

(19)



(11)

EP 2 998 507 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.03.2016 Patentblatt 2016/12

(51) Int Cl.:
F01D 5/14 (2006.01) F01D 5/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14184930.7**

(22) Anmeldetag: **16.09.2014**

(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 Erstreckungsstaaten:
BA ME

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

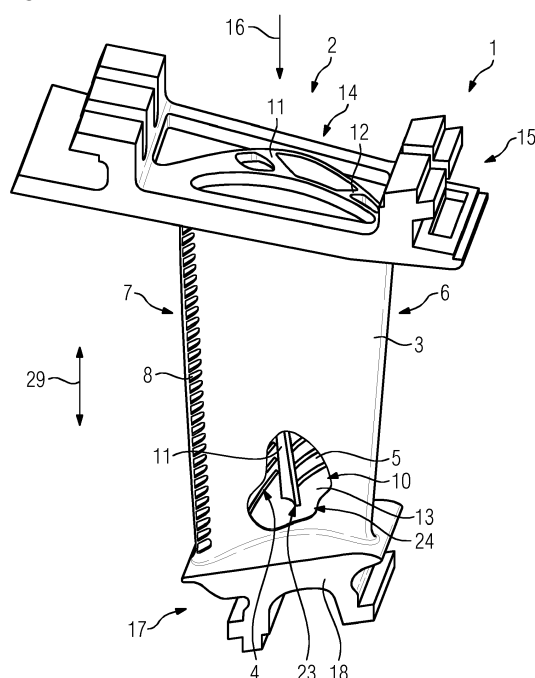
(72) Erfinder:
• **Ahmad, Fathi**
41564 Kaarst (DE)
• **Buchholz, Björn**
45470 Mülheim an der Ruhr (DE)
• **Camillieri, Stephen A.**
Fort Mill, 29715 (US)
• **Kurt, Nihal**
40231 Düsseldorf (DE)
• **Radulovic, Radan**
44799 Bochum (DE)

(54) **Eine gekühlte Turbinenschaufel, welche interne Verbindungsrippen zwischen den Kühlräumen beinhaltet, welche Sollbruchstellen zur Verringerung von Thermischen Spannungen aufweisen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel (1) mit einem innengekühlten Turbinenschaufelblatt (3), in welchem ein Hohlraum (10) durch Rippenelemente (11, 12) in wenigstens einen Kühlmittel führenden Kühlkanal (13) unterteilt ist, wobei in wenigstens einem der Rippen-

elemente (11, 12) Mittel (33) zum Erzeugen eines sich in Längsrichtung (29) des wenigstens einen Rippenelements (11, 12) zumindest teilweise erstreckenden Teilungsrisses (30) angeordnet sind.

FIG 1



EP 2 998 507 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel mit einem innengekühlten Turbinenschaufelblatt, in welchem ein Hohlraum durch Rippenelemente in wenigstens einen Kühlmittel führenden Kühlkanal unterteilt ist.

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

[0003] Gattungsgemäße Turbinenschaufeln sowie Turbinen und Gasturbinen sind aus dem Stand der Technik bereits gut bekannt.

[0004] Oftmals ist eine diesbezügliche Turbinenschaufel mit einem innengekühlten Turbinenschaufelblatt ausgerüstet, um selbst hohen in der Turbine, insbesondere in einer Heißgasturbine, vorherrschenden Temperaturen thermisch und mechanisch standhalten zu können. Gerade in Heißgasturbinen sind die Turbinenschaufeln oftmals thermisch und mechanisch höher belastet, wobei es hierbei kaum eine Rolle spielt, ob es sich bei der Turbinenschaufel um eine Leitschaufel oder um eine Laufschaufel der Turbine handelt. Um eine verbesserte Kühlung der Turbinenschaufel zu ermöglichen, besitzt ein derartiges innengekühltes Turbinenschaufelblatt einen Hohlraum, durch welchen ein Kühlmedium hindurch geleitet werden kann. In diesem Hohlraum ist meistens zusätzlich noch ein Rippenelement oder eine Vielzahl an Rippenelementen angeordnet, um in dem Hohlraum wenigstens einen Kühlkanal mit einem oftmals mäandrierenden Kühlkanalverlauf auszubilden. Insbesondere wenn die Vorderseitenfläche des Turbinenschaufelblatts und die Rückseitenfläche des Turbinenschaufelblatts thermisch weniger gut ausbalanciert sind, können sowohl eine diesbezügliche Vorderseitenwand als auch eine entsprechende Rückseitenwand des Turbinenschaufelblatts im Bereich eines das Turbinenschaufelblatt aussteifenden Rippenelements thermo-mechanisch hoch belastet sein. Hierdurch können sich an dem Turbinenschaufelblatt partiell kritische Spannungszustände einstellen, wodurch die Turbinenschaufel in manchen Gebieten besonders nachteiligen Belastungszuständen ausgesetzt ist, welche dort im Laufe der Zeit zu einer rascheren Materialermüdung führen können. Hierbei sind insbesondere auch die Übergangsbereiche zwischen dem Rippenelement und der Vorder- bzw. der Rückseitenwand des Turbinenschaufelblatts zu nennen.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, gattungsgemäße Turbinenschaufeln weiterzuentwickeln, um zumindest die vorstehend genannten Nachteile zu überwinden.

