



(11) **EP 1 448 874 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.12.2007 Patentblatt 2007/52

(51) Int Cl.:
F01D 5/22 (2006.01) F01D 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02767798.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/IB2002/003862

(22) Anmeldetag: **19.09.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/027445 (03.04.2003 Gazette 2003/14)

(54) **DICHTUNGSANORDNUNG ZUR DICHTSPALTREDUZIERUNG INNERHALB EINER
STRÖMUNGSROTATIONSMASCHINE**

JOINT SYSTEM FOR REDUCING A SEALING SPACE IN A ROTARY GAS TURBINE
SYSTÈME DE JOINT DESTINÉ À RÉDUIRE UN ESPACE D'ÉTANCHÉITÉ DANS UNE
TURBOMACHINE ROTATIVE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB

(30) Priorität: **25.09.2001 CH 176601**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.08.2004 Patentblatt 2004/35

(73) Patentinhaber: **Alstom Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **KREIS, Erhard**
CH-8112 Otelfingen (CH)
• **OEHL, Markus**
79761 Waldshut-Tiengen (DE)
• **RATHMANN, Ulrich**
CH-5400 Baden (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 076 157 DE-A- 19 848 103
DE-A- 19 858 031

EP 1 448 874 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Dichtungsanordnung zur Dichtspaltreduzierung innerhalb einer Strömungsrotationsmaschine, vorzugsweise einer axialen Turbomaschine entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Eine solche Anordnung ist beispielsweise aus DE-A1-198 48 103 bekannt.

Stand der Technik

[0002] Gattungsgemäße Dichtungsanordnungen sind hinreichend bekannt und dienen einer weitgehend gasdichten Verbindung zwischen zwei fest, längs in einer Schaufelreihe nebeneinander angeordneten Lauf- bzw. Leitschaufeln, die in Turborotationsmaschinen zur Verdichtung bzw. Entspannung gasförmiger Medien eingesetzt werden, je nachdem ob es sich um eine Verdichter- oder eine Gasturbineneinheit handelt. Lauf- und Leitschaufeln grenzen über unmittelbar am Schaufelfussbereich angeordnete Plattformen aneinander, den Bereich des Arbeitsmediums von einem zu kühlenden Anlagenbereich, sei es die Rotoranordnung oder Gehäusebereiche der Turborotationsmaschine, abtrennen. Auch können Zwischenstücke als Distanzelemente zwischen zwei Schaufelfüssen längs einer Schaufelreihe eingebracht sein, die ebenfalls über entsprechende Seitenftanken mit den Plattformen der Schaufelfüsse aneinandergrenzen. Eben jene Stossflächen aneinandergrenzender Plattformen zweier benachbarter Schaufelfüsse bzw. Schaufelfüsse und Distanzelemente gilt es zur Vermeidung von Leckageströmungen gegeneinander möglichst wirkungsvoll abzudichten. Der Einfachheit halber ist im Weiteren vom Aneinandergrenzen der Schaufelfüsse und den damit verbundenen Dichtspalten die Rede, worunter jedoch die vorstehenden Zusammenhänge gemeint sind.

[0003] DE-A-198 48 103 beschreibt eine Dichtungsanordnung zur Reduzierung von Leckströmen innerhalb einer Strömungsrotationsmaschine, vorzugsweise einer axialen Turbomaschine, mit Lauf- und Leitschaufeln; die jeweils in wenigstens einer Lauf- bzw. Leitschaufelreihe angeordnet sind und Schaufelfüsse aufweisen, über die die einzelnen Lauf- und Leitschaufeln mit Befestigungskonturen verbunden sind. Die Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, daß zwischen wenigstens zwei benachbarten Schaufelfüssen innerhalb einer Leit- oder Laufschaufelreihe oder zwischen Leit- und/oder Laufschaufeln und benachbarten Komponenten der Strömungsmaschine ein filzartiges Material aufweisendes Dichtelement vorgesehen ist.

[0004] EP-A-1 076 157 bezieht sich auf die Ausstattung einer Turbinenschaufel einer Gasturbine mit einem intermetallischen Filz. Durch die Besetzung der Spitze der Turbinenschaufel mit dem intermetallischen Filz und einem Überzug mit einem keramischen Material kann ein

verbesserter Schutz gegen thermische und mechanische Einwirkungen und eine verbesserte Oxidationsbeständigkeit erreicht werden. Es ist auch eine Anordnung des intermetallischen Filzes an dem der Turbinenschaufel gegenüberliegenden Rotor bzw. Stator oder auf der Plattform der Turbinenschaufel denkbar.

