



(11) **EP 1 907 671 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.12.2008 Patentblatt 2009/01

(21) Anmeldenummer: **06764202.5**

(22) Anmeldetag: **19.07.2006**

(51) Int Cl.:
F01D 5/30 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/064400

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/012587 (01.02.2007 Gazette 2007/05)

(54) **GASTURBINENSCHAUFELKRANZ**

GAS-TURBINE BLADE RING

COURONNE D'AUBES DE TURBINE A GAZ

(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

(30) Priorität: **29.08.2005 US 214303**
25.07.2005 US 702358 P

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.04.2008 Patentblatt 2008/15

(73) Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **BEECK, Alexander, Ralph**
Orlando, Florida 32828 (US)
• **IRMISCH, Stefan**
5443 Niederrohrdorf (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A1- 2 715 968 **GB-A- 2 280 478**
US-A- 1 719 415 **US-A- 1 793 468**
US-A- 2 669 383 **US-A- 3 986 793**
US-A- 4 767 275 **US-A- 5 017 091**

EP 1 907 671 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gasturbinenschaufel mit einem im Querschnitt profilierten Schaufelfuß, an dem aufeinander folgend eine Plattform und daran ein sich in Längsrichtung gekrümmtes Schaufelprofil anschließt, wobei der Schaufelfuß in Längsrichtung des Schaufelprofils verläuft und die Plattform zwei in Längsrichtung verlaufende gebogene Plattformlängskanten aufweist. Ferner betrifft die Erfindung ein Plattformelement für einen Gasturbinenschaufelkranz einer Gasturbine, mit einem profilierten Plattformfuß und einer Plattformplatte, die zwei gebogene Längskanten aufweist und bei der die Plattformplatte und der Plattformfuß sich in einer Längsrichtung erstrecken. Außerdem betrifft die Erfindung eine Tragstruktur zur Befestigung von in einem Kranz angeordneten Gasturbinenschaufeln, in welcher Schaufelhaltenuten vorgesehen sind, in die jeweils der Schaufelfuß der Gasturbinenschaufel einsteckbar ist. Darüber hinaus betrifft die Erfindung einen Gasturbinenschaufelkranz für eine Gasturbine mit einer Tragstruktur und mit Gasturbinenschaufeln sowie die Verwendung eines derartigen Gasturbinenschaufelkranzes.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Gasturbinenschaufeln mit geradlinigen Schaufelfüßen und Plattformen sowie gekrümmte Schaufelprofilen bekannt. Entlang ihres Schaufelprofils verlaufen die druckseitige und die saugseitige Plattform mit stark variierenden Plattformüberhängen. Beispielsweise auf der Druckseite, im mittleren Bereich zwischen Anströmkante und Abströmkante, weisen solche Gasturbinenschaufeln große Überhänge auf, die zur Abströmkante und Anströmkante hin stetig kleiner werden. Diese großen Überhänge sind schlecht bzw. schwierig kühlbar und verringern die Ermüdungslebensdauer der Gasturbinenschaufel.

[0003] Um diese Plattformüberhänge zu vermeiden, ist aus der WO 2001/059263 A2 eine Turbinenschaufelanordnung für eine Gasturbine bekannt. Die einen geradlinigen Schaufelfuß aufweisende Gasturbinenlaufschaukel ist formschlüssig in einer Haltenut eingesetzt, welche am Außenumfang einer Turbinenscheibe vorgesehen ist. Die Gasturbinenlaufschaukeln weisen lediglich Plattformstummel auf, deren Längskanten in Axialrichtung der Turbine gekrümmt verlaufen. Zwischen zwei benachbarten Gasturbinenlaufschaukeln ist eine separate Plattform mittels einer zusätzlichen Halterung mit der Turbinenscheibe verbunden. Aufgrund der vergleichsweise leichten, weil plattformlosen Gasturbinenschaufel ist eine radiale Verlängerung der Schaufelprofile möglich.

[0004] Nachteilig ist hierbei, dass jedes Plattformelement mittels eines separaten Halteelements bzw. einer separaten Halterung an der Turbinenscheibe befestigt werden muss.

[0005] Des Weiteren ist aus der JP 07310502 eine gegossene, einkristallin erstarrte Gasturbinenschaufel bekannt, welche einen entlang seiner axialen Erstreckung gebogenen Schaufelfuß und dazu entsprechend gebo-

gene Plattformlängskanten aufweist.

[0006] Eine weitere Turbinenschaufelanordnung ist von der WO 01/59263 bekannt.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines vereinfachten Systems zur Befestigung von Gasturbinenschaufeln und Plattformelementen an einer Tragstruktur zur Bildung eines Gasturbinenschaufelkranzes für eine Gasturbine.

[0008] Die auf das System gerichtete Aufgabe wird durch die Bereitstellung eines Gasturbinenschaufelkranzes mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Das vereinfachte System setzt sich zumindest aus einer Tragstruktur mit in Axialrichtung gekrümmten Haltenuten, an der Gasturbinenschaufeln mit zu den Haltenuten analog gekrümmten Schaufelfüßen befestigt sind, zusammen. Das System umfasst weitere Haltenuten in der Tragstruktur zur Befestigung von Plattformelementen mit entsprechend konvex bzw. konkav gekrümmten Längskanten.

[0009] Die Gasturbinenschaufeln werden in der Tragstruktur zu einem Gasturbinenschaufelkranz montiert. In der Tragstruktur sind Schaufelhaltenuten vorgesehen, in die die Schaufelfüße der Gasturbinenschaufel einsteckbar sind, wobei die Schaufelhaltenuten mit den Schaufelfüßen der Gasturbinenschaufeln korrespondieren, d. h. jede Schaufelhaltenut ist identisch zu dem Schaufelfuß in Längsrichtung bzw. Axialrichtung gewölbt (gekrümmt) und im Querschnitt profiliert.

[0010] Zwischen zwei benachbarten Gasturbinenschaufeln eines Gasturbinenschaufelkranzes sind separate Plattformelemente in der gleichen Art und Weise wie die Gasturbinenschaufel befestigt. Durch die Verwendung von annähernd plattformlosen Gasturbinenschaufeln in der Tragstruktur ist in der Tragstruktur zwischen zwei benachbarten Schaufelhaltenuten jeweils eine Plattformhaltenut vorgesehen, die in identischem Maße wie die Plattformfüße gewölbt sind. In diese Plattformhaltenuten sind die Plattformelemente in einer ihrer Krümmung entsprechenden Bewegungsrichtung ein-schiebbar, da sowohl die Längskanten der Plattformelemente als auch die Plattformlängskanten der Plattform der Gasturbinenschaufel sowie deren (Plattform- und Schaufel-)Füße in gleicher Richtung gewölbt sind.