[0006] Die vorliegende Aufgabe wird von einer Turbinenschaufel mit einem innengekühlten Turbinenschaufelblatt gelöst, in welchem ein Hohlraum durch Rippenelemente in wenigstens einen Kühlmittel führenden Kühlkanal unterteilt ist, wobei in wenigstens einem der Rippenelemente Mittel zum Erzeugen eines sich in Längsrichtung des Rippenelements zumindest teilweise erstre-

ckenden Teilungsrissses angeordnet sind.

[0007] Besonders einfach kann der Teilungsrisss in dem Rippenelement erzeugt werden, wenn hierfür in dem diesbezüglichen Rippenelement entsprechende Mittel zum Erzeugen des Teilungsrissses eingebracht sind. Hierdurch kann der Verlauf des Teilungsrissses innerhalb des Rippenelements in Längsrichtung und Querrichtung bereits gut vordefiniert werden.

[0008] Durch diese erfindungsgemäße zumindest teilweise erzielbare Teilung des Rippenelements können speziell in Übergangsbereichen zwischen dem Rippenelement und den Außenwänden, also den Vorder- bzw. Rückseitenwänden, der Turbinenschaufel, an der Vorderseite oder der Rückseite selbst, oder aber auch in dem Rippenelement an sich, speziell thermo-mechanisch verursachte Spannungen signifikant reduziert werden, wodurch eine Materialermüdung in diesbezüglich kritischen Gebieten entsprechend gut verzögert werden kann.

[0009] Insbesondere können durch Temperaturunterschiede zwischen der Saugseite und der Druckseite des Turbinenschaufelblatts hervorgerufen thermo-mechanische Spannungen signifikant in kritischen Gebieten des Turbinenschaufelblatts reduziert werden.

[0010] Vorteilhafterweise ist der vorliegende gezielt erzeugte Teilungsrisss derart ausgestaltet, dass er eine verbesserte Spannungsverteilung innerhalb des Rippenelements, in Übergangsbereichen zwischen dem eigentlichen Rippenelement und der Vorderseitenwand des Turbinenschaufelblatts und/oder der Rückseitenwand des Turbinenschaufelblatts, aber auch in den eigentlichen Außenwänden des Turbinenschaufelblatts ermöglicht. Hierdurch kann insbesondere in kritischen Bereichen um das Rippenelementende herum, aber auch innerhalb des Rippenelements an sich, eine Spannungsreduzierung von mindestens 10% oder vorzugsweise von mehr als 20% oder 25% erzielt werden.

[0011] Mit dem Begriff "Materialermüdung" ist im Sinne der Erfindung insbesondere eine Ermüdungsrisssbildung erfasst, welche speziell durch eine thermo-mechanische Ermüdung des Schaufelblattmaterials hervorgerufen wird.

[0012] In diesem Zusammenhang ist insbesondere die LCF-Ermüdung (Low Cycle Fatigue), also die Kurzzeit- oder Niedriglastwechselermüdung, hinsichtlich einer niedrigen Lastwechselzahl zu nennen.

[0013] Jedenfalls kann vorliegend die Anzahl der erzielbaren Lastwechsel erheblich erhöht und damit speziell die Gefahr einer vorzeitigen LCF-Ermüdung signifikant gesenkt werden, wenn an dem Rippenelement erfindungsgemäß ein entsprechend geeigneter Teilungsrisss vorgesehen ist. Es hat sich gezeigt, dass durch den erfindungsgemäßen Teilungsrisss innerhalb des Rippenelements eine diesbezügliche LCF-Lebenserwartung einer Turbinenschaufel signifikant gesteigert werden kann.

[0014] Somit ist vorliegend das diesbezügliche Rippenelement durch den Teilungsrisss derart ausgestaltet, dass innerhalb des Turbinenschaufelblatts auftretende

thermo-mechanische Spannungen und damit auch eine diesbezügliche Materialermüdung reduzierbar sind.

[0015] Vorteilhafterweise beeinträchtigt der Teilungsriß hierbei nicht oder zumindest nur in einem vernachlässigbar geringen Ausmaß die eigentliche Trennfunktion, welche die in dem Hohlraum angeordneten Rippen-elemente bezüglich eines vielfach gewundenen Kühlkanals ausüben.

