

(19)



(11)

EP 2 957 724 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.12.2015 Patentblatt 2015/52

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

(21) Anmeldenummer: **14172768.5**

(22) Anmeldetag: **17.06.2014**

(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 Erreichungsstaaten:
BA ME

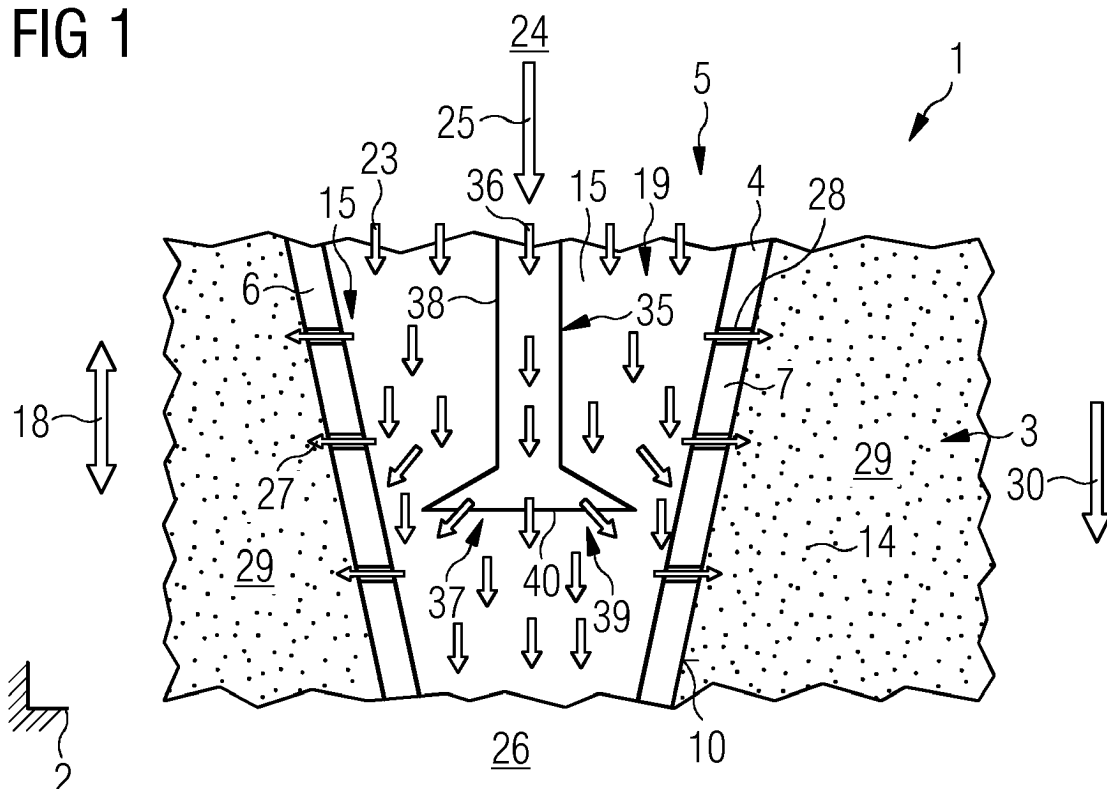
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Johnson, David**
10117 Berlin (DE)
• **Ahmad, Fathi**
41564 Kaarst (DE)

(54) Turbinenschaufel und Turbine

(57) Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel (1) mit einem innengekühlten Turbinenschaufelblatt (3), welches wenigstens einen sich in Längsrichtung (18) der Turbinenschaufel (1) erstreckenden Kühlluft Hauptkanal (19) ausgestaltet, um Kühlluft (23) von einem in einem Bereich (24) eines Turbinenschaufelfußes angeordneten Kühlluft Hauptkanaleinlass in Richtung (25) einer Turbinenschaufelspitze durch das Turbinenschaufelblatt (3)

zu leiten, wobei innerhalb des wenigstens einen Kühlluft Hauptkanals (19) eine hohle Leiteinrichtung (3) zum Leiten von zusätzlicher Kühlluft (36) angeordnet ist, durch welche hindurch unabhängig von dem Kühlluft Hauptkanal (19) zusätzliche Kühlluft (36) stromab hinter dem Kühlluft Hauptkanaleinlass in das Turbinenschaufelblatt (3) einleitbar ist.

FIG 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel mit einem innengekühlten Turbinenschaufelblatt, welches wenigstens einen sich in Längsrichtung der Turbinenschaufel erstreckenden Kühllufthauptkanal ausgestaltet, um Kühlluft von einem in einem Bereich eines Turbinenschaufelfußes angeordneten Kühlluftkanaleinlass in Richtung einer Turbinenschaufelspitze durch das Turbinenblatt zu leiten.

[0002] Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Turbine, insbesondere eine Gasturbine, mit wenigstens einer Turbinenstufe umfassend eine Vielzahl an Turbinenschaufeln.