[0005] DE-A-198 58 031 betrifft eine Anstreifdichtung zwischen einem Wandabschnitt und den Schaufelspitzen einer Gasturbine, die vollständig aus einer aufgeschäumten, metallischen, korrosionsbeständigen Hochtemperaturlegierung besteht. Nach einem ersten Herstellungsverfahren werden vorgefertigte Metallschaumsegmente durch Hochtemperaturlöten mit den Wandabschnitten verbunden. Alternativ kann das nicht aufgeschäumte Vormaterial. Der Anstreifdichtung zunächst mit den Wandabschnitten verbunden und anschließend daran aufgeschäumt werden. Solche Metallschaumdichtungen besitzen ein optimales Dichtverhalten, bei gleichzeitiger Verbesserung der Isolierung der Gehäusestruktur gegen das Heissgas. Durch Einflussnahme auf die Aufschäumparameter ist die Zellstruktur der Anstreifdichtung in bestimmten Grenzen beeinflussbar, so dass die Einlaufeigenschaften, die Umströmungsbehinderung und die Isolierwirkung auf diese Weise bestimmt werden.

[0006] Aus der EP 0 501 700 A1 geht hierzu eine Turbinenleitschaufelkonstruktion hervor, deren Leitschaufelfuß, sowie Kopfband mittels Federdichtelementen gegen entsprechende Konturen der Gehäusekomponenten fixiert werden. Der Nachteil von mit Federelementen versehenen Dichtungen besteht u.a. darin, daß nicht ausgeschlossen werden kann, daß das Federmaterial aufgrund der überaus hohen Materialbeanspruchungen hinsichtlich der in Gasturbinen vorherrschenden Temperatur- und Druckbedingungen, sehr rasch ermüden, so daß sie ihre Federkraft und damit ihre Dichtfunktion verlieren.

[0007] Ferner geht aus der DE 195 20 268 A1 eine Flächendichtung hervor, die zwei Dichtflächen aufweist, die jeweils eine elastische Wellfläche einschließen. In einem Ausführungsbeispiel erstreckt sich die zu einem U geformte Flächendichtung entlang der innenkontur eines hammerkopfförmig ausgebildeten Leitschaufelfußes und dient der Abdichtung von Kühlluft, die in die Leitschaufel eingeblasen wird, sowie zum Schutz des Leitschaufelfußes vor heißen Gasen. Die in unterschiedlichen Flächenformen auszubildende Dichtungsanordnung benötigt jedoch ebene, abzudichtende Konturflächen, an denen sie flächig aufliegen können. Handelt es sich um die Abdichtung von Zwischenspalten, die von gekrümmten Oberflächen eingeschlossen sind, so stößt die bekannte Dichtungsanordnung an ihre Grenzen.

[0008] In der DE 33 03 482 A1 ist eine Rotorbaugruppe beschrieben, innerhalb der die Laufschaufeln über ihre jeweiligen Deckbänder bzw. Plattformen aneinander grenzen. Um Leckage-Ströme zwischen verbleibenden Zwischenspalten, die sich zwischen den aneinandergrenzenden Laufschaufelplattformen einstellen, weitgehend vollständig abzudichten, wird vorgeschlagen, Sili-

konkautschukstreifen vorzusehen, die an der Unterseite der Laufschaufelplattformen angebracht werden, um den Zwischenspalt zumindest an der Unterseite der aneinandergrenzenden

[0009] Laufschaufelplattformen abzudichten. Hierzu wird der Silikonkautschukstreifen an der Unterseite einer Laufschaufelplattform verklebt und überlappt dabei die Oberfläche der benachbarten Laufschaufel. Durch die Klebung, sowie durch die durch Rotation auf den Silikonkautschukstreifen einwirkende Fliehkraft kann der Zwischenspalt zwischen den benachbarten Laufschaufelplattformen weitgehend abgedichtet werden. Nachteilhaft bei der Verwendung von Silikondichtungen ist ihre nur begrenzte Temperaturbeständigkeit, durch die ihr Einsatz in Hochleistungsgasturbinen, in denen Temperaturen von bis zu 1200 °C vorherrschen, fragwürdig erscheint.