[0016] Darüber hinaus wurde ebenfalls gefunden, dass sich der vorliegende innerhalb des Rippenelements bewusst gewollte Teilungsriß nicht nachteilig auf die Stabilität des Turbinenschaufelblatts auswirkt.

[0017] Vielmehr erhöht sich vorliegend die Lebensdauer der Turbinenschaufel, da das jeweilige Rippen-element durch den Teilungsriß erheblich entlastet wird.

[0018] Es versteht sich, dass ein derartiger Teilungsriß lediglich an einem einen Kühlkanal ausgestaltenden Rippenelement oder an mehreren den Kühlkanal begrenzenden Rippenelementen vorgesehen sein kann.

[0019] Im Sinne der Erfindung können die Mittel zum Erzeugen des Teilungsrissses vielfältig ausgestaltet sein.

[0020] Baulich besonders einfach können die Mittel zum Erzeugen bereitgestellt werden, wenn die Mittel zum Erzeugen des Teilungsrissses eine Materialschwächung, insbesondere eine Kerbe, umfassen.

[0021] Eine derartige Materialschwächung kann unterschiedlichster Art sein. Bevorzugt liegt sie als eine in dem Rippenelement ausgebildete Kerbe vor.

[0022] Durch die Mittel zum Erzeugen und speziell mittels der Materialschwächung kann baulich einfach ein gut funktionierender Rissstartpunkt bzw. linienartiger Rissstartbereich an dem Rippenelement formuliert werden.

[0023] Die Materialschwächung bzw. die Kerbe kann kopfseitig an dem Rippenelement als Rissstartpunkt oder entlang der Längserstreckung des Rippenelements als Rissstartlinie ausgebildet sein.

[0024] Vorliegend formulieren die Mittel zum Erzeugen des Teilungsrissses also Starthilfsmittel, von welchen aus sich der Teilungsriß in Längsrichtung und/oder in Querrichtung durch das Rippenelement ausbreitet.

[0025] Darüber hinaus können die Mittel zum Erzeugen auch durch einen an einem Gusskern angeordneten Pin bereitgestellt werden, mittels welchem beim Gießen eine Kerbe am Ende des Rippenelements hergestellt wird. Nach dem Gießen der Turbinenschaufel wird der Pin mit dem Gusskern entfernt. Die Kerbe dient dann als Rissstartpunkt für einen Teilungsriß, der erst im Betrieb bei hinreichend großer mechanischer Belastung entstehen kann und dann längs der Rippe weiter wächst.

[0026] Man kann vorliegend also durch die Position der Kerbe den Ort der Rissentstehung vorgeben.

[0027] Konstruktiv und insbesondere auch verfahrenstechnisch einfach können die Mittel zum Erzeugen des Teilungsrissses an dem Rippenelement umgesetzt werden, wenn kumulativ oder alternativ Mittel zum Erzeugen des Teilungsrissses kopfseitig in das wenigstens eine Rippenelement eingetrieben angeordnet sind.

[0028] Es versteht sich, dass die vorliegenden im Sinne der Erfindung vorgesehenen Mittel zum Erzeugen des Teilungsrissses kumulativ oder alternativ durch unterschiedlichst ausgestaltete Elemente bereitgestellt sein können.

[0029] So können entsprechend ausgestaltete Mittel zum Erzeugen des Teilungsrissses besonders leicht in das Rippenelement eingebracht bzw. eingetrieben werden, wenn die Mittel zum Erzeugen des Teilungsrissses ein Keilelement oder ein Dornenelement umfassen.

[0030] Die vorliegende Aufgabe der Erfindung wird nach einem anderen Aspekt der Erfindung auch von einer Turbinenschaufel mit einem innengekühlten Turbinenschaufelblatt gelöst, in welchem ein Hohlraum durch Rippenelemente in wenigstens einen Kühlmittel führenden Kühlkanal unterteilt ist, wobei wenigstens eines der Rippenelemente Mittel zum Erzeugen einer Sollbruchstelle in dem wenigstens einen Rippenelement umfasst, um einen sich in Längsrichtung des wenigstens einen Rippenelements zumindest teilweise erstreckenden Teilungsriß herzustellen.

[0031] Umfasst das diesbezügliche Rippenelement derartige Mittel zum Erzeugen einer Sollbruchstelle in dem Rippenelement, kann der Verlauf des Teilungsrissses in Längsrichtung des Rippenelements besonders präzise vorgegeben erzeugt werden. Somit verläuft der Teilungsriß sowohl in eine vordefinierte Längsrichtung als auch in einer vordefiniert Querrichtung noch präziser durch das Rippenelement hindurch.