[0003] Gattungsgemäße Turbinenschaufeln sowie Turbinen und Gasturbinen sind aus dem Stand der Technik bereits bekannt. Insbesondere im Zusammenhang mit Gasturbinen bzw. Heißgasturbinen werden die Turbinenschaufeln von Heißgas umströmt, welches insbesondere deren Turbinenschaufelblätter erhitzt und somit mitunter thermisch stark beansprucht. Um zu verhindern, dass sich diese Turbinenschaufelblätter kritisch erhitzen und gegebenenfalls die gesamten Turbinenschaufeln Schaden nehmen, sind diesbezügliche Turbinenschaufelblätter oftmals innengekühlt. Dass heißt, in den Turbinenschaufelblättern sind Kühlluftkanäle vorgesehen, durch welche Kühlluft strömt, um einer kritischen Erhitzung der Turbinenschaufelblätter entgegenzuwirken. Nachteilig hierbei ist es, dass sich diese Kühlluft auf dem Weg durch die Turbinenschaufelblätter an den erhitzten Turbinenschaufelblattaußenwandungen selbst erwärmt. Dies hat zur Folge, dass sich das Kühlvermögen der Kühlluft zunehmend verringert, je weiter sie den jeweiligen durch das Turbinenschaufelblatt ausgebildeten Kühlkanal durchströmt. Oftmals ist das Kühlvermögen dieser Kühlluft bereits auf der Hälfte der Wegstrecke durch den Kühlluftkanal signifikant gesunken. Insofern sinkt auch die Temperaturdifferenz zwischen dem Heißgas, welches die Turbinenschaufel umströmt, und der durch das Turbinenschaufelblatt geführten Kühlluft, wodurch Bereiche des Turbinenschaufelblatts, welche weiter stromab liegen, weniger gut bis gar nicht mehr gekühlt werden.

[0004] Dieser Nachteil muss bei der thermischen Auslegung der Turbinenschaufel bzw. deren Turbinenschaufelblatt konstruktiv berücksichtigt werden, um hierdurch diesem unerwünschten Effekt möglichst gut entgegenwirken zu können. Durch diesen Umstand ist jedoch die konstruktive Auslegung der Turbinenschaufel nachteilig beschränkt.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, gattungsgemäße Turbinenschaufeln derart weiterzuentwickeln, dass zumindest die vorstehend genannten Nachteile überwunden werden können.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung wird von einer Turbinenschaufel mit einem innengekühlten Turbinenschaufelblatt, welches wenigstens einen sich in Längsrichtung der Turbinenschaufel erstreckenden Kühlluft-

hauptkanal ausgestaltet, um Kühlluft von einem in einem Bereich eines Turbinenschaufelfußes angeordneten Kühlluftkanaleinlass in Richtung einer Turbinenschaufelspitze durch das Turbinenblatt zu leiten, gelöst, wobei innerhalb des wenigstens einen Kühllufthauptkanals eine hohle Leiteinrichtung zum Leiten von Kühlluft angeordnet ist, durch welche hindurch unabhängig von dem Kühllufthauptkanal Kühlluft stromab hinter den Kühlluftkanaleinlass in das Turbinenschaufelblatt eingeleitet werden kann.

[0007] Diese durch die hohle Leiteinrichtung geleitete Kühlluft wird erfindungsgemäß unter Umgehung einer nennenswerten Erwärmung durch von Heißgas umströmten Turbinenschaufelblattwandungen weiter hinten in den Kühllufthauptkanal eingeleitet. Somit kann insbesondere der Mittelteil des Turbinenschaufelblatts effektiver als bisher gekühlt werden.

[0008] Erfindungsgemäß sind vorliegend zumindest innerhalb des Kühllufthauptkanals also Mittel zum Leiten von weiterer Kühlluft vorgesehen, mittels welchen diese zusätzliche Kühlluft unabhängig von einer durch den Kühlluftkanaleinlass unmittelbar in den Kühllufthauptkanal eingeleiteten Kühlluft zumindest teilweise durch den Kühllufthauptkanale geleitet werden kann.

[0009] Hierdurch kann der Effekt erzielt werden, dass die in dem Kühllufthauptkanal bereits erwärmte Kühlluft durch die zusätzliche Kühlluft gekühlt werden kann, indem zumindest ein Teil von der der erwärmten Kühlluft innewohnenden Wärmeenergie an die zusätzliche Kühlluft übertragen wird. Somit ist die dort insgesamt vorhandene Kühlluft kühler als ohne die erfindungsgemäße hohle Leiteinrichtung. Insofern wird ein zusätzlicher Kühleffekt an dem Turbinenschaufelblatt erzielt.

[0010] Während die durch den Kühllufthauptkanaleinlass unmittelbar in den Kühllufthauptkanal eingeleitete Kühlluft, die Wandungen des Kühllufthauptkanals direkt hinter dem Kühlluftkanaleinlass kühlen kann, wobei diese Kühlluft sich jedoch bereits erwärmt, wird die zusätzliche durch die hohle Leiteinrichtung geleitete Kühlluft erst weiter hinten der bereits erwärmten Kühlluft beigemischt, wodurch ein zusätzlicher Kühleffekt innerhalb des Kühllufthauptkanals bzw. an den Wandungen des Kühllufthauptkanals erzielt werden kann.

[0011] Mit dem Begriff "weiter hinten" ist im Sinne der Erfindung ein Ort innerhalb des Kühllufthauptkanals beschrieben, an welchem die zusätzliche Kühlluft in den Kühllufthauptkanal eingeleitet wird und welcher bevorzugt mehr als 30% oder 40% der Gesamtlänge des Kühllufthauptkanals von dem Kühlluftkanaleinlass beabstandet liegt.

[0012] Die zusätzliche durch die hohle Leiteinrichtung geleitete Kühlluft kann derart mit einer Strömungsgeschwindigkeit im Inneren des Kühllufthauptkanals strömen, welche von einer Strömungsgeschwindigkeit einer unmittelbar von dem Kühllufthauptkanal geleiteten Kühlluft verschieden ist, um eine Vermischung beim Zusammenführen der Kühlluft zu begünstigen.

[0013] Es versteht sich, dass die hohle Leiteinrichtung

unterschiedlich innerhalb des wenigstens einen Kühlluft-hauptkanal ausgebildet sein kann.

[0014] Bevorzugt umfasst sie ein Rohrelement mit einem kreisrunden Rohrquerschnitt. Dieses Rohrelement kann jedoch auch jeden anders geformten Rohrquerschnitt aufweisen, wenn dies zweckdienlich ist. Beispielsweise kann der Rohrquerschnitt oval, rechteckig, dreieckig oder dergleichen ausgebildet sein.

