10 einer Turbinenschaufel 12. Die Turbinenschaufel 12 ist als Leitschaufel für eine axial durchströmte Gasturbine ausgebildet. Das Schaufelblatt 10 ist in bekannter Art und Weise aerodynamisch gekrümmt und weist demnach eine von einem Arbeitsmedium - beispielsweise Heißgas - 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 Schaufelwand 18 sowie eine druckseitige Schaufelwand 20. Das Schaufelblatt 10 ist im Inneren hohl ausgebildet und weist ein Kühlkanalsystem 21 auf. Im dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst das Kühlkanalsystem 21 drei aufeinander folgende geradlinige Kanalabschnitte 24, 25, 26. Die Kanalabschnitte 24, 25, 26 erstrecken sich von einer im Einbauzustand (FIG 2) radial außen angeordneten Plattform 30 zu einer im Einbauzustand radial innen angeordneten Plattform 27. Die beiden Plattformen 27, 30 sind Teil der in einem Gießverfahren hergestellten Turbinenschaufel 12 und gehören zur Begrenzung des Ringkanals 22 einer nicht weiter dargestellten Gasturbine, in dem das Arbeitsmedium während des Betriebs strömt. Zwischen zwei - in Strömungsrichtung des Kühlmittels betrachtet - aufeinander folgenden Kanalabschnitten 24, 25 und 25, 26 ist jeweils ein Umlenkbereich 43 vorgesehen, in dem das Kühlmittel umgelenkt wird. Hierdurch ergibt sich die Mäanderform des Kühlkanalsystems 21.

[0017] Der vorderkantenseitige Kühlkanalabschnitt 24 ist über eine Rippe 28 entlang seiner Längserstreckung unterteilt. Die Rippe 28 weist mehrere, gleichmäßig verteilte Durchtrittsöffnungen 31 - bekannt als Cross-Over-Holes - auf.

[0018] Den Längsschnitt II-II durch die Turbinenschaufel 12 zeigt Figur 2.

[0019] In der Vorderkante 14 sind eine Vielzahl von ersten Austrittsöffnungen 36 und in der Hinterkante 16 eine Vielzahl von zweiten Austrittsöffnungen 38 angesiedelt. Die ersten Austrittsöffnungen 36 sind mit dem Kanalabschnitt 24 unmittelbar strömungstechnisch verbunden, die zweiten Austrittsöffnungen 38 sind mit dem Strömungskanal 22 über Hinterkantenkanäle 40 unmittelbar strömungstechnisch verbunden. Unmittelbar bedeutet dabei, dass keine weiteren geradlinigen Kanalabschnitte dazwischen geschaltet sind, die längs von Kühlmittel durchströmt werden.

[0020] Die Turbinenschaufel 12 weist eine an der äußeren Plattform 30 vorhandene Zuführöffnung 32 für ein Kühlmittel 34, vorzugsweise Kühlluft, auf. Die Kanalabschnitte 24, 25, 26 stehen mit der Zuführöffnung 32 in sequentieller Strömungsverbindung, so dass das durch die Zuführöffnung 32 in die Turbinenschaufel 12 einströmende Kühlmittel 34 zuerst in den Kühlkanalabschnitt 24 eintritt. Anteile des in den Kühlkanalabschnitt 24 eintretenden Kühlmittels können durch die in der Vorder-

kante 14 angeordneten ersten Austrittsöffnung 36 austreten und sich mit dem das Schaufelblatt 10 umströmenden Arbeitsmedium vermischen. Die ersten Austrittsöffnungen 36 sind rasterförmig angeordnet. Der restliche Teil des Kühlmittels 34 durchströmt den Kanalabschnitt 24 bis zum ersten Umlenkbereich 43, wo das Kühlmittel 34 größtenteils umgelenkt wird und danach in den Kühlkanalabschnitt 25 eintritt. Von dort aus strömt das Kühlmittel 34 zum radial äußeren Ende des Kühlkanalabschnitts 25 und wird durch einen weiteren Umlenkbereich 43 erneut in seiner Strömungsrichtung umgekehrt. Nachdem das Kühlmittel 34 in den Kühlkanalabschnitt 26 eingeströmt ist, kann es in die Hinterkantenkanäle 40 verzweigen und an den zweiten Austrittsöffnungen 38 hinterkantenseitig austreten. In den Umlenkbereichen 43 wird die Strömungsrichtung des Kühlmittels 34 in der Regel in etwa um 180° geändert.