[0032] Es ist vorteilhaft, wenn Mittel zum Erzeugen der Sollbruchstelle eine Materialschwächung oder eine Vielzahl an Materialschwächungen innerhalb des wenigstens einen Rippenelements umfassen.

[0033] Beispielsweise sind die Materialschwächung und damit auch die Sollbruchstelle linienartig in Längsrichtung des Rippenelements ausgestaltet, so dass sich der Teilungsriß entlang des Rippenelements entsprechend definiert ausbilden kann.

[0034] Vorliegend formulieren die Mittel zum Erzeugen der Sollbruchstelle alternative Starthilfsmittel, von welchen aus sich der Teilungsriß in Querrichtung durch das Rippenelement ausbreitet.

[0035] Diese linienartige Materialschwächung bzw. die Sollbruchstelle kann etwa an einer Rippenelement-längsseite konstruktiv besonders einfach als Kerbe ausgeformt sein.

[0036] Alternativ zu der linienartigen Materialschwächung kann die Sollbruchstelle auch durch eine Vielzahl an punktaktigen Materialschwächungen formuliert sein, welche linear entlang der Längserstreckung des Rippenelements hintereinander etwa an einer Rippenelement-längsseite angeordnet sind.

[0037] Sind die Mittel zum Erzeugen der Sollbruchstelle innerhalb des wenigstens einen Rippenelements beidseitig an dem wenigstens einen Rippenelement angeordnet, kann der Verlauf des Teilungsrissses nochmals präziser innerhalb des Rippenelements erzeugt werden.

[0038] Des Weiteren ist vorteilhaft, wenn der Teilungs-

riss sich über mehr als die Hälfte oder über mehr als zwei Drittel der Länge des wenigstens einen Rippelements, vorzugsweise über die Gesamtlänge des wenigstens einen Rippelements, erstreckt. Allein schon mit einem nur teilweise entlang des Rippelements ausgebildeten Teilungsriß kann eine ausreichende Entkopplung der Vorderseitenwand und der Hinterseitenwand im Bereich des Rippelements erreicht werden.

[0039] Somit ist es auch vorteilhaft, wenn der Teilungsriß von einer ersten Rippelementseitenfläche zu einer der ersten Rippelementseitenfläche gegenüberliegenden zweiten Rippelementseitenfläche reicht.

[0040] Der Teilungsriß spannt hierbei eine Teilungsrisebene auf, welche im Wesentlichen senkrecht zu mindestens einer der Rippelementseitenflächen angeordnet ist. Somit ist diese Teilungsrisebene in etwa gleich orientiert wie die Turbinenschaufelblattaußenwände.

[0041] Die Aufgabe der Erfindung wird auch von einer Turbine, insbesondere einer Gasturbine, mit zumindest einer Turbinenstufe umfassend eine Vielzahl an Turbinenschaufeln gelöst, wobei die zumindest eine Turbinenstufe Turbinenlaufschaufeln und/oder Turbinenleitschaufeln gemäß einer Turbinenschaufel nach einem der hier beschriebenen Merkmale umfasst.

[0042] Eine Turbine, dessen Turbinenschaufeln weniger durch Materialermüdungen belastet bzw. gefährdet sind, kann nicht nur betriebssicherer und wartungsärmer betrieben werden, sondern sie besitzt darüber hinaus insgesamt auch eine höhere Lebensdauer, und kann somit wirtschaftlicher betrieben werden.

[0043] Vorteilhafterweise ist das Rippelement derart ausgestaltet, dass der Teilungsriß während einer Inbetriebnahme der Turbine erzeugt wird, nämlich indem das Rippelement insgesamt einen derart dünnen Rippelementquerschnitt aufweist, welcher beim Betrieb der Turbine früher oder später durch einen Teilungsriß im Sinne der Erfindung reißt.

[0044] Idealerweise wird der Teilungsriß bei einer Inbetriebnahme aufgrund der vorliegenden Mittel zum Erzeugen des Teilungsrisse und/oder der Mittel zum Erzeugen der Sollbruchstelle initiiert.

[0045] Jedenfalls kann der Teilungsriß vorteilhaft innerhalb des Rippelements erzeugt werden, wenn die Turbine in Betrieb ist.

[0046] Es versteht sich, dass die Merkmale der vorstehend bzw. in den Ansprüchen beschriebenen Lösungen gegebenenfalls auch kombiniert werden können, um die Vorteile entsprechend kumuliert umsetzen zu können.

[0047] Weitere Merkmale, Effekte und Vorteile vorliegender Erfindung werden anhand anliegender Zeichnung und nachfolgender Beschreibung erläutert, in welchen beispielhaft ein Turbinenschaufelblatt mit einem innerhalb des Turbinenschaufelblatts angeordneten, einen Kühlkanal begrenzenden und erfindungsgemäß geteilten Rippelement dargestellt und beschrieben ist.