[0015] Das vorliegende Turbinenschaufelblatt kann hierbei auch von mehreren Kühlluftkanälen durchzogen sein. Je nach der thermischen Auslegung der Turbinenschaufel kann eine hohle Leiteinrichtung auch in mehreren Kühlluftkanälen oder gegebenenfalls auch in allen der Kühlluftkanäle angeordnet sein.

[0016] Bereits signifikant verbesserte Kühlleistungen können an einer entsprechend ausgebildeten Turbinenschaufel erzielt werden, wenn die vorliegende hohle Leiteinrichtung wenigstens in einem der Kühlmittelhauptkanäle angeordnet ist.

[0017] Bei der erfindungsgemäßen Turbinenschaufel handelt es sich bevorzugt um eine Turbinenschaufel einer Gasturbine und speziell einer Heißgasturbine, da diesbezügliche Turbinenschaufeln thermisch besonders stark belastet sind, so dass gerade diese Turbinenschaufeln durch die vorliegende hohle Leiteinrichtung besonders vorteilhaft weiterentwickelt werden können.

[0018] Um einen guten zusätzlichen Kühleffekt entlang eines weiten Bereichs des Turbinenschaufelblatts zu erzielen, ist es vorteilhaft, wenn die hohle Leiteinrichtung ein Rohrelement mit einer Länge umfasst, welche weniger als 80% oder weniger als 60% der Kühllufthauptkanallänge beträgt. Hierdurch kann innerhalb des Kühllufthauptkanals eine Aufheizung der Kühlluft insgesamt reduziert werden.

[0019] Ein besonders günstiger zusätzlicher Kühleffekt kann erzielt werden, wenn die hohle Leiteinrichtung ein Rohrelement mit einer Länge umfasst, welche mindestens 30% oder 40%, vorzugsweise 50%, der Kühllufthauptkanallänge beträgt. Mit anderen Worten: der Kühlluftauslass, aus dem die größte, wenn nicht die gesamte in der hohlen Leiteinrichtung geführte Kühlluftmenge austreten kann, liegt an den besagten Positionen des Kühllufthauptkanals.

[0020] Weiterhin gute Strömungsverhältnisse können innerhalb des Kühllufthauptkanals gewährleistet werden, wenn die hohle Leiteinrichtung zentrisch innerhalb des Kühlmittelhauptkanals angeordnet ist.

[0021] Weist die hohle Leiteinrichtung einen sich in Strömungsrichtung konisch erweiternden Kühlluftauslass auf, ist es möglich, dass sich die durch die hohle Leiteinrichtung weiter hinten in dem Kühllufthauptkanal eingeleitete zusätzliche Kühlluft günstiger über den Querschnitt des Kühllufthauptkanals verteilen, nachdem diese zusätzliche Kühlluft in den Kühllufthauptkanal eingeströmt ist. Hierdurch kann die Kühleffektivität weiter gesteigert werden.

[0022] Eine bevorzugte Ausführungsvariante sieht vor, dass die hohle Leiteinrichtung einen Diffusor um-

fasst. Mittels des Diffusors gelingt es auf konstruktiv einfache Weise, die Strömungsgeschwindigkeit der zusätzlichen Kühlluft vor dem Eintritt in den Kühllufthauptkanal derart zu verringern, dass sich die zusätzliche Kühlluft intensiver mit der übrigen bereits innerhalb des Kühllufthauptkanals erwärmten Kühlluft vermischen kann, bevor die Kühlluft insgesamt den Kühllufthauptkanal verlässt. Hierdurch kann die Kühleffektivität nochmals gesteigert werden.

[0023] Es versteht sich, dass dieser Diffusor unterschiedlicher Gestalt sein kann. Jedenfalls kann der Diffusor durch einen trichterförmigen Auslass des Rohrelements der hohlen Leiteinrichtung konstruktiv einfach bereitgestellt werden. Insbesondere in diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn ein Diffusor der hohlen Leiteinrichtung die Innenquerschnittsfläche des Kühllufthauptkanals zusätzlich verjüngt. Hierdurch wird die durch den Kühllufthauptkanal regulär strömende Kühlluft auf Höhe des Auslasses der hohlen Leiteinrichtung beschleunigt, wodurch diese günstiger mit der aus dem Diffusor strömenden zusätzlichen Kühlluft verwirbeln kann. Hierdurch ist eine nochmalige Steigung der Kühleffektivität erreicht.

[0024] Vorteilhafterweise ist der Diffusor an dem der Turbinenschaufelspitze zugewandten Ende der hohlen Leiteinrichtung angeordnet, sodass die Strömungsgeschwindigkeit der zusätzlichen Kühlluft nach dem Verlassen eines im Durchmesser begrenzten Rohrelements der hohlen Leiteinrichtung betriebssicher reduziert werden kann.

[0025] Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn in Außenwandungen des Turbinenschaufelblatts Kühlluftaustrittöffnungen angeordnet sind, welche in Längserstreckung des Kühllufthauptkanals lediglich vor einem Diffusor der hohlen Leiteinrichtung und/oder lediglich nach diesem Diffusor angeordnet sind. Sind auf Höhe des Diffusors keine Kühlluftaustrittöffnungen vorgesehen, kann die Gefahr verringert werden, dass dort aufgrund einer Druckerhöhung durch die beschleunigte Kühlluft, ein übermäßig hoher Teil an Kühlluft aus den Kühlluftaustrittöffnungen ausströmt.