[0010] Die vorstehend zum Stand der Technik aufgezeigten Beispiele zur Reduzierung des Dichtspaltes zwischen zwei längs einer Laufschaufelreihe angeordneter Lauf- oder Leitschaufeln machen deutlich, dass trotz der Vielzahl bekannter Lösungskonzepte Unzulänglichkeiten bei der Umfangsspaltreduzierung in Schaufelreihen verbleiben. Die hierbei auftretenden Schwierigkeiten sind mit den überaus hohen Betriebstemperaturen, insbesondere beim Betrieb von Gasturbinenanlagen, verbunden, durch die bekannte Dichthilfen zur Reduzierung der einzelnen Dichtspalte erheblich in Mitleidenschaft gezogen werden können und schliesslich ihre anfängliche Dichtfunktion verlieren.

[0011] Weitere Schwierigkeiten entstehen zudem auch dadurch, dass die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungseigenschaften der einzelnen Anlagenkomponenten, insbesondere das der Lauf- und Leitschaufeln in ihren Schaufelfußbereichen, sehr stark von den dort vorherrschenden Temperaturen abhängen. Werden beispielsweise zwei innerhalb einer Schaufelreihe benachbart angeordnete Schaufelfüße im "kalten" Zustand mit einem minimal kleinen Dichtspalt aneinander gepresst und in dieser Stellung fixiert, so treten im Nennlastbetrieb der Strömungsrotationsmaschine durch thermisch bedingte Materialausdehnungen derart hohe Druckkräfte in Umfangsrichtung der Schaufelreihe zwischen benachbarten Schaufelfüßen auf, die im Fügebereich zwischen jedem einzelnen Schaufelfuss und der jeweiligen Befestigungsnut zu Strukturüberlastungen führen können, die Ursache für eine vorzeitige Materialermüdung und letztlich für einen Totalverlust einer Schaufel sein können.

[0012] Wird der Zwischenspalt zwischen zwei benachbarten Schaufelfüßen im Kaltzustand hingegen zu groß gewählt, so sind trotz thermisch bedingten Materialausdehnungen im Nennbetriebszustand der Strömungsrotationsmaschine, bspw. einer Gasturbinenanlage, große Zwischenspalte vorhanden, durch die Leakageströme in beträchtlichen Mengen hindurchtreten und somit merkliche Leistungsverluste verursachen.

[0013] Die vorstehend geschilderten Zusammenhänge machen deutlich, dass für das Erreichen eines mög-

lichst optimalen minimalen Dichtspaltes zwischen zwei benachbarten Schaufelfüßen längs einer Schaufelreihe Dichtspalte im kalten Zustand vorzusehen sind, deren Bemessungen höchst präzise mit sehr engen Toleranzgrenzen einzustellen sind, um im Warmzustand einen gewünschten minimalen Dichtspalt zu erhalten. Dies ist jedoch aufgrund der technischen Gegebenheiten und der nicht exakt vorausbestimmbaren thermischen Ausdehnungseigenschaften der einzelnen Komponenten in der gewünschten Weise nicht realisierbar. Überdies tragen Oxidationserscheinungen an den Flanken bzw. Kanten der Schaufelfüße während des Betriebes dazu bei, dass ursprünglich als optimal bemessene Dichtspaltabstände im kalten Zustand erhebliche Abweichungen erfahren. Dadurch kommt es zu unerwünschten Veränderungen innerhalb des Dichtspaltes etc, die im Warmzustand zu sehr hohen Druckkräften zwischen zwei benachbarten Schaufelfüßen und somit zu Strukturüberlastungen, wie vorstehend erwähnt, führen können.

Darstellung der Erfindung

[0014] Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, eine Dichtungsanordnung zur Dichtspaltreduzierung innerhalb einer Strömungsrotationsmaschine, vorzugsweise einer axialen Turbomaschine, mit Lauf- und Leitschaufeln, die jeweils in wenigstens einer Lauf- und Leitschaufelreihe angeordnet sind und jeweils über Schaufelfüße verfügen, die in Befestigungskonturen innerhalb der Lauf- und Leitschaufelreihen hineinragen, derart weiterzubilden, dass sich während des heißen Betriebsverhaltens der Turbomaschine ein optimal minimaler Dichtspalt zwischen zwei benachbarten Schaufelfüßen ausbildet, der einerseits einen möglicherweise bestehenden Leakagestrom effektiv und optimal reduziert und andererseits keine Druckkräfte zwischen den Schaufelfüssen hervorruft, durch die die in Umfangsrichtung einer Schaufelreihe befestigten Schaufelfüße in schadhafter Weise beansprucht werden. Die Dichtungsanordnung soll überdies hochtemperatur- und oxidationsbeständig sein und somit eine lange Lebensdauer aufweisen.