[0048] In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 schematisch eine Teilansicht eines Hohlraums eines längsgeschnittenen Turbinenschaufelblatts mit einem einen Kühlkanal begrenzenden Rippelement, in welchem in Längsrichtung ein Teilungsriß innerhalb des Rippelements verläuft; und

Figur 2 schematisch eine Seitenansicht des in der Figur 1 gezeigten Rippelements in einem Bereich einer Kopfseite an einem Rippelementende, an welchem Mittel zum Erzeugen des Teilungsrisse angeordnet sind.

[0049] Bei der in der Figur 1 zumindest teilweise gezeigten Turbinenschaufel 1 handelt es sich um eine Leitschaufel 2 einer hier nicht gezeigten Heißgasturbine.

[0050] Die Turbinenschaufel 1 besitzt ein innengekühltes Turbinenschaufelblatt 3, wobei gemäß der Darstellung nach der Figur 1 zumindest teilweise die Innenseite 4 der Vorderseitenwand 5 des Turbinenschaufelblatts 3 gezeigt ist. Rechter Hand befindet sich ein Vorderkantenbereich 6 des Turbinenschaufelblatts 3. Linker Hand befindet sich dementsprechend ein Hinterkantenbereich 7 des Turbinenschaufelblatts 3, an welchem eine Vielzahl an Kühlluftaustrittsbohrungen 8 (nur exemplarisch beziffert) vorhanden ist.

[0051] Jedenfalls besitzt das Turbinenschaufelblatt 3 einen Hohlraum 10, wobei gemäß der Darstellung nach der Figur 1 dieser Hohlraum 10 nur teilweise durch die Innenseite 4 illustriert ist.

[0052] Gemäß der Darstellung nach der Figur 1 erkennt man weiter zwei in dem Hohlraum 10 befindliche Rippelemente 11 und 12, mittels welchen ein mehrfach gewundener Kühlkanal 13 mit einem mäandrierenden Kühlkanalverlauf innerhalb des Hohlraums 10 ausgestaltet ist. Entlang des gewundenen Kühlkanals 13 bzw. dessen mäandrierenden Kühlkanalverlauf kann Kühlluft als Kühlmittel durch das Turbinenschaufelblatt 3 hindurch geleitet werden, um dieses von innen zu kühlen.

[0053] Bei dem teilweise gezeigten Kühlkanal 13 durchströmt die aus einem Fußbereich 14 des Turbinenschaufelfußes 15 kommende Kühlluft das Turbinenschaufelblatt 3, wobei ein Teil der Kühlluft in Richtung 16 weiter bis in einen Bereich 17 der Turbinenschaufelblattspitze 18 gelangt.

[0054] Der mäandrierende Kühlkanalverlauf des gewundenen Kühlkanals 13 wird zumindest im Bereich der gezeigten Teilansicht durch die zwei Rippelemente 11 und 12 ausgestaltet, wobei das erste Rippelement 11 zwei Kühlkanalabschnitte räumlich voneinander trennt.

[0055] Wie gemäß der Darstellung nach der Figur 1 gezeigt, endet das erste Rippelement 11 mit seinem durch seine Kopfseite 23 definierten Rippelementende 24 frei in dem Kühlkanal 13.

[0056] In den Umgebungsbereichen der Rippelemente 11 bzw. 12, insbesondere des Rippelementendes 24, besteht die Gefahr von kritischen Spannungszu-

ständen. Dies trifft insbesondere auf die Übergangsbereiche zwischen dem ersten Rippenelement 11 und der Vorderseitenwand 5 des Turbinenschaufelblatts 3 und/oder der Rückseitenwand des Turbinenschaufelblatts 3 zu, wobei diesbezügliche Spannungen dort eine erhöhte Materialermüdung verursachen können.

[0057] Deshalb ist, wie gemäß der Darstellung nach der Figur 2 angedeutet, insbesondere das Rippenelement 11 in seiner Längsrichtung 29 zumindest teilweise durch einen Teilungsriß 30 in eine mit der Vorderseitenwand 5 des Turbinenschaufelblatts 3 stoffschlüssig verbundene Rippenelementlängshälfte 31 und in eine mit der Rückseitenwand (nicht gezeigt) des Turbinenschaufelblatts 3 stoffschlüssig verbundene weitere Rippenelementlängshälfte 32 geteilt. Durch diesen sich durch das Rippenelement 11 ziehenden Teilungsriß 30 können insbesondere thermo-mechanische Spannungen innerhalb des Turbinenschaufelblatts 3 signifikant reduziert werden, wodurch auch die Gefahr einer vorzeitigen Materialermüdung an den Umgebungsbereichen 28 reduziert ist.