[0011] Eine besonders kleine Plattform der Gasturbinenschaufel wird dadurch erreicht, dass der saugseitige und/oder druckseitige Plattformüberstand als Plattformstummel mit einer vergleichsweise kurzen Plattformbreite ausgebildet ist. Für diesen Fall ist die Gasturbinenschaufel fast plattformlos, wodurch sich ihre strukturelle Gestalt wesentlich vereinfacht. Die Vereinfachung führt zu einer Kostenreduktion bei der Konstruktion der Gasturbinenschaufel sowie bei deren Herstellung. Außerdem sind die im Übergangsbereich zwischen Schaufelprofil und Plattform auftretenden und für die frühzeitige Ermüdung verantwortlichen Materialspannungen beseitigt.

[0012] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass der Plattformfuß und der Schaufelfuß der Gastur-

binenschaufel sowie deren Haltenuten der Tragstruktur gleichartig in Längsrichtung bzw. Axialrichtung geformt sein müssen, um eine besonders einfache, auch einzelne Montage zu erreichen. Beim erstzitierten Stand der Technik sind diese jedoch unterschiedlich: die Plattformlängskanten verlaufen in Axialrichtung gekrümmt, wohingegen der Schaufelfuß in Axialrichtung geradlinig verläuft. Da die daraus bekannte Gasturbinschaufel aufgrund des geradlinig verlaufenden Schaufelfußes in einer rein translatorischen Bewegung eingeschoben wird, und deren Plattformlängskanten gekrümmt sind, müssen die zwischengeschalteten Plattformelemente radial in ihre Betriebslage eingebracht werden, um dann mit einer zusätzlichen, in einer geradlinigen Bewegungsrichtung montierten Halterung an der Rotorscheibe befestigt zu werden.

[0013] Der Plattformfuß ist nun derart geformt, dass dieser entsprechend der Plattformlängskanten konvex bzw. konkav gekrümmt verläuft. Alle geometrischen, die Montage beeinflussenden Oberflächen sind dann in gleicher Richtung gekrümmt, so dass alle den Gasturbinschaufelkranz bildenden Komponenten einzeln in einer ihrer Krümmung entsprechenden Bewegungsrichtung zusammengesetzt werden können.

[0014] Die Einhaltung dieser geometrischen Bedingung ermöglicht außerdem die Bereitstellung von Gasturbinschaufeln mit einer druckseitigen Plattform und einer saugseitigen Plattform, die jeweils entlang der Profilwand eine annähernd gleiche Plattformbreite als Plattformüberhang aufweist. Die Plattformbreite ist der Abstand von der druckseitigen oder saugseitigen Profilwand zur nächstgelegenen Plattformlängskante.

[0015] Die annähernd konstante Plattformbreite ermöglicht eine wesentliche einfachere und effizientere Kühlung der Plattform. Dies führt während des Einsatzes in einer Gasturbine zu einer gleichmäßigeren Temperaturverteilung entlang der Plattform, was wiederum wegen der geringeren Materialspannungen die Lebensdauer der Gasturbine verlängert.

[0016] Außerdem können mit dem erfindungsgemäßen Gasturbinschaufelkranz mehr Gasturbinschaufeln als bisher in einen Kranz vorgesehen werden.

[0017] Vorteilhafte Ausgestaltungen werden in den Unteransprüchen angegeben.

[0018] In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung weist die gattungsgemäße Gasturbinschaufel eine Schaufelfußoberfläche auf, auf der alle in Längsrichtung verlaufenden Krümmungslinien zu den gebogenen Plattformlängskanten parallel auf einem Kreisbogen verlaufen. Dadurch ist es möglich, die Gasturbinschaufel besonders einfach und preiswert herzustellen. Alternativ dazu könnten auch die saugseitige und die druckseitige Schaufelfußoberfläche derart zueinander gekrümmt verlaufen, dass der Schaufelfuß von einer anström kantigen Stirnseite zu einer abström kantigen Stirnseite spitzer werdend, d.h. keilförmig seinen Querschnitt in Längsrichtung verkleinernd, zuläuft. Im Betrieb würde eine derartige Gasturbinschaufel in eine dazu korrespondierend

geformte Haltenut einer Tragstruktur aufgrund der im Heißgas auftretenden Schubkräfte eingepresst und axial fixiert werden.

[0019] Besonders vorteilhaft krägt von der saugseitigen Profilwand bis zur saugseitigen Plattformlängskante und/oder von der druckseitigen Profilwand bis zur druckseitigen Plattformlängskante ein saugseitiger bzw. druckseitiger Plattformüberstand aus, dessen Plattformbreite über 30% ihrer in Längsrichtung verlaufenden Länge annähernd konstant ist. Aufgrund der annähernd gleich bleibenden Plattformbreite ist der Übergang von Plattform und Schaufelprofil im Betrieb gleichmäßigeren thermischen und mechanischen Spannungen ausgesetzt. Eine derartig ausgestaltete Plattform ist besonders gut und gleichmäßig kühlbar und vermeidet ungleichförmige, weil wesentlich unterschiedlich breite Plattformüberstände entlang des Schaufelprofils. Zudem kann aufgrund der nun vergleichmäßigten Spannungen eine Erhöhung der Ermüdungslebensdauer erzielt werden.

[0020] Vorzugsweise ist die Gasturbinschaufel als Gasturbinschaufel ausgebildet, deren Schaufelfuß im Querschnitt schwalbenschwanzförmig, hammerförmig oder tannenbaumartig ausgebildet ist. Zudem ist die vorzugsweise gegossene Gasturbinschaufel kühlbar.

[0021] Besonders bevorzugt ist der Plattformfuß in Längsrichtung derart geformt, dass alle in Längsrichtung verlaufenden Krümmungslinien der Plattformfußoberfläche zu den Längskanten parallel auf einem Kreisbogen verlaufen. Der Plattformfuß ist also im gleichen Maße wie der Schaufelfuß der Gasturbinschaufel gekrümmt. Beide Füße weisen somit identische Kreisbögen bzw. Radien auf, so dass jedes Element einzeln in der Tragstruktur montierbar ist.