[0021] Obwohl die Turbinenschaufel 12 nach Figur 1 und 2 lediglich eine Zuführöffnung 32 für Kühlmittel 34 aufweist, ist es wünschenswert, dass an den ersten Austrittsöffnungen 36 und an den zweiten Austrittsöffnungen 38 Kühlmittel mit unterschiedlichen Drücken bereitgestellt wird. Aus diesem Grund ist im Übergang zwischen Umlenkbereich 43 und einem geradlinigen Kühlkanalabschnitt 26 eine Strömungsdrossel 44 angesiedelt. Die Strömungsdrossel 44 gemäß Figur 2 umfasst zwei rippenartige Elemente 46, die sich jeweils von der druckseitigen Schaufelwand 20 zur saugseitigen Schaufelwand 18 erstrecken und mit diesen gleichzeitig im Gießverfahren hergestellt worden sind. Dadurch ist die Strömungsdrossel 44 in Form einer sich quer zur Strömungsrichtung des Kühlmittels 34 erstreckenden Blende monolithisch mit den Schaufelwänden 18, 20 verbunden.

[0022] Die Strömungsdrossel 44 bewirkt, dass im Kühlkanalabschnitt 26 ein geringerer Kühlmittel-Versorgungsdruck vorherrscht als im Kühlkanalabschnitt 24, so dass die zweiten Austrittsöffnungen 38 mit einem geringeren Kühlmittel-Versorgungsdruck beaufschlagt werden als die ersten Austrittsöffnungen 36. Letztgenannte werden mit dem noch ungedrosselten Kühlmittel 34 über die Zuführung 32 versorgt. Diese Ausgestaltung führt dazu, dass an den jeweiligen Austrittsöffnungen 36, 38 ein - im Verhältnis zum jeweils lokalen Druck im Arbeitsmedium - nahezu identisches Druckverhältnis vorherrscht. Die rippenförmigen Elemente 46 der Strömungsdrossel 44 sind - in Bezug auf die äußere Kontur der Turbinenschaufel 12 - so angesiedelt, dass deren gedachte Verlängerung sich durch einen hohlkehlförmigen Übergang 48 erstreckt, welcher das Schaufelblatt 10 mit der Plattform 30 verbindet. Somit dienen die rippenförmigen Elemente 46 zum einen als Drosselement und zum anderen als Kühlelemente, welche die bisher eher unzureichend gekühlten Übergänge 48 nunmehr besser kühlen.

[0023] Hierdurch können thermische Spannungen im Bereich des Übergangs 48, zwischen Schaufelblatt 10 und Plattform 30, welche bisher aufgrund der Masseanhäufungen aufgetreten sind, reduziert werden.

[0024] Figur 3 zeigt eine alternative Turbinenschaufel

12 mit lediglich zwei geradlinigen Kühlkanalabschnitten 24, 25, zwischen denen ein Umlenkbereich 43 angeordnet ist. Zu Figur 1 und Figur 2 identische Merkmale sind in Figur 3 und auch in Figur 4 mit identischen Bezugszeichen versehen.

[0025] Im Übergang von Umlenkbereich 43 zu Kühlkanalabschnitt 25 - in Strömungsrichtung des Kühlmittels 34 betrachtet - ist eine Strömungsdrossel 44 vorgesehen. Diese wurde gleichzeitig mit den Schaufelwänden 18, 20 beim Gießen der Turbinenschaufel 12 hergestellt, so dass diese in die Schaufelwände 18, 20 übergeht. Die in Figur 3 dargestellte Ausführungsform der Strömungsdrossel 44 ist der einer Blende nachempfunden mit einem zentralen und zwei kanalwandseitigen Durchlässen für das Kühlmittel 34. Die Längserstreckung der Strömungsdrossel 44 ist somit quer zur Kühlmittelströmung ausgerichtet.