[0058] Um den Teilungsriß 30 konstruktiv einfach an dem Rippenelement 11 erzeugen zu können, sind an der Kopfseite 23 entsprechende Mittel 33 zum Erzeugen des sich in Längsrichtung 29 des Rippenelements 11 zumindest teilweise erstreckenden Teilungsrissses 30 in Gestalt eines Keilelements 34 angeordnet.

[0059] Das Keilelement 34 wurde hierbei durch eine in der Turbinenschaufel 1 vorhandenen, aber hier nicht gezeigten Funktionsöffnung eingesteckt und dabei in die Kopfseite 23 des Rippenelements 11 eingeschlagen.

[0060] Um den Verlauf des Teilungsrissses 30 an dem Rippenelement 11 zu präzisieren, sind in diesem Ausführungsbeispiel an dem Rippenelement 11 zusätzlich noch Mittel 35 zum Erzeugen einer Sollbruchstelle 36 in Gestalt von an beiden Rippenelementseitenflächen 37 und 38 linear verlaufenden Kerben 39 realisiert. Somit gestalten diese Kerben 39 einen Rissstartpunkt bzw. eine Rissstartlinie (nicht gesondert beziffert) an dem Rippenelement 11 aus.

[0061] Die Sollbruchstelle 36 bzw. die Rissstartlinie kann sich über die Gesamtlänge des Rippenelements 11 erstrecken, oder wie in diesem Ausführungsbeispiel gezeigt, nur über eine Teilstrecke entlang des Rippenelements 11. Ausschlaggebend ist, dass zumindest streckenweise eine Materialschwächung an dem entsprechenden Rippenelement 11 vorgesehen ist, um einen präzise verlaufenden Teilungsriß 30 zu erzeugen.

[0062] Gegebenenfalls kann dann auf die Mittel 33 zum Erzeugen des Teilungsrissses 30 zur Gänze verzichtet werden.

[0063] Es ist auch denkbar, dass die Mittel 33 zum Erzeugen des Teilungsrissses 30 auch in dem Gusskern einer Gießform vorgesehen sein können, um lediglich eine Kerbe als Rissstartpunkt an dem Rippenelement 11 zu erzeugen. Die Mittel 33 zum Erzeugen des Teilungsrissses 30 werden anschließend mit der Gießform wieder entfernt und zurück bleibt lediglich die Kerbe an dem Rip-

penelement 11.

[0064] 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),
in welchem ein Hohlraum (10) durch Rippenelemente (11, 12) in wenigstens einen Kühlmittel führenden Kühlkanal (13) unterteilt ist,
wobei in wenigstens einem der Rippenelemente (11, 12) Mittel (33) zum Erzeugen eines sich in Längsrichtung (29) des wenigstens einen Rippenelements (11, 12) zumindest teilweise erstreckenden Teilungsrissses (30) angeordnet sind.
2. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 1,
wobei die Mittel (33) zum Erzeugen des Teilungsrissses (30) eine Materialschwächung, insbesondere eine Kerbe, umfassen.
3. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 1 oder 2,
wobei Mittel (33) zum Erzeugen des Teilungsrissses (30) kopfseitig in das wenigstens eine Rippenelement (11, 12) eingetrieben angeordnet sind.
4. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei Mittel (33) zum Erzeugen des Teilungsrissses (30) ein Keilelement (34) oder ein Dornelement umfassen.
5. Turbinenschaufel (1) mit einem innengekühlten Turbinenschaufelblatt (3),
in welchem ein Hohlraum (10) durch Rippenelemente (11, 12) in wenigstens einen Kühlmittel führenden Kühlkanal (13) unterteilt ist,
wobei wenigstens eines der Rippenelemente (11, 12) Mittel (35) zum Erzeugen einer Sollbruchstelle (36) in dem wenigstens einen Rippenelement (11, 12) umfasst, um einen sich in Längsrichtung (29) des wenigstens einen Rippenelements (11, 12) zumindest teilweise erstreckenden Teilungsriß (30) herzustellen.
6. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
wobei Mittel (35) zum Erzeugen einer Sollbruchstelle (36) eine Materialschwächung oder eine Vielzahl an Materialschwächungen innerhalb des wenigstens einen Rippenelements (11, 12) umfassen.

7. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei Mittel (35) zum Erzeugen einer Sollbruchstelle (36) innerhalb des wenigstens einen Rippenelements (11, 12) beidseitig an dem wenigstens einen Rippenelement (11, 12) angeordnet sind. 5
8. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
wobei der Teilungsriß (30) sich über mehr als die Hälfte oder über mehr als zwei Drittel der Länge des wenigstens einen Rippenelements (11, 12), vorzugsweise über die Gesamtlänge des wenigstens einen Rippenelements (11, 12), erstreckt. 10
15
9. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
wobei der Teilungsriß (30) von einer ersten Rippenelementseitenfläche (37) zu einer der ersten Rippenelementseitenfläche (37) gegenüberliegenden zweiten Rippenelementseitenfläche (38) reicht. 20
10. Turbine, insbesondere Gasturbine, mit zumindest einer Turbinenstufe umfassend eine Vielzahl an Turbinenschaufeln (1), 25
wobei die zumindest eine Turbinenstufe Turbinenlaufschaufeln und/oder Turbinenleitschaufeln (2) gemäß einer Turbinenschaufel (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche umfasst. 30
35
40
45
50
55

FIG 1

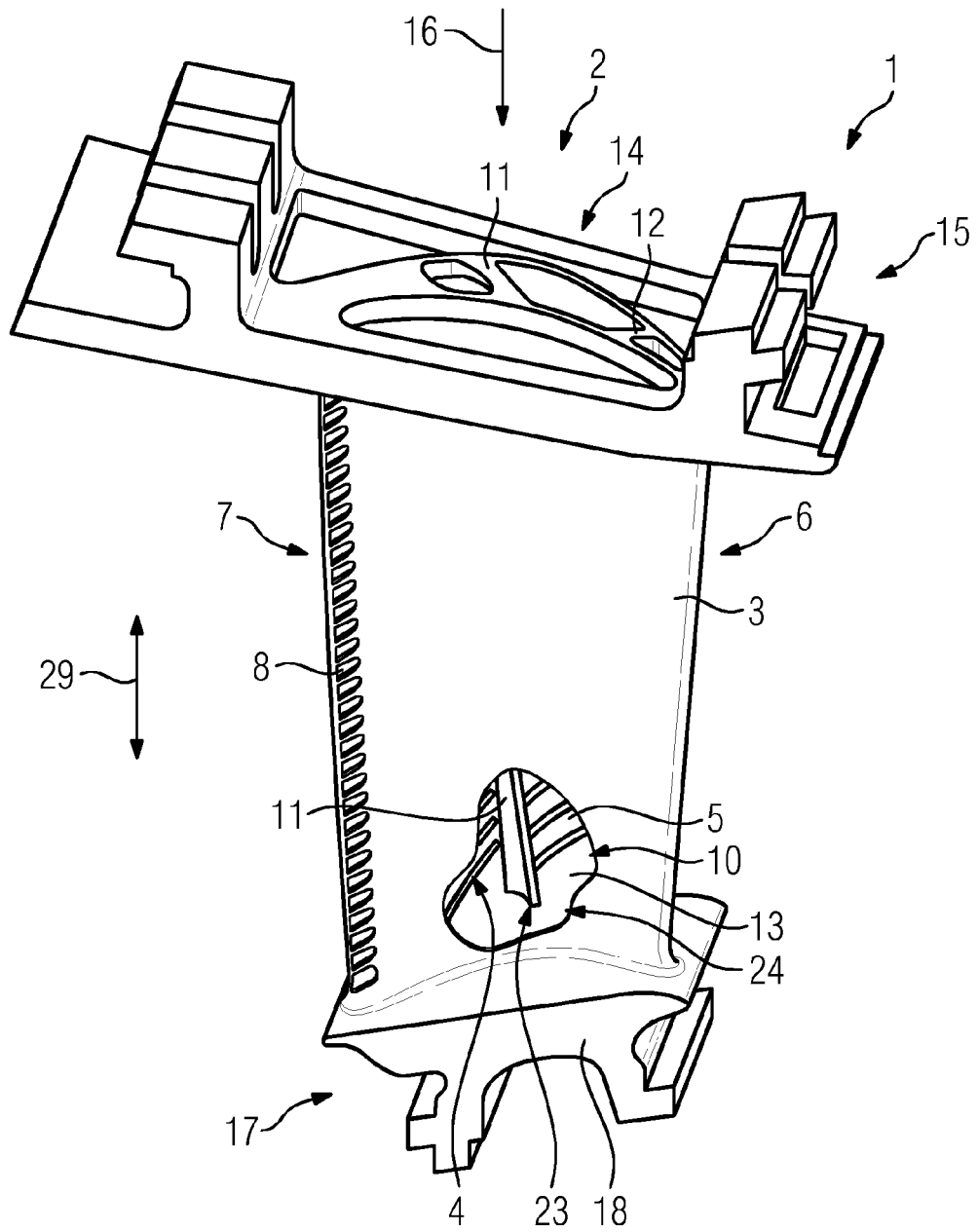
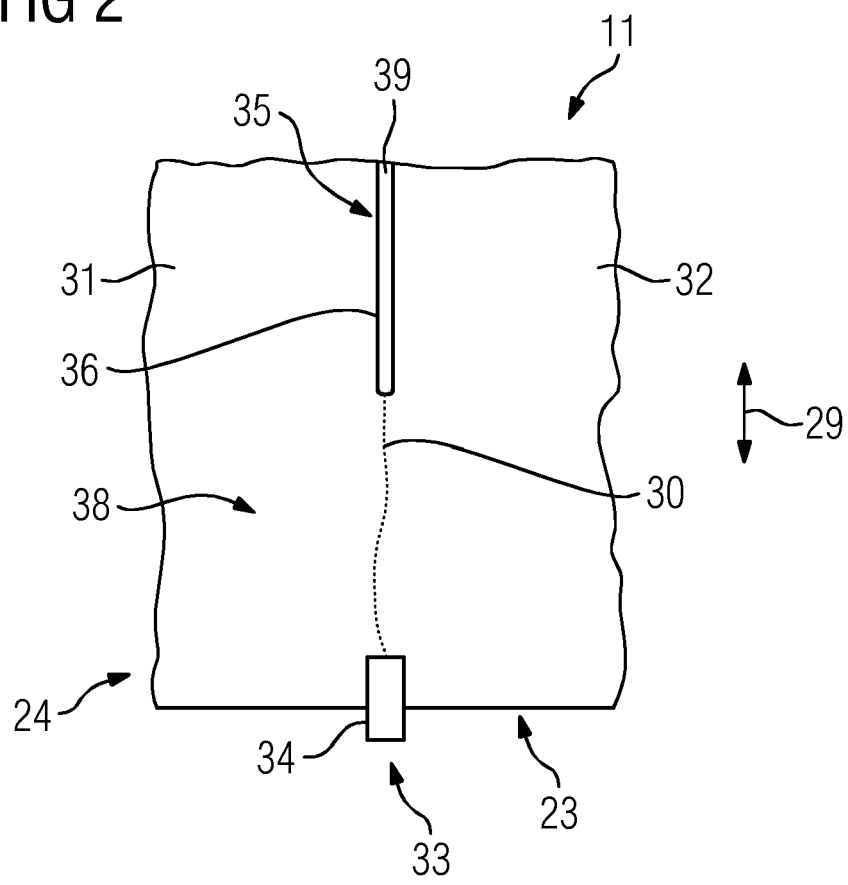