[0022] Um ein besonders preisgünstiges und/oder temperatur- und korrosionsbeständiges Plattformelement bereitzustellen, besteht dieses zumindest teilweise aus Keramik. Die Plattformkühlung kann dadurch reduziert werden, was sich wirkungsgradsteigernd auf eine damit ausgerüstete Gasturbine auswirkt.

[0023] Zweckmäßiger Weise ist die Tragstruktur als Rotorscheibe ausgebildet, bei der die Schaufelhaltenuuten in Axialrichtung der Rotorscheibe verlaufend in deren Außenumfang vorgesehen sind.

[0024] Aufgrund der annähernd konstanten Breite der saugseitigen und/oder druckseitigen Plattform bzw. deren Überhänge lassen sich diese einfacher und effizienter kühlen. Der Einsatz von Kühlluft kann verringert werden. Die eingesparte Kühlluft kann in der stationären Gasturbine zur Steigerung des Wirkungsgrades der Verbrennung zugeführt werden.

Insbesondere, wenn das Plattformelement als Keramik oder mit einer keramischen Wärmedämmschicht ausgestattet ist, kann ggf. sogar die Plattformkühlung entfallen, was sich wirkungsgradsteigernd auf eine damit ausgerüstete Gasturbine auswirkt.

[0025] Die Erfindung wird anhand von Figuren erläutert. Es zeigen

- FIG 1 eine Gasturbine in einen Längsteilschnitt,
- FIG 2 eine erfindungsgemäße Gasturbinenschaufel mit einem gekrümmten Schaufelfuß und einer gekrümmten Plattform,
- FIG 3 ein erfindungsgemäßes Plattformelement mit einem gekrümmten Plattformfuß
- FIG 4 eine perspektivische Ansicht eines Ausschnittes eines erfindungsgemäßen Gasturbinenschaufelkranzes.

[0026] FIG 1 zeigt eine Gasturbine 1 in einem Längsteilschnitt. Sie weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 2 drehgelagerten Rotor 3 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Entlang des Rotors 3 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 4, ein Verdichter 5, eine torusartige Ringbrennkammer 6 mit mehreren rotations-symmetrisch zueinander angeordneten Brennern 7, eine Turbineneinheit 8 und ein Abgasgehäuse 9. Die Ringbrennkammer 6 bildet einen Verbrennungsraum 17, der mit einem ringförmigen Heißgaskanal 18 kommuniziert. Dort bilden vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 10 die Turbineneinheit 8. Jede Turbinenstufe 10 ist aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines in der Ringbrennkammer 6 erzeugten Heißgases 11 gesehen, folgt im Heißgaskanal 18 jeweils einer Leitschaufelreihe 13 eine aus Gasturbinenlaufschau-feln 15 gebildete Reihe 14. Die Leitschaufeln 12 sind am Stator befestigt, wohingegen die Gasturbinenlaufschau-feln 15 einer Reihe 14 mittels einer Turbinenscheibe 19 am Rotor 3 angebracht sind. An dem Rotor 3 ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt) angekoppelt.

[0027] FIG 2 zeigt eine erfindungsgemäße als Gasturbinenlaufschau-fel ausgebildete Gasturbinenschaufel 50 mit einem Schaufelfuß 52, an dem aufeinander folgend eine Plattform 54 und ein Schaufelprofil 56 vorgesehen ist. Das Schaufelprofil 56 ist in Längsrichtung L, d.h. bei Einbaulage in einer Gasturbine 1 in Axialrichtung A gekrümmt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist das Schaufelprofil 56 nicht in seiner vollständigen Höhe dargestellt, sondern es endet vergleichsweise nah an der Plattform 54.

[0028] Das Schaufelprofil 56 weist eine druckseitige Profilwand 62 sowie eine saugseitige Profilwand 64 auf, die sich von einer Vorderkante 66 des Schaufelprofils 56 zu einer Hinterkante 68 erstrecken. Beim Betrieb der Gasturbine 1 umströmt das Heißgas 11 die Gasturbinenschaufel 50. Es strömt entlang den Profilwänden 62, 64, von der Vorderkante 66 in Richtung der Hinterkante 68.

[0029] Korrespondierend zu der Krümmung des Schaufelprofils 56 ist die Plattform 54 entlang der Längsrichtung L gekrümmt, die Längskanten 55 der Plattform 54 verlaufen nicht geradlinig, sondern auf einem Bogen. Die saugseitige Plattformlängskante 55a ist konvex und die druckseitige Plattformlängskante 55b ist konkav ge-

krümmt. Die Plattform 54 weist jeweils im Bereich der Vorderkante 66 und im Bereich der Hinterkante 68 eine stirnseitig quer verlaufende Plattformquerkante 53 auf.

[0030] Wie aus der perspektivischen Darstellung der FIG 2 ersichtlich ist, ist der Schaufelfuß 52 in gleicher Art und Weise wie die Längskanten 55 der Plattform 54 gekrümmt. Die saugseitige Schaufelfußoberfläche 72b ist in Längsrichtung konvex gekrümmt und die druckseitige Schaufelfußoberfläche 72a in Längsrichtung konkav. Der Schaufelfuß 52 ist in der gezeigten Ausgestaltung darüber hinaus derart geformt, dass alle in Längsrichtung L verlaufenden Krümmungslinien 70 der Schaufelfußoberfläche 72 zu dem Plattformlängskanten 55 parallel auf einem Kreisbogen verlaufen.

[0031] Die Krümmungslinien 70 der Plattformlängskanten 55 und des Schaufelfußes 52 können auf einem Kreisbogen verlaufen, damit diese besonders einfach in eine Tragstruktur 80 (FIG 4) sukzessive in Schaufelhaltenuten 82 eingeschoben werden können.

[0032] Unter der Schaufelfußoberfläche 72 ist die Seitenfläche des Schaufelfußes 52 zu verstehen, die in Richtung der Längsrichtung L verläuft. Die stirnseitigen Schaufelfußflächen 73 sind davon ausgenommen.

[0033] Aufgrund der gekrümmten Form des Schaufelfußes 52 lassen sich besonders gut thermomechanische Spannungen reduzierende Plattformüberhänge 75 realisieren, die entlang der Längsachse L zumindest über 30% der Länge der Plattform 54 (in Längsrichtung) annähernd konstant verlaufen, sowohl saugseitig als auch druckseitig.