[0026] Eine dazu alternative Form der Strömungsdrossel 44 zeigt Figur 4 im zu Figur 3 identischen Längsschnitt durch eine Turbinenschaufel 12. Anstelle der in Figur 3 aus zwei rippenförmigen Elementen 46 gebildeten Strömungsdrossel 44 umfasst die Strömungsdrossel 44 gemäß der in Figur 4 dargestellten Lösung mehrere, entlang einer Reihe angeordnete zylindrische Sockel 50 auf Höhe der hohlkehlförmigen Verrundung zwischen Schaufelblatt 10 und Plattform.

[0027] Die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele dienen lediglich zur Erläuterung der Erfindung und sind für diese nicht beschränkend. Beispielsweise ist es auch möglich, die Strömungsdrossel - in Strömungsrichtung des Kühlmittels betrachtet - im Übergang von geradlinigem Kühlkanalabschnitt zu Umlenkbereich anzusiedeln.

[0028] Insgesamt wird mit der Erfindung eine Turbinenschaufel 12 angegeben, welche eine saugseitige Schaufelwand 18 und eine druckseitige Schaufelwand 20 aufweist, die sich von einer gemeinsamen Vorderkante 14 zu einer Hinterkante 16 erstrecken, wobei im Schaufelblatt 10 ein Kühlkanalsystem 21 mit mäanderförmig aufeinanderfolgenden Kanalabschnitten 24, 25, 26 vorgesehen ist, von denen einer der Kanalabschnitte 24 mit in der Vorderkante 14 mündenden ersten Austrittsöffnungen 36 und ein anderer der Kanalabschnitte 26 mit in oder an der Hinterkante 16 mündenden zweiten Austrittsöffnungen 38 verbunden sind. Um einerseits einen unerwünscht hohen Verbrauch an Kühlmittel zu vermeiden und andererseits die Lebensdauer der Turbinenschaufel zu erhöhen, wird vorgeschlagen, dass zwischen den beiden betreffenden Kanalabschnitten ein Umlenkbereich und eine Strömungsdrossel 44 vorgesehen sind, wobei die Strömungsdrossel 44 im Übergang vom Umlenkbereich 43 zu Kanalabschnitt 26 angeordnet und mit der druckseitigen Schaufelwand 20 und der saugseitigen Schaufelwand 18 verbunden ist.

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (12),
mit zumindest einer zur radialen Begrenzung eines
Ringkanals (22) vorgesehenen Plattform (27, 30) 5
und einem sich daran über einen hohlkehlförmigen
Übergang (48) anschließenden Schaufelblatt (10),
welches eine saugseitige Schaufelwand (18, 20) und
eine druckseitige Schaufelwand (18, 20) aufweist,
die sich von einer gemeinsamen Vorderkante (14) 10
zu einer Hinterkante (16) erstrecken,
wobei im Schaufelblatt (10) ein Kühlkanalsystem
(21) mit mäanderförmig aufeinanderfolgenden ge-
radlinigen Kanalabschnitten (24, 25, 26) vorgesehen
ist, von denen einer der Kanalabschnitte (24, 25, 26) 15
mit in der Vorderkante (14) mündenden ersten Aus-
trittsöffnungen (36, 38) und ein anderer der Kanal-
abschnitte (24, 25, 26) mit in oder an der Hinterkante
(16) mündenden zweiten Austrittsöffnungen (36, 38)
unmittelbar verbunden sind und 20
wobei zwischen den beiden betreffenden Kanalab-
schnitten (24, 25, 26) ein Umlenkbereich (43) und
eine Strömungsdrossel (44) vorgesehen sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Strömungsdrossel (44) derart im Kühlka- 25
nalsystem (21) angesiedelt ist, dass sie dem Über-
gang (48) gegenüberliegt und mit der druckseitigen
Schaufelwand (18, 20) und der saugseitigen Schau-
felwand (18, 20) verbunden ist. 30
2. Turbinenschaufel (12) nach Anspruch 1,
bei der die Strömungsdrossel (44) in Form einer sich
quer zur Strömungsrichtung erstreckenden Blende
ausgestaltet ist. 35
3. Turbinenschaufel (12) nach Anspruch 1,
bei der die Strömungsdrossel (44) mehrere entlang
einer Reihe angeordnete Sockel (50) umfasst, wobei
die Reihe sich quer zur Strömungsrichtung erstreckt. 40
4. Turbinenschaufel (12) nach Anspruch 1, 2 oder 3,
bei der im Umlenkbereich (43) eine Entnahmeöff-
nung (45) vorgesehen ist. 45