[0026] Insofern ist es vorteilhaft, wenn auf Höhe des Diffusors die Kühllufthauptkanalwandungen vollständig verschlossen und dicht sind.

[0027] Die Längserstreckung des Kühllufthauptkanals fluchtet vorliegend mit der Längsrichtung der Turbinenschaufel bzw. des Turbinenschaufelblatts.

[0028] Beispielsweise sind solche Kühlluftaustrittöffnungen durch entsprechende in den Außenwandungen eingebrachte Auslassbohrungen realisiert.

[0029] Der Kühllufthauptkanal, in welchem erfindungsgemäß die hohle Leiteinrichtung integriert ist, kann zweckmäßig ausgebildet sein, wenn der Kühllufthauptkanal von Außenwandungen des Turbinenschaufelblatts und einem oder zwei innerhalb des Turbinenschaufelblatts angeordneten Rippelementen ausgestaltet ist, wobei die hohle Leiteinrichtung ausgehend von einem Turbinenschaufelfuß in den Kühllufthauptkanal hinein-

ragt.

[0030] Die Gefahr, dass sich die zusätzliche durch die hohle Leiteinrichtung geleitete Kühlluft durch die Heißgase, welche die Turbinenschaufel außen umströmen, ungünstig erwärmt, kann nahezu ausgeschlossen werden, wenn die hohle Leiteinrichtung beabstandet von den Turbinenschaufelblattwandungen, insbesondere von den Vorderseiten- und/oder Hinterseitenwandungen des Turbinenschaufelblatts, angeordnet ist.

[0031] Die Aufgabe der Erfindung wird auch von einer Turbine, insbesondere einer Gasturbine, mit wenigstens einer Turbinenstufe umfassend eine Vielzahl an Turbinenschaufeln gelöst, wobei die wenigstens eine Turbinenstufe Turbinenschaufeln nach einem der vorhergehenden Merkmale umfasst.

[0032] Eine mit thermisch entlasteten Turbinenschaufeln ausgerüstete Turbine kann nicht nur wartungsärmer betrieben werden, sondern sie besitzt darüber hinaus auch eine höhere Standfestigkeit.

[0033] An der vorliegenden Turbinenschaufel kann somit entlang der Längsrichtung des Turbinenschaufelblatts entweder ein wesentlich günstigerer Kühleffekt bei gleichem Kühlluftvolumen wie bisher erzielt werden. Oder es kann mit einem geringen Kühlluftvolumen die gleiche Kühlleistung wie bisher erzielt werden.

[0034] Weitere Merkmale, Effekte und Vorteile vorliegender Erfindung werden anhand anliegender Zeichnung und nachfolgender Beschreibung erläutert, in welchen beispielhaft ein Turbinenschaufelblatt mit einer innerhalb eines Kühlluftkanals angeordneten hohlen Leiteinrichtung zum Zuleiten einer zusätzlichen Kühlluft dargestellt und beschrieben ist.

[0035] In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 schematisch eine erste längsgeschnittene Teilansicht eines Turbinenschaufelblatts mit einer innerhalb eines Kühllufthauptkanals angeordneten hohlen Leiteinrichtung zum Leiten zusätzlicher Kühlluft in das Turbinenschaufelblatt;

Figur 2 schematisch eine gegenüber der in der Figur 1 gezeigten Teilansicht um 90° gedrehte weitere längsgeschnittene Teilansicht des Turbinenschaufelblatts aus der Figur 1;

Figur 3 schematisch eine Querschnittsansicht des Turbinenschaufelblatts aus den Figuren 1 und 2 entlang der Schnittrlinie A-A; und

Figur 4 schematisch eine andere Querschnittsansicht des Turbinenschaufelblatts aus den Figuren 1 bis 3 entlang der Schnittrlinie B-B.

[0036] Die in den Figuren 1 bis 4 in unterschiedlichen Ansichten jeweils teilweise gezeigte Turbinenschaufel 1 einer Heißgasturbine 2 weist ein innengekühltes Turbinenschaufelblatt 3 mit einem Hohlprofil 4 auf.

[0037] Das Hohlprofil 4 umschließt hierbei einen Hohl-

raum 5 der Turbinenschaufel 1 im Wesentlichen durch eine Vorderseitenwand 6 des Turbinenschaufelblatts 3 sowie durch eine Hinterseitenwand 7 des Turbinenschaufelblatts 3, welche sowohl an der Vorderkante 8 des Turbinenschaufelblatts 3 als auch an dessen Hinterkante 9 ineinander übergehen. Insofern verkörpern die Vorder- und Hinterseitenwand 6 bzw. 7 die Außenwandungen 10 des Turbinenschaufelblatts 3.

[0038] Die Vorderseitenwand 6 bildet hierbei die Druckseite 11 und die Hinterseitenwand 7 dementsprechend die Saugseite 12 der Turbinenschaufel 1, da die Turbinenschaufel 1 im Betrieb der Heißgasturbine 2 in Richtung 13 von einem Heißgas 14 angeströmt bzw. umströmt wird (siehe Figuren 3 und 4).

[0039] Innerhalb des Hohlraums 5 befinden sich zur Unterteilung des Hohlprofils 4 noch drei Rippenelemente 15, 16 sowie 17, welche in Längsrichtung 18 der Turbinenschaufel 1 bzw. des Turbinenschaufelblatts 3 verlaufend angeordnet sind.

[0040] In diesem Ausführungsbeispiel ist mittels der drei Rippenelemente 15, 16 und 17 der Hohlraum 5 in wenigstens einen Kühllufthauptkanal 19 und in drei weitere Kühlluftkanäle 20, 21 und 22 unterteilt, welche jeweils ebenfalls in Längsrichtung 18 der Turbinenschaufel 1 verlaufen.