[0034] Ein erfindungsgemäßes Plattformelement 74 ist in perspektivischer Ansicht in FIG 3 gezeigt. Das Plattformelement 74 weist eine Plattformplatte 76 sowie einen Plattformfuß 78 auf, die sich beide in Längsrichtung L erstrecken. Analog zur Plattform 54 der Gasturbinenschaufel 50 weist die Plattformplatte 76 des Plattformelements 74 eine in Längsrichtung L konvex gekrümmte Plattformlängskante 79a und eine konkav gekrümmte Plattformlängskante 79b auf. Der Plattformfuß 78 ist zu den Plattformlängskanten 79 in Längsrichtung L korrespondierend gekrümmt. Wie alle in Längsrichtung L verlaufenden Krümmungslinien 70 der Schaufelfußoberfläche 72 der erfindungsgemäßen Gasturbinenschaufel 50 verlaufen alle in Längsrichtung L verlaufenden Krümmungslinien 77 der Plattformfußoberfläche 81 zu den Längskanten 79 der Plattformplatte 76 parallel auf einem Kreisbogen.

[0035] FIG 4 zeigt in perspektivischer Ansicht einen Ausschnitt eines erfindungsgemäßen Gasturbinenschaufelkranzes 90 für eine Gasturbine 1. Der Gasturbinenschaufelkranz 90 wird von einer Tragstruktur 80, insbesondere einer Rotorscheibe 19 gehalten. Am Außenumfang 91 der Rotorscheibe 19 sind in Axialrichtung A, bezogen auf die Rotationsachse des Rotors 3, verlaufende profilierte Haltenuten vorgesehen. Die Haltenuten dienen zur Aufnahme und zur Befestigung von erfindungsgemäßen Gasturbinenschaufeln 50 und Plattformelementen 74. Vorzugsweise sind die zum Befestigen

von Gasturbinenschaufeln 50 vorgesehenen Haltenuten, die Schaufelhaltenuten 92 im Querschnitt tannenbaumförmig profiliert, wohingegen die zum Halten und Befestigen von Plattformelementen 74 vorgesehene Plattformhaltenuten 93 im Querschnitt schwalbenschwanzförmig ausgebildet sind oder auch andere Fußformen besitzen können. Jeder Schaufelfuß 52 sitzt in der Schaufelhaltenut 92 formschlüssig, ebenso jeder Plattformfuß 78 in der Plattformhaltenut 93. Sowohl die Schaufelhaltenuten 92 als auch die Plattformhaltenuten 93 verlaufen in Axialrichtung A derart gekrümmt, dass ihre in Axialrichtung A verlaufenden Krümmungslinien der Nutoberfläche parallel auf einem Kreisbogen verlaufen und dabei der Krümmung des Schaufelfußes 52 und des Plattformfußes 78 entsprechen.

[0036] Dadurch ist es möglich, die Gasturbinenschaufel 50 und die Plattformelemente 74 einzeln nacheinander in die entsprechenden Haltenuten in einer ihrer Krümmung entsprechenden Bewegungsrichtung einzuschieben.

[0037] Wie aus FIG 4 ersichtlich, können alle in Axialrichtung A bzw. in die Längsrichtung L gekrümmt verlaufende Längskanten parallel auf einem Kreisbogen liegen, damit jedes Bauteil, sowohl die Gasturbinenschaufel 50 als auch das Plattformelement 74 eines vollständig bestückten Gasturbinenschaufelkranzes 90 geführt aus diesem heraus schiebbar.

[0038] Insgesamt kann aufgrund der gekrümmten Ausführungen des Schaufelfußes und der Plattform grundsätzlich eine gleichmäßigere Plattformbreite beidseitig des Schaufelprofils, d.h. saugseitig und druckseitig, eingestellt werden. Entlang der Längsrichtung des Schaufelprofils können somit die druckseitigen als auch die saugseitigen Plattformüberhänge annähernd gleich groß und somit vergleichsweise symmetrisch ausgebildet sein, was einseitige Plattformüberhänge und dementsprechend lokal variierende Masseansammlungen vermeidet. Variierende Masseansammlungen wirken sich negativ die Spannungsverteilungen und damit auf die Lebensdauer der Gasturbinenschaufel aus. Außerdem sind die einseitig abschnittsweise auftretenden Plattformüberhänge schwer kühlbar, was ebenfalls negative Einflüsse auf die Lebensdauer der Gasturbinenschaufel hat. Ermüdungserscheinungen treten verzögert auf. Durch die Ausführung mit gekrümmtem Schaufelfuß und mit gekrümmten Plattformlängskanten kann eine konstruktive Vereinfachung der Gasturbinenschaufel und somit einer effizienteren Kühlung herbeigeführt werden, die vorteilhafter Weise darüber hinaus auch die Einführung von zwischen den Gasturbinenschaufeln vorgesehenen Plattformelementen oder Zwischenplattformen ermöglicht.

Patentansprüche

1. Gasturbinenschaufelkranz (90)

- mit Gasturbinenschaufeln (50), die einen im Querschnitt profilierten Schaufelfuß (52), an dem aufeinander folgend eine Plattform (54) und daran ein sich in Längsrichtung (L) gekrümmtes Schaufelprofil (56) anschließt, welches von einer saugseitigen Profilwand (64) und einer druckseitigen Profilwand (62) gebildet wird, wobei der Schaufelfuß (52) in Längsrichtung (L) des Schaufelprofils (56) verläuft und die Plattform (54) eine saugseitig konvex gebogene und eine druckseitig konkav gebogene, jeweils in Längsrichtung (L) verlaufende Plattformlängskante (55a, 55b) aufweist, wobei der Schaufelfuß (52) derart geformt ist, dass die jeweilige der saugseitigen und druckseitigen Profilwand (62, 64) zugewandte Schaufelfußoberfläche (72) entsprechend der zugehörigen Plattformlängskante (55a, 55b) konvex und konkav gekrümmt verläuft, und wobei der saugseitige und/oder druckseitige Plattformüberstand (75) als Plattformstummel mit einer vergleichsweise kurzen Plattformbreite (B) ausgebildet ist,
- mit Plattformelementen (74) mit einem profilierten Plattformfuß (78) und einer Plattformplatte (76), die eine konvex gebogene Längskante (79a) und eine konkav gebogene Längskante (79b) aufweist und bei der die Plattformplatte (76) und der Plattformfuß (78) sich in einer Längsrichtung (L) erstrecken, wobei der Plattformfuß (78) derart geformt ist, dass die entsprechende seitliche Plattformfußoberfläche (77) der betreffenden Längskante (79) konvex bzw. konkav gekrümmt verläuft, und
- mit einer Tragstruktur (80), in welcher Schaufelhaltenuten (92) vorgesehen sind, in die Schaufelfüße (52) der Gasturbinenschaufeln (50) einsteckbar sind, wobei jede Schaufelhaltenut (52) in identischem Maße wie der Schaufelfuß (52) gewölbt ist und in der zwischen benachbarten Schaufelhaltenuten (92) jeweils eine Plattformhaltenut (93) vorgesehen ist, die in identischem Maße wie der Plattformfuß (78) gewölbt ist, und