50

55

FIG 1

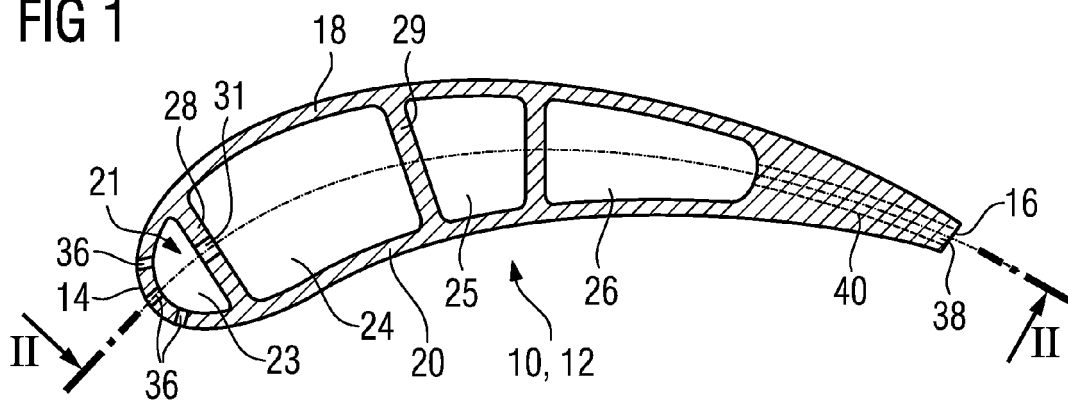


FIG 2

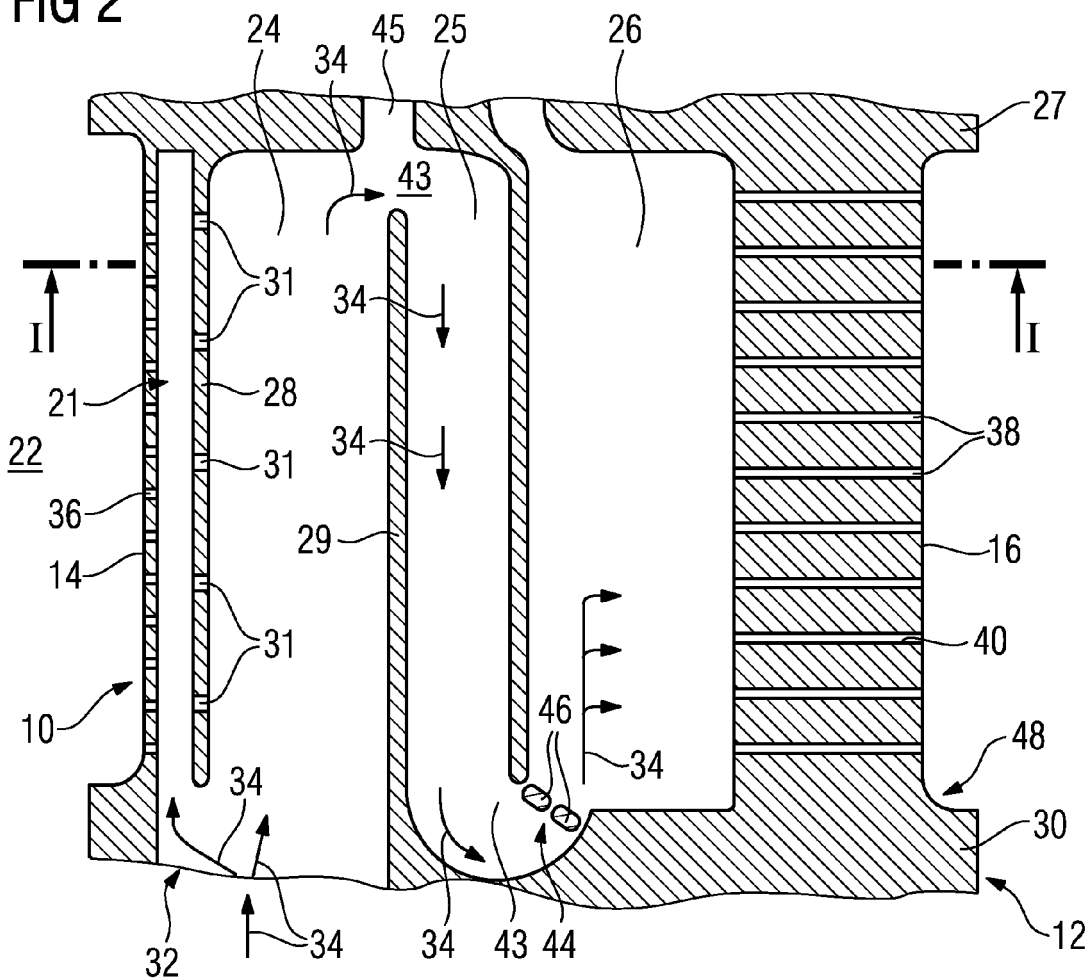