[0041] Insbesondere mittels des Kühllufthauptkanals 19 wird Kühlluft 23 von einem in einem Bereich 24 eines Turbinenschaufelfußes (nicht gezeigt) angeordneten Kühllufthauptkanaleinlass (nicht gezeigt) in Richtung 25 eines weiter außenliegenden Bereichs 26 einer Turbinenschaufelspitze (nicht gezeigt) durch das Turbinenschaufelblatt 3 hindurch geleitet, um das Turbinenschaufelblatt 3 von innen her zu kühlen.

[0042] Diese Kühlluft 23 wird also unmittelbar über den hier nicht gezeigten Kühllufthauptkanaleinlass in den Kühllufthauptkanal 19 einspeist, so dass diese Kühlluft 23 den gesamten Kühllufthauptkanal 19 durchströmt, sofern Teile 27 (nur exemplarisch beziffert) der Kühlluft 23 vorher nicht bereits durch in den Außenwandungen 10 eingebrachten Auslassbohrungen 28 nach außen in die Umgebung 29 des Turbinenschaufelblatts 3 ausgeströmt sind.

[0043] Auf dem Weg durch den Kühllufthauptkanal 19 in Strömungsrichtung 30 hindurch erwärmt sich die mittels des Kühllufthauptkanaleinlasses eingebrachte Kühlluft 23 immer stärker, da ausgehend von den erhitzten Außenwandungen 10 ein Wärmeübertrag an Wärmeenergie auf die Kühlluft 23 stattfindet. Dies bewirkt, dass die weiter in Strömungsrichtung 30 stromab liegenden Bereiche des Turbinenschaufelblatts 3 weniger gut durch diese Kühlluft 23 gekühlt werden, wodurch insbesondere Bereiche in der Nähe der Turbinenschaufelblattspitze thermisch stets stärker belastet sind.

[0044] Um diesem Nachteil entgegenzuwirken, ist erfindungsgemäß innerhalb des Kühllufthauptkanals 19 eine hohle Leiteinrichtung 35 zum Leiten von zusätzlicher Kühlluft 36 angeordnet, durch welche hindurch unabhängig von dem Kühllufthauptkanal 19 eine zusätzliche Kühl-

luft 36 stromab hinter dem Kühllufthauptkanaleinlass in das Turbinenschaufelblatt 3 eingeleitet werden kann.

[0045] Hierdurch gelingt es, diese durch die hohle Leiteinrichtung 35 hindurch geleitete zusätzliche Kühlluft 36 unter Umgehung einer Erwärmung durch die von dem Heißgas 14 umströmten Außenwandungen 10 des Turbinenschaufelblatts 3 weiter hinten in den Kühllufthauptkanal 19 einzuleiten.

[0046] Somit gelingt es mittels der hohlen Leiteinrichtung 35 erstmals auf konstruktiv einfache Weise, die von dem das Turbinenschaufelblatt 3 umströmenden Heißgas 14 weitestgehend noch unerwärmte Kühlluft 36 weiter hinten in den Kühllufthauptkanal 19 einzuleiten, so dass von dem Kühllufthauptkanaleinlass weiter beabstandete und dafür näher an der Turbinenschaufelblattspitze liegende Bereiche mithilfe dieser zusätzlichen Kühlluft 36 effektiver gekühlt werden können.

[0047] In diesem Ausführungsbeispiel liegt ein trichterförmig ausgestalteter Auslass 37 der hohlen Leiteinrichtung 35 - ausgehen von dem Kühllufthauptkanaleinlass - in etwa bei 50% der Länge des Kühllufthauptkanals 19, so dass in etwa nach der Hälfte des Kühllufthauptkanals 19 nochmals zusätzliche Kühlluft 36 in diesen Kühllufthauptkanal 19 eingeleitet werden kann.

[0048] Die hohle Leiteinrichtung 35 weist ein Rohrelement 38 auf, welches an seinem der Turbinenschaufelblattspitze zugewandten Ende 39 somit einen größeren Durchmesser aufweist. Das Ende 39 ist hierbei als Diffusor 40 ausgestaltet, so dass die Strömungsgeschwindigkeit der durch das Rohrelement 38 geleiteten zusätzlichen Kühlluft 36 vor dem Einleiten in den Kühllufthauptkanal 19 reduziert wird. Insofern kann mehr Zeit für eine intensivere Durchmischung mit der bereits erwärmten Kühlluft 23 zur Verfügung gestellt werden. Hierdurch kann einerseits die bereits erwärmte Kühlluft 23 und andererseits insbesondere die Außenwandungen 10 von der zusätzlichen Kühlluft 36 günstiger gekühlt werden.

[0049] Gemäß den Darstellungen nach den Figuren 1 und 2 ist gut zu erkennen, wie der Innenquerschnitt, durch welchen die Kühlluft 23 strömen kann, des Kühllufthauptkanals 19 zum einen durch das kreisrunde Rohrelement 38 verengt ist. Zum anderen wird dieser Innenquerschnitt nochmals durch den trichterförmigen Auslass 37 verjüngt, wodurch die in dem Kühllufthauptkanal 19 strömende Kühlluft 23 beschleunigt wird, bevor sie sich mit der zusätzlichen Kühlluft 36 vermischt.

[0050] Speziell gemäß den Darstellungen nach den Figuren 3 und 4 ist gut zu erkennen, dass die hohle Leiteinrichtung 35 in etwa zentrisch in dem Kühllufthauptkanal 19 angeordnet ist, um ein möglichst gleichmäßiges Strömen der Kühlluft 23 innerhalb des Kühllufthauptkanals 19 zu ermöglichen.