bei dem in Umfangrichtung (U) gesehen jeweils zwischen den Plattformlängskanten (55) zweier in den Schaufelhaltenuten (92) eingeschobener benachbarter Gasturbinenschaufeln (50) in den Plattformhaltenuten (93) eingeschobene Plattformelemente (74) vorgesehen sind, wobei die Plattformplatte (76) die Tragstruktur (50) abdeckt.

2. Gasturbinenschaufelkranz (90) nach Anspruch 1 bei dem der Schaufelfuß (52) der Gasturbinenschaufel (50) in Längsrichtung (L) derart geformt ist, dass alle in Längsrichtung (L) verlaufenden Krümmungslinien (70) der Schaufelfußoberfläche (72) zu den Plattformlängskanten (55) parallel auf einem

Kreisbogen verlaufen.

3. Gasturbinenschaufelkranz (90) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem von der saugseitigen Profilwand (64) der Gasturbinenschaufel (50) bis zur saugseitigen Plattformlängskante (55) und/oder von der druckseitigen Profilwand (62) bis zur druckseitigen Plattformlängskante (55) ein saugseitiger bzw. druckseitiger Plattformüberstand (75) mit einer Plattformbreite (B) auskragt, welche Plattformbreite (B) über 30% ihrer in Längsrichtung (L) verlaufenden Länge annähernd konstant ist. 5
4. Gasturbinenschaufelkranz (90) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Schaufelfuß (52) der Gasturbinenschaufel (50) im Querschnitt schwalbenschwanzförmig, hammerförmig oder tannenbaumartig ausgebildet ist. 10 15
5. Gasturbinenschaufelkranz (90) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Gasturbinenschaufel kühlbar und/oder gegossen ist. 20
6. Gasturbinenschaufelkranz (90) nach Anspruch 1, bei dem der Plattformfuß (78) des Plattformelements (74) in Längsrichtung (L) derart geformt ist, dass alle in Längsrichtung (L) verlaufenden Krümmungslinien (77) der Plattformfußoberfläche (81) zu den Längskanten (79) parallel auf einem Kreisbogen verlaufen. 25 30
7. Gasturbinenschaufelkranz (90) nach Anspruch 1, bei dem das Plattformelement (74) zumindest teilweise aus Keramik besteht. 35
8. Gasturbinenschaufelkranz (90) nach Anspruch 1, bei dem die Tragstruktur (80) durch eine Rotorscheibe (19) gebildet ist und bei der die Schaufelhaltenuten (52) in einer Axialrichtung verlaufend im Außenumfang (91) der Rotorscheibe (19) vorsehen sind. 40

Claims

1. Gas turbine blade or vane ring (90)
 - having a gas turbine blades or vanes (50), having a blade or vane root (52) which is profiled in cross section and is successively adjoined by a platform (54) and then a blade or vane profile (56) which is curved in the longitudinal direction (L) and is formed by a suction-side profile wall (64) and a pressure-side profile wall (62), the blade or vane root (52) running in the longitudinal direction (L) of the blade or vane profile (56), and the platform (54) having a platform longitudinal edge (55a) which is bent convexly on 50 55
2. Gas turbine blade or vane ring (90) according to Claim 1, in which the blade or vane root (52) of the gas turbine blade or vane (50) is shaped in such a manner in the longitudinal direction (L) that all the lines of curvature (70) of the blade or vane root surface (72) which run in the longitudinal direction (L) run on an arc of a circle parallel to the platform longitudinal edges (55). 55
3. Gas turbine blade or vane ring (90) according to Claim 1 or 2, in which a suction-side or pressure-side platform protuberance (75) with a platform width 60

the suction side and a platform longitudinal edge (55b) which is bent concavely on the pressure side, both platform longitudinal edges (55a, 55b) running in the longitudinal direction (L), the blade or vane root (52) being shaped in such a manner that the blade or vane root surface (72) which respectively faces the suction-side profile wall (62) and pressure-side profile wall (64) is respectively convexly and concavely curved in accordance with the associated platform longitudinal edge (55a, 55b), and the suction-side and/or pressure-side platform protuberance (75) being designed as a platform stub with a relatively short platform width (B),

- having platform elements (74) having a profiled platform root (78) and a platform plate (76), which has a convexly curved longitudinal edge (79a) and a concavely curved longitudinal edge (79b), and

in which the platform plate (76) and the platform root (78) extend in a longitudinal direction (L), the platform root (78) being shaped in such a manner that the corresponding lateral platform root surface (77) of the associated longitudinal edge (79) is curved convexly or concavely, and

- having a supporting structure (80) in which supporting structure there are blade or vane holding grooves (92), into which the blade or vane roots (52) of the gas turbine blades or vanes (50) can be inserted,

each blade or vane holding groove (92) being curved identically to the blade or vane root (52) and in which a platform holding groove (93), which is curved identically to the platform root (78), is in each case provided between adjacent blade or vane holding grooves (92), and in which, as seen in the circumferential direction (U), there are platform elements (74) which have been pushed into the platform holding grooves (93) in each case between the platform longitudinal edges (55) of two adjacent gas turbine blades or vanes (50) which have been pushed into the blade or vane holding grooves (92), with the platform plate (76) covering the supporting structure (50).

(B) projects from the suction-side profile wall (64) of the gas turbine blade or vane (50) to the suction-side platform longitudinal edge (55) and/or from the pressure-side profile wall (62) to the pressure-side platform longitudinal edge (55), which platform width (B) is approximately constant over 30% of its length running in the longitudinal direction (L).