FIG 3

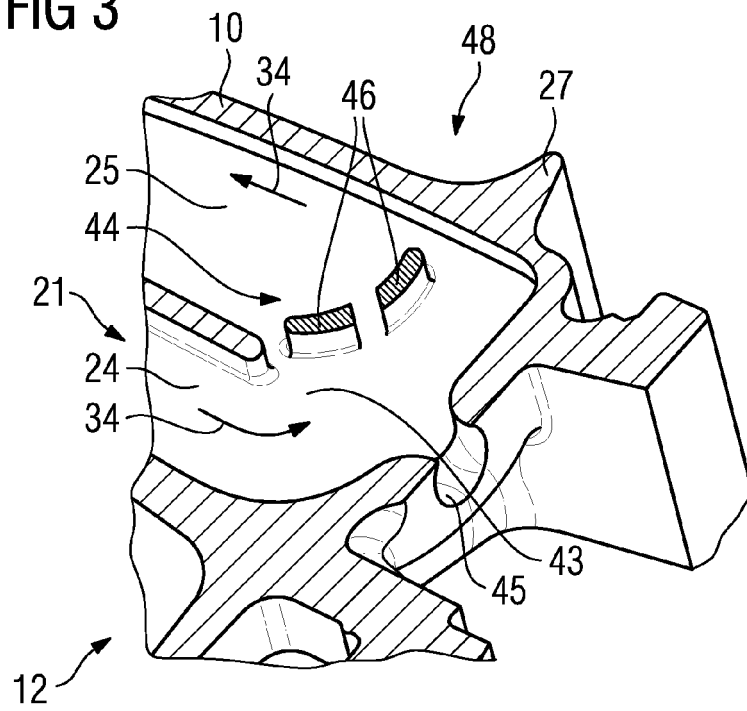
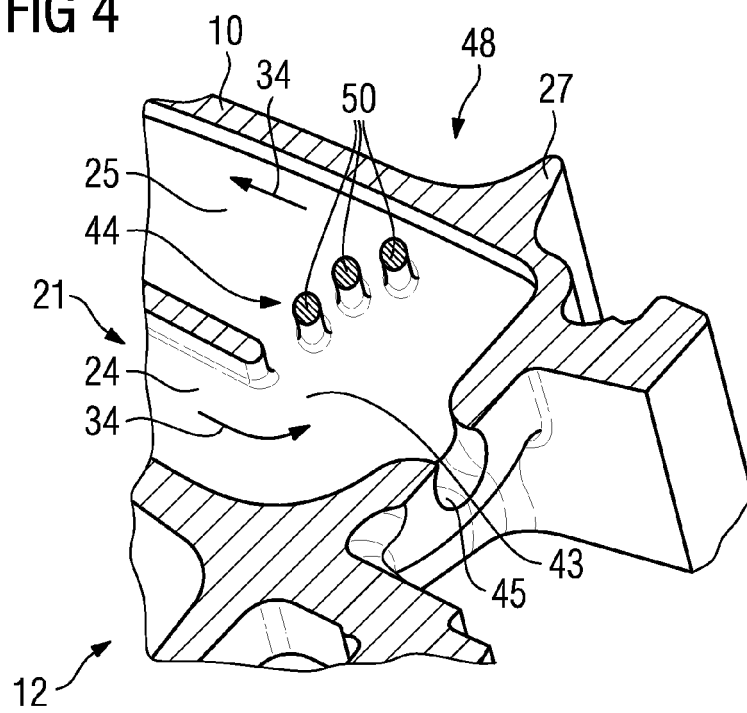