[0051] Nach der Darstellung der Figur 3 ist das Turbinenschaufelblatt 3 in Höhe stromab des Diffusors 40 geschnitten, mit Blickrichtung entgegen der Strömungsrichtung 30 auf die hohle Leiteinrichtung 35.

[0052] Im Gegensatz hierzu ist das Turbinenschaufelblatt 3 nach der Darstellung der Figur 4 auf Höhe des

Rohrelements 38 mit Blickrichtung entgegen der Strömungsrichtung 30 geschnitten.

[0053] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch dieses offenbarte Ausführungsbeispiel eingeschränkt, und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (1) mit einem innengekühlten Turbinenschaufelblatt (3), welches wenigstens einen sich in Längsrichtung (18) der Turbinenschaufel (1) erstreckenden Kühllufthauptkanal (19) ausgestaltet, um Kühlluft (23) von einem in einem Bereich (24) eines Turbinenschaufelfußes angeordneten Kühllufthauptkanaleinlass in Richtung (25) einer Turbinenschaufelspitze durch das Turbinenschaufelblatt (3) zu leiten, wobei innerhalb des wenigstens einen Kühllufthauptkanals (19) eine hohle Leiteinrichtung (3) zum Leiten von zusätzlicher Kühlluft (36) angeordnet ist, durch welche hindurch unabhängig von dem Kühllufthauptkanal (19) zusätzliche Kühlluft (36) stromab hinter dem Kühllufthauptkanaleinlass in das Turbinenschaufelblatt (3) einleitbar ist.
2. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 1, wobei die hohle Leiteinrichtung (35) ein Rohrelement (38) mit einer Länge umfasst, welche weniger als 80% oder weniger als 60%, vorzugsweise 50%, der Kühllufthauptkanallänge beträgt.
3. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die hohle Leiteinrichtung (35) ein Rohrelement (38) mit einer Länge umfasst, welche mindestens 30% oder 40%, vorzugsweise 50%, der Kühllufthauptkanallänge beträgt.
4. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die hohle Leiteinrichtung (35) zentrisch innerhalb des Kühllufthauptkanals (19) angeordnet ist.
5. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die hohle Leiteinrichtung (35) einen sich in Strömungsrichtung (30) konisch erweiternden Kühlluftauslass (37) aufweist.
6. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die hohle Leiteinrichtung (35) einen Diffusor (40) umfasst.
7. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1

bis 6,
wobei ein Diffusor (40) der hohlen Leiteinrichtung
(35) die Innenquerschnittsfläche des Kühllufthaupt-
kanals (19) zusätzlich verjüngt.

5

8. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1
bis 7,
wobei ein Diffusor (40) der hohlen Leiteinrichtung
(35) an dem der Turbinenschaufelspitze zugewand- 10
ten Ende der hohlen Leiteinrichtung (35) angeordnet
ist.

9. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1
bis 8,
wobei in Außenwandungen (10) des Turbinenschau- 15
felblatts (3) Kühlluftaustrittöffnungen (28) angeord-
net sind, welche in Längserstreckung des Kühlluft-
hauptkanals (19) lediglich vor einem Diffusor (40)
der hohlen Leiteinrichtung (35) und/oder lediglich
nach diesem Diffusor (40) angeordnet sind. 20

10. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1
bis 9,
wobei der Kühllufthauptkanal (19) von Außenwan- 25
dungen (10) des Turbinenschaufelblatts (3) und von
einem oder zwei innerhalb des Turbinenschaufel-
blatts (3) angeordneten Rippelementen (15, 16)
ausgestaltet ist, wobei die hohle Leiteinrichtung (35)
ausgehend von einem Turbinenschaufelfuß in den
Kühllufthauptkanal (19) hineinragt. 30

11. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1
bis 10,
wobei die hohle Leiteinrichtung (35) beabstandet 35
von den Außenwandungen (10) des Turbinenschau-
felblatts (3), insbesondere von den Vorderseiten-
und/oder Hinterseitenwandungen (6, 7) des Turbi-
nenschaufelblatts (3), angeordnet ist.

12. Turbine (2), insbesondere Gasturbine, 40
mit wenigstens einer Turbinenstufe umfassend eine
Vielzahl an Turbinenschaufeln (1), wobei die we-
nigstens eine Turbinenstufe Turbinenschaufeln (1)
nach einem der vorstehenden Ansprüche umfasst. 45