4. Gas turbine blade or vane ring (90) according to one of Claims 1 to 3, in which the blade or vane root (52) of the gas turbine blade or vane (50), as seen in cross section, is designed in dovetail, hammer or fir tree form.
5. Gas turbine blade or vane ring (90) according to one of Claims 1 to 4, in which the gas turbine blade or vane is coolable and/or cast.
6. Gas turbine blade or vane ring (90) according to Claim 1, in which the platform root (78) of the platform element (74) is shaped in such a manner in the longitudinal direction (L) that all the lines of curvature (77) of the platform root surface (81) which run in the longitudinal direction (L) run on an arc of a circle parallel to the longitudinal edges (79).
7. Gas turbine blade or vane ring (90) according to Claim 1, in which the platform element (74) at least partially comprises ceramic.
8. Gas turbine blade or vane ring (90) according to Claim 1, in which the supporting structure (80) is formed by a rotor disk (19) and in which the blade holding grooves (52) are provided running in an axial direction in the external circumference (91) of the rotor disk (19).

Revendications

1. Couronne (90) d'aubes de turbine à gaz

- comprenant des aubes (50) de turbine à gaz qui ont une emplanture (52) d'aube profilée en section transversale, à laquelle se raccordent successivement une plate-forme (54) et un profil (56) d'aube courbé dans la direction (L) longitudinale et formé par une paroi (64) de profil d'extrados et une paroi (62) de profil d'intrados, l'emplanture (52) d'aube s'étendant dans la direction (L) longitudinale du profil (56) d'aube et la plate-forme (54) ayant un bord (55a, 55b) longitudinal de plate-forme convexe du côté extrados et concave du côté intrados s'étendant respectivement dans la direction (L) longitudinale, l'emplanture (52) de l'aube étant formée de façon à ce que la surface (72) de l'emplanture de l'aube tournée respec-

tivement vers la paroi (62, 64) de profil d'extrados et d'intrados s'étende de manière convexe et concave conformément au bord (55a, 55b) longitudinal de plate-forme associée et

dans laquelle le dépassement (75) de plate-forme d'extrados et/ou d'intrados est constitué sous la forme d'un bout de plate-forme ayant une largeur (B) de plate-forme relativement courte,

- comprenant des éléments (74) de plate-forme ayant une emplanture (78) de plate-forme profilée et une plaque (76) de plate-forme qui a un bord (79a) longitudinal convexe et un bord (79b) longitudinal concave et dans laquelle la plaque (76) de plate-forme et l'emplanture (78) de plate-forme s'étendent dans une direction (L) longitudinale, l'emplanture (78) de plate-forme étant conformée de manière à ce que la surface (77) d'emplanture de plate-forme latérale correspondante du bord (79) longitudinal concerné soit convexe ou respectivement concave, et

- comprenant une structure (80) portante dans laquelle sont ménagées des rainures (92) de maintien d'aube, dans lesquelles les emplantures (52) des aubes (50) de la turbine à gaz peuvent être enfilées, chaque rainure (92) de maintien d'aube étant cintrée dans une mesure identique à l'emplanture (52) d'aube et dans laquelle, entre des rainures (92) de maintien d'aube voisines, est prévue respectivement une rainure (93) de maintien de plate-forme qui est cintrée dans une mesure identique à l'emplanture (78) de plate-forme, et

dans laquelle, considéré dans la direction (U) périphérique, il est prévu respectivement, entre les bords (55) longitudinaux de plate-forme de deux aubes (50) de turbine à gaz voisines introduites dans les rainures (92) de maintien d'aube, des éléments (74) de plate-forme introduits dans les rainures (93) de maintien de plate-forme, la plaque (76) de plate-forme recouvrant la structure (50) portante.

2. Couronne (90) d'aubes de turbine à gaz suivant la revendication 1, dans laquelle l'emplanture (52) de l'aube (50) de turbine à gaz est conformée dans la direction (L) longitudinale, de façon à ce que toutes les lignes (70) de courbure, s'étendant dans la direction (L) longitudinale de la surface (72) de l'emplanture d'aube, s'étendent en allant vers les bords (55) longitudinaux de la plate-forme parallèlement sur un arc de cercle.
3. Couronne (90) d'aubes de turbine à gaz suivant la revendication 1 ou 2,

- dans laquelle de la paroi (64) de profil d'extrados de l'aube (50) de turbine à gaz jusqu'au bord (55) longitudinal de plate-forme d'extrados et/ou de la paroi (62) de profil d'intrados jusqu'au bord (55) longitudinal de plate-forme d'intrados, dépasse un dépassement (75) de plate-forme d'extrados ou d'intrados ayant une largeur (B) de plate-forme, qui est à peu près constante sur 30 % de sa longueur s'étendant dans la direction (L) longitudinale. 5
- 10
4. Couronne (90) d'aubes de turbine à gaz suivant l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle l'emplanture (52) de l'aube (50) de turbine à gaz est, en section transversale, en forme de queue d'aronde, en forme de marteau ou en forme de sapin. 15
5. Couronne (90) d'aubes de turbine à gaz suivant l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle l'aube de turbine à gaz peut être refroidie et/ou est coulée. 20
6. Couronne (90) d'aubes de turbine à gaz suivant la revendication 1, dans laquelle l'emplanture (78) de plate-forme des éléments (74) de plate-forme est conformée dans la direction (L) longitudinale, de façon à ce que toutes les lignes (77) de courbure, s'étendant dans la direction (L) longitudinale, de la surface (81) d'emplanture de la plate-forme s'étendent en allant vers les bords (79) longitudinaux parallèlement à un arc de cercle. 25
30
7. Couronne (90) d'aubes de turbine à gaz suivant la revendication 1, dans laquelle l'élément (74) de plate-forme est au moins en partie en céramique. 35
8. Couronne (90) d'aubes de turbine à gaz suivant la revendication 1, dans laquelle la structure (80) portante est formée par un disque (19) de rotor et dans laquelle les rainures (52) de maintien d'aube sont prévues de manière à s'étendre dans une direction axiale sur la périphérie (91) extérieure du disque (19) du rotor. 40
45