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 14 18 4930

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 757 773 A1 (SIEMENS AG [DE]) 28. Februar 2007 (2007-02-28)	1,2	INV. F01D5/14 F01D5/18
A	* Abbildungen 2, 3 * * Zusammenfassung * * Absatz [0002] - Absatz [0007] *	3-10	
A	EP 1 895 102 A1 (SIEMENS AG [DE]) 5. März 2008 (2008-03-05) * Zusammenfassung * * Abbildung 2 *	1-10	
A	US 3 973 874 A (CORSMEIER ROBERT J ET AL) 10. August 1976 (1976-08-10) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 52 - Zeile 56 *	1-10	
A	WO 2007/012592 A1 (SIEMENS AG [DE]; AHMAD FATHI [DE]) 1. Februar 2007 (2007-02-01) * Zusammenfassung * * Seite 2, Zeile 28 - Zeile 35 *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. Januar 2015	Prüfer Klados, Iason
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	

 1
 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 18 4930

5 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.

12-01-2015

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1757773 A1	28-02-2007	CN 1936273 A	28-03-2007
		EP 1757773 A1	28-02-2007
		ES 2303163 T3	01-08-2008
		JP 4689558 B2	25-05-2011
		JP 2007064219 A	15-03-2007
		US 2007128035 A1	07-06-2007

EP 1895102 A1	05-03-2008	CN 101131099 A	27-02-2008
		EP 1895102 A1	05-03-2008
		ES 2322661 T3	24-06-2009
		JP 4494444 B2	30-06-2010
		JP 2008051104 A	06-03-2008
		US 2008232971 A1	25-09-2008

US 3973874 A	10-08-1976	BE 833793 A1	16-01-1976
		DE 2542320 A1	15-04-1976
		FR 2286277 A1	23-04-1976
		IT 1042704 B	30-01-1980
		JP S5151619 A	07-05-1976
		US 3973874 A	10-08-1976

WO 2007012592 A1	01-02-2007	AT 413514 T	15-11-2008
		CN 101627182 A	13-01-2010
		EP 1907670 A1	09-04-2008
		ES 2314928 T3	16-03-2009
		JP 4689720 B2	25-05-2011
		JP 2009517574 A	30-04-2009
		US 2009035128 A1	05-02-2009
		WO 2007012592 A1	01-02-2007

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