50

55

FIG 1

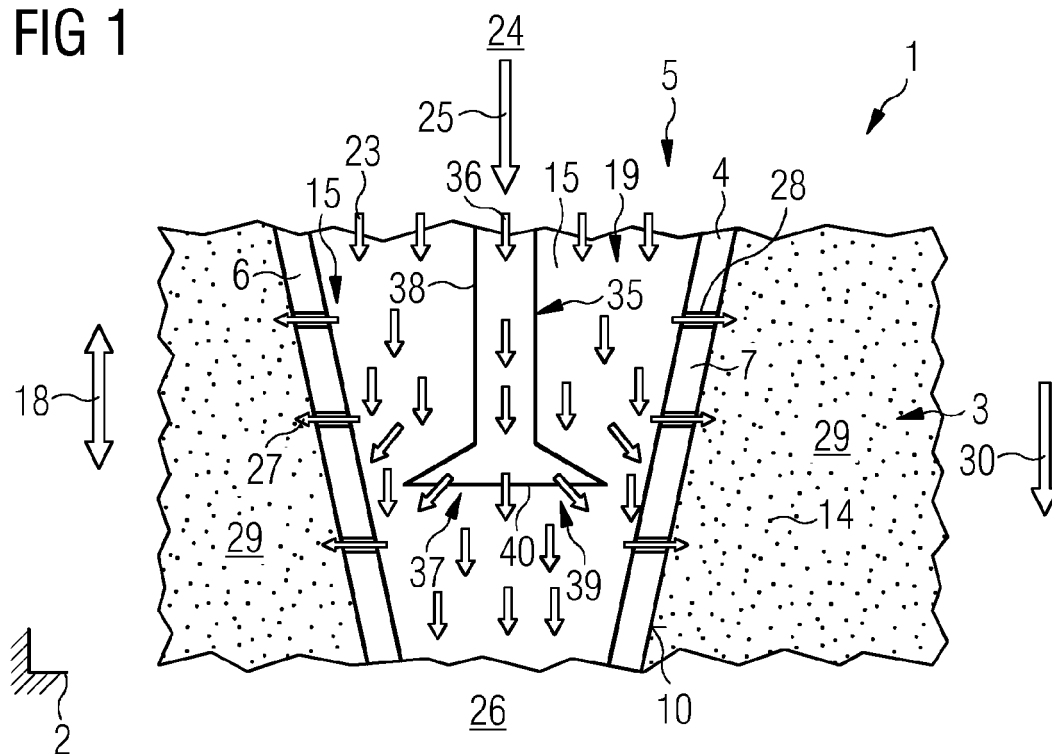


FIG 2

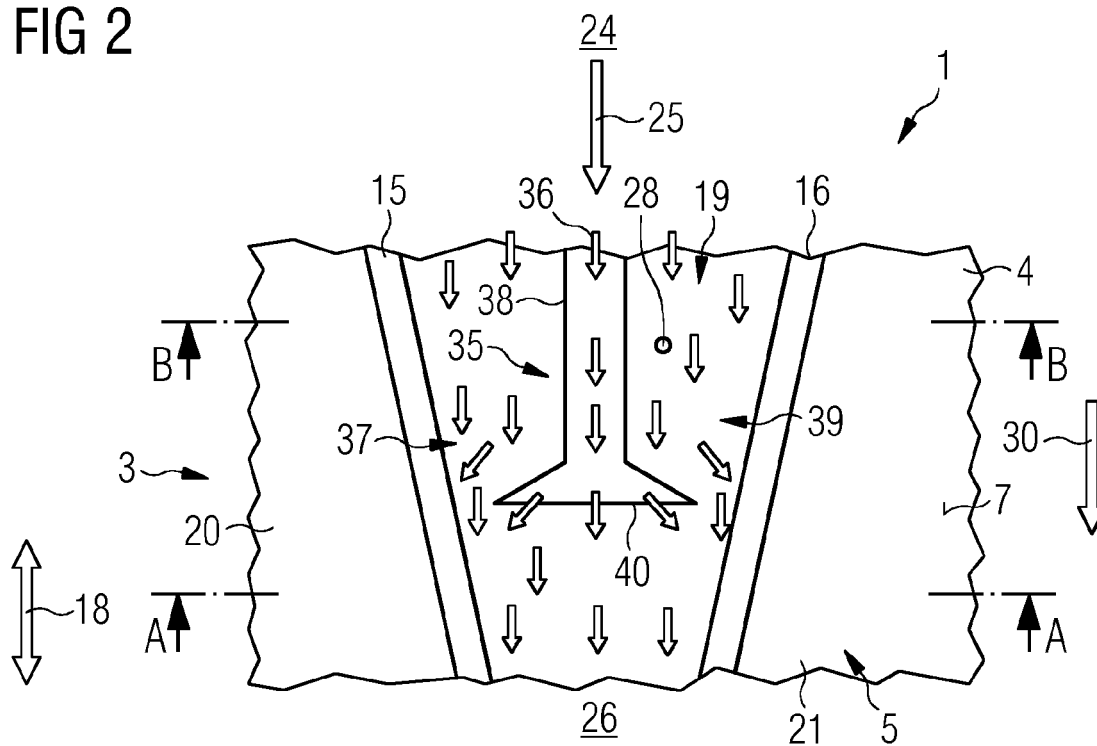


FIG 3

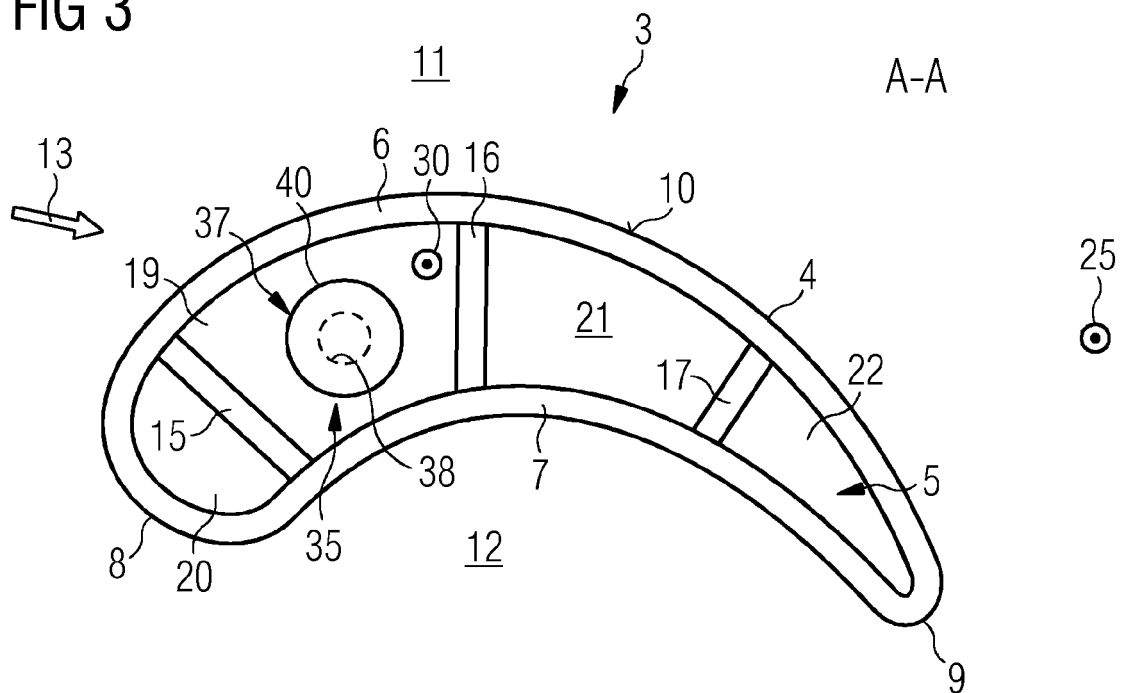
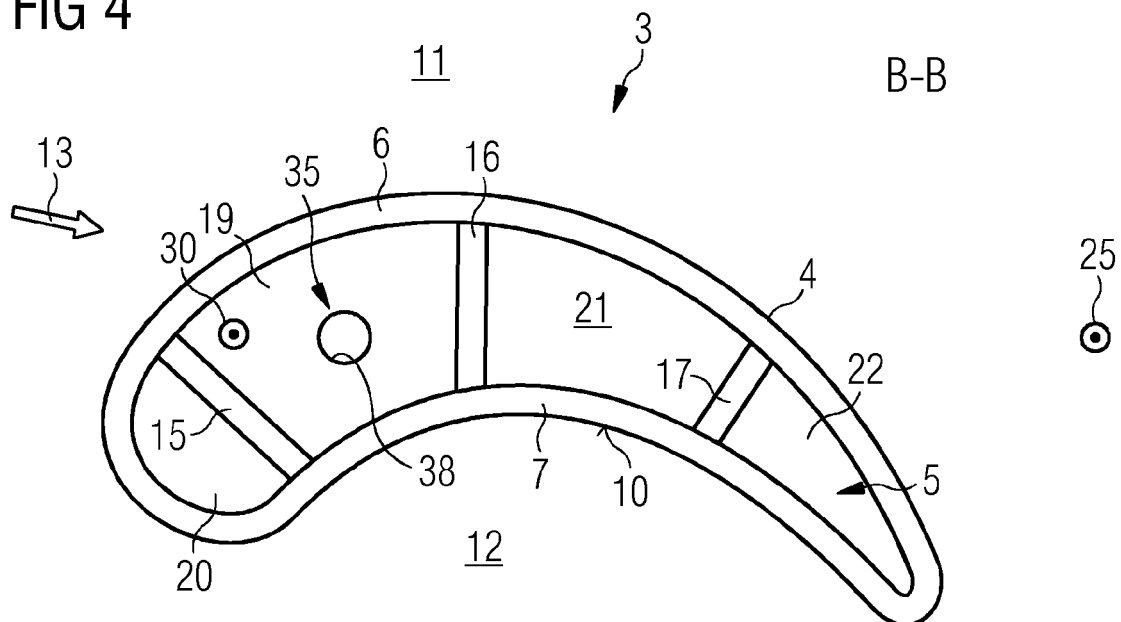


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 17 2768

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	US 3 867 068 A (CORSMEIER ROBERT J ET AL) 18. Februar 1975 (1975-02-18) * Spalte 3, Zeile 29 - Spalte 6, Zeile 14; Ansprüche 1-5; Abbildungen 1-4 *	1-4,9-12 5-8	INV. F01D5/18
X A	EP 0 232 782 A1 (SIBBERTSEN WALTER PROF DIPL PH) 19. August 1987 (1987-08-19) * Seite 3, Zeile 30 - Seite 7, Zeile 24; Ansprüche 22-25; Abbildungen 1-5 *	1-4,9-12 5-8	
A	US 3 994 622 A (SCHULTZ PAUL EDWIN ET AL) 30. November 1976 (1976-11-30) * das ganze Dokument *	1-12	
A	DE 12 04 021 B (ROLLS ROYCE) 28. Oktober 1965 (1965-10-28) * das ganze Dokument *	1-12	
A	GB 1 605 194 A (ROLLS ROYCE) 7. April 1983 (1983-04-07) * das ganze Dokument *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. Oktober 2014	Prüfer Balice, Marco