50

55

FIG 1

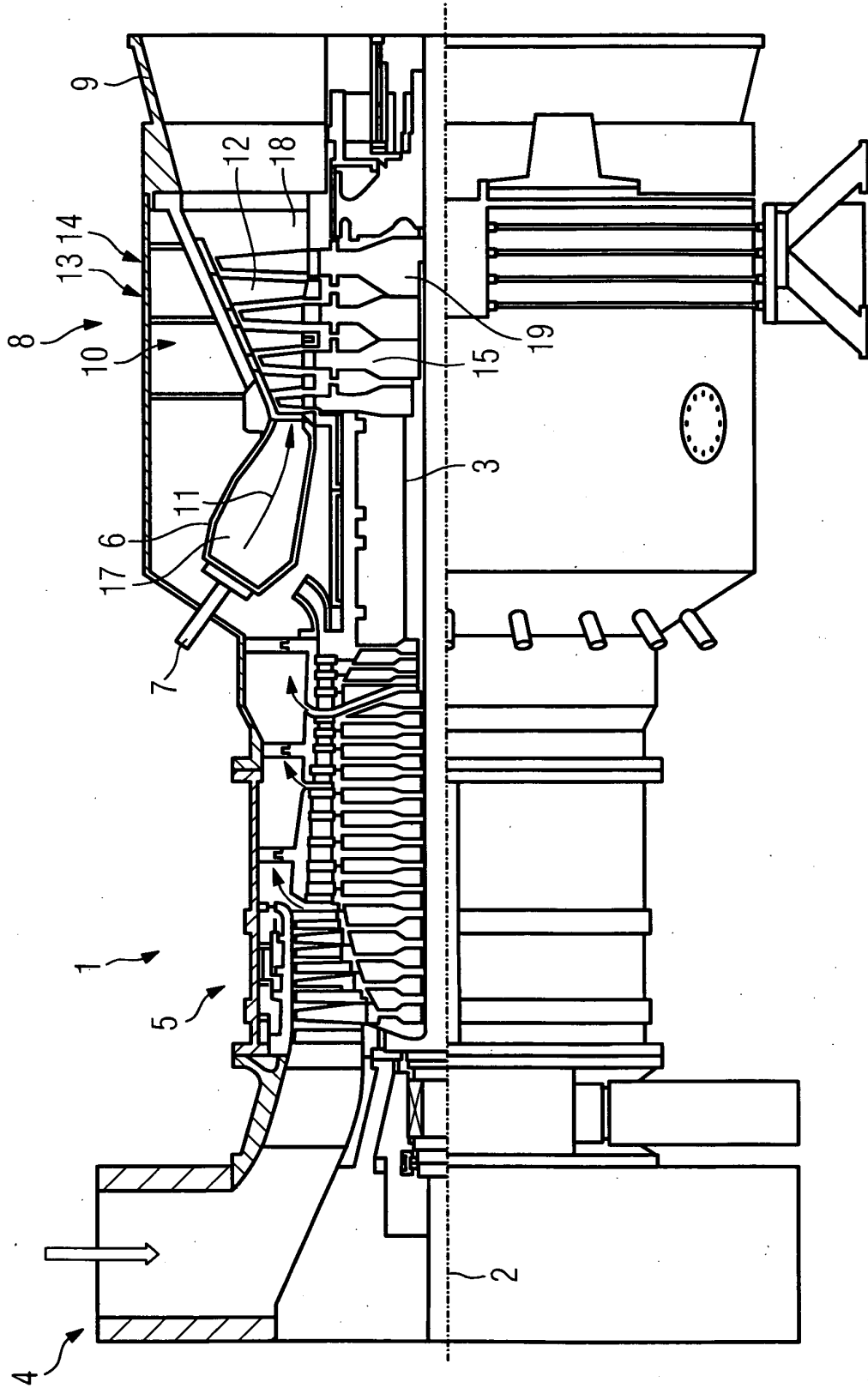


FIG 2

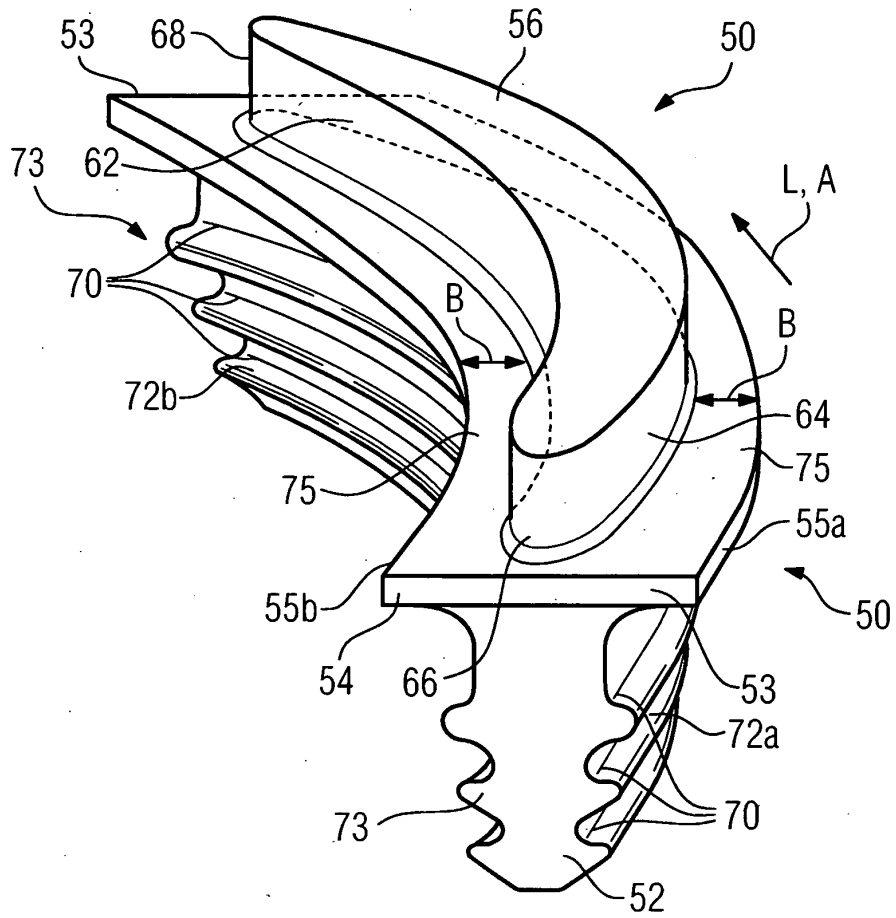


FIG 3

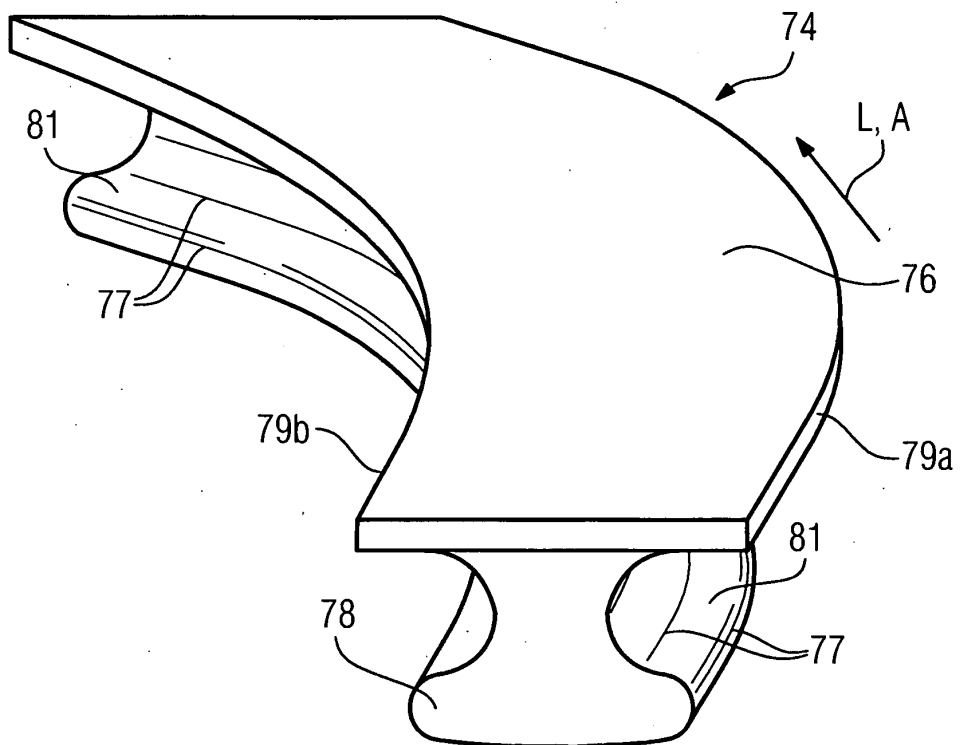