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 15 0957

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 7 547 190 B1 (LIANG GEORGE [US]) 16. Juni 2009 (2009-06-16) * Spalte 3, Zeile 65 - Spalte 4, Zeile 37; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1	INV. F01D5/18 F01D9/02
X	US 2009/185893 A1 (PROPHETER-HINCKLEY TRACY A [US]) 23. Juli 2009 (2009-07-23) * Absätze [0022], [0024], [0025], [0027]; Abbildungen 3-5 *	1,2	
X,D	EP 1 099 825 A1 (SIEMENS AG [DE]) 16. Mai 2001 (2001-05-16) * Absätze [0009], [0010], [0022], [0023], [0026]; Abbildung 1 *	1	
X	US 5 387 085 A (THOMAS JR THEODORE T [US] ET AL) 7. Februar 1995 (1995-02-07) * Spalte 6, Zeilen 12-32; Abbildung 2 *	1	
X	WO 2009/118245 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]; DUECKERSHOFF ROLAND [CH]; NAIK SHAILENDRA) 1. Oktober 2009 (2009-10-01) * Seite 5, Absatz 4 * * Seite 7, Zeile 32 - Seite 8, Zeile 27; Anspruch 7; Abbildung 3 *	1	
X	US 4 236 870 A (HUCUL JR ELIAS ET AL) 2. Dezember 1980 (1980-12-02) * Spalte 3, Zeile 57 - Spalte 4, Zeile 4; Abbildung 1 *	1,3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
A	US 5 498 126 A (PIGHETTI ANNETTE M [US] ET AL) 12. März 1996 (1996-03-12) * Spalte 4, Zeilen 22-46; Abbildung 3 *	1-4	
A	JP 60 198305 A (KOGYO GIJUTSUIN) 7. Oktober 1985 (1985-10-07) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1-4	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. Juni 2011	Prüfer Steinhauser, Udo
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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 15 0957

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 4 257 737 A (ANDRESS DALE E ET AL) 24. März 1981 (1981-03-24) * Spalte 1, Zeile 50 - Spalte 2, Zeile 24; Abbildung 1 *	1-4	
A	EP 1 820 937 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 22. August 2007 (2007-08-22) * Absätze [0012], [0017]; Abbildung 3 *	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. Juni 2011	Prüfer Steinhauser, Udo
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 11 15 0957

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.

09-06-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 7547190 B1	16-06-2009	KEINE	
US 2009185893 A1	23-07-2009	EP 2093376 A2	26-08-2009
EP 1099825 A1	16-05-2001	CN 1409800 A	09-04-2003
		DE 50009560 D1	24-03-2005
		WO 0136790 A1	25-05-2001
		EP 1228293 A1	07-08-2002
		JP 4474085 B2	02-06-2010
		JP 2003515024 T	22-04-2003
		US 6631561 B1	14-10-2003
US 5387085 A	07-02-1995	KEINE	
WO 2009118245 A1	01-10-2009	EP 2255072 A1	01-12-2010
		US 2011103932 A1	05-05-2011
US 4236870 A	02-12-1980	DE 2906365 A1	21-08-1980
US 5498126 A	12-03-1996	DE 69503628 D1	27-08-1998
		DE 69503628 T2	25-03-1999
		EP 0760051 A1	05-03-1997
		JP 3761572 B2	29-03-2006
		JP 9512604 T	16-12-1997
		WO 9530069 A1	09-11-1995
JP 60198305 A	07-10-1985	JP 1602820 C	29-03-1991
		JP 2033843 B	31-07-1990
US 4257737 A	24-03-1981	CA 1115216 A1	29-12-1981
EP 1820937 A2	22-08-2007	AU 2007200773 A1	04-09-2008
		CN 101021166 A	22-08-2007
		JP 2007218257 A	30-08-2007
		SG 135099 A1	28-09-2007
		US 2007189897 A1	16-08-2007

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 0136790 A1 [0002]