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 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 17 2768

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.

24-10-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3867068 A	18-02-1975	BE 813090 A1	30-09-1974
		CA 994672 A1	10-08-1976
		DE 2413292 A1	10-10-1974
		FR 2223550 A1	25-10-1974
		GB 1467374 A	16-03-1977
		IT 1003841 B	10-06-1976
		JP S5026103 A	19-03-1975
		NL 7404257 A	02-10-1974
		SE 390433 B	20-12-1976
		US 3867068 A	18-02-1975
EP 0232782 A1	19-08-1987	AU 6896387 A	25-08-1987
		CA 1278260 C	27-12-1990
		CN 87101766 A	07-10-1987
		DE 3603350 A1	06-08-1987
		EP 0232782 A1	19-08-1987
		JP S63502913 A	27-10-1988
		US 4818178 A	04-04-1989
		WO 8704776 A1	13-08-1987
US 3994622 A	30-11-1976	KEINE	
DE 1204021 B	28-10-1965	BE 588601 A1	01-07-1960
		CH 384943 A	26-02-1965
		DE 1204021 B	24-10-2014
		FR 1253480 A	10-02-1961
		GB 884409 A	13-12-1961
		NL 250945 A	24-10-2014
GB 1605194 A	07-04-1983	FR 2518642 A1	24-06-1983
		GB 1605194 A	07-04-1983
		US 4413949 A	08-11-1983

EPO FORM P0461

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