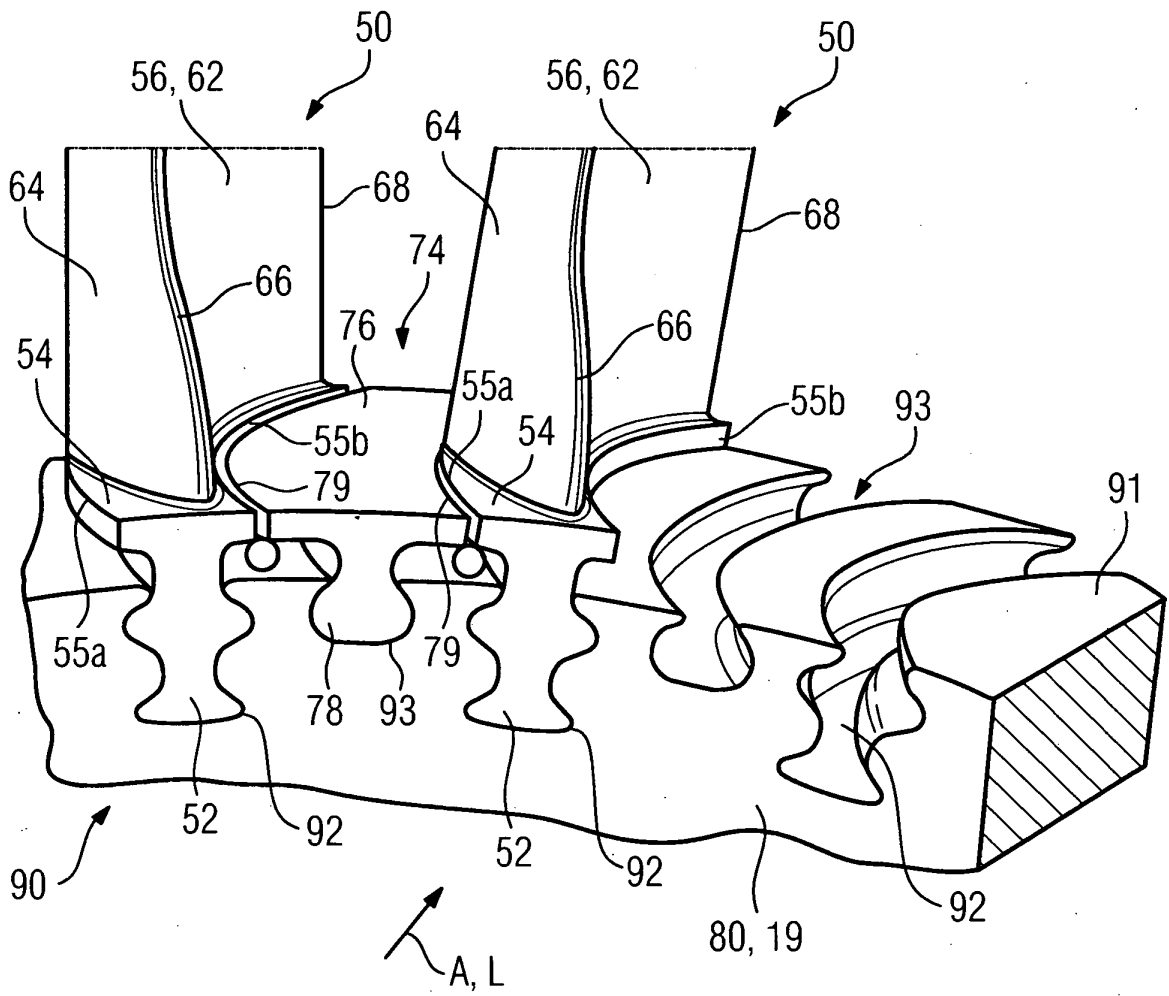


FIG 4



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 2001059263 A2 [0003]
- JP 07310502 B [0005]
- WO 0159263 A [0006]