[0015] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, im Gegensatz zu den bisher bekannten Lösungsansätzen, bei denen zwei benachbarte Schaufelfüsse möglichst fest und innig miteinander verfügt sind, zwei benachbarte Schaufelfüße derart lose gegeneinander zu verfügen, so dass die Schaufelfüße auch im Warmzustand keinen Druckkräften ausgesetzt sind, die zu mechanischen Verspannungen in den Schaufelfüßen führen, aber dennoch einen möglichst minimalen Dichtspalt miteinander einschließen.

[0016] Dies ist erfindungsgemäß durch die Verwendung eines plastisch leicht verformbaren Materials realisierbar, das gezielt zwischen zwei benachbarte Schaufelfüße eingebracht ist und vorzugsweise eine Materialdicke aufweist, die derart bemessen ist, dass beide Schaufelfüße im Kaltzustand durch einen Kaltspalt in üb-

licher, fertigbarer Größenordnung von etwa 1/100 mm bis 5 mm voneinander beabstandet sind. Da die einzelnen Schaufelfüße innerhalb der Befestigungskontur längs der Schaufelreihe in Umfangsrichtung fixiert sind, reduziert sich jeweils der zwischen zwei benachbarten Schaufelfüßen eingeschlossene Dichtspalt während des Betriebes der Turbomaschine, vorzugsweise Gasturbinenmaschine, aufgrund der sich einstellenden hohen Betriebstemperaturen und den dadurch initiierten thermischen Materialausdehnungen innerhalb der Schaufelfüße. Bedingt durch die Materialausdehnung bewegen sich die Seitenflanken der Schaufelfüße aufeinander zu, kommen in Kontakt und vermögen aufgrund weiterer Ausdehnung das zwischen beiden Schaufelfüßen eingebrachte Material plastisch zu verformen, sodass das Material zu einem gewissen Anteil regelrecht aus dem Dichtspalt "herausgequetscht" wird und/oder einer lokalen Materialverdichtung unterliegt, je nach plastischen Verformungsverhalten des Materials. Auf diese Weise werden die von beiden sich gegenüberliegenden Schaufelfüßen ausgehenden Druckkräfte von dem plastisch verformbaren Dichtelement selbst aufgenommen und nicht auf den jeweils gegenüberliegenden Schaufelfuß übertragen. Durch die plastische Verformung des Dichtelementes stellt sich automatisch ein geringst möglicher Warmspalt ein unabhängig von aktuellen Betriebsbedingungen sowie ursprünglich vorgesehener Toleranzen in der Bemessung von Kalt-Dichtspalten sowie entsprechender Dichtelemente.

[0017] Neben der Dichtspaltreduzierung zwischen benachbarten Schaufelfüßen ist das plastisch verformbare Material auch zwischen Komponenten der Strömungsrotationsmaschine wie Distanzzwischenstücken längs einer Leit- oder Laufschaufelreihe oder Wärmestausegmenten, den sogenannten Heartshields, vorzusehen.

[0018] Als plastisch verformbare Materialien sind bevorzugt Sintermetalle, Metallschäume sowie poröse metallische Beschichtungsmaterialien verwendbar.

[0019] Sintermetalle, die in ursprünglicher Form als pulverförmiges Nickelaluminat, Eisenaluminat oder Kobaltaluminat vorliegen und vorzugsweise im Wege eines Flammsspritzverfahrens unter hohem Druck auf wenigstens eine zweier sich gegenüberliegenden Flanken eines Schaufelfußes aufbringbar sind, stellen bevorzugte oxidationsbeständige Dichtungsmaterialien dar.

[0020] Auch ist die Verwendung von Metallschäumen in Form von Nickel- oder Nickellegierungsschäumen, Kobalt oder Kobaltlegierungsschäumen, sowie auch Aluminium oder Aluminiumlegierungsschäume denkbar, die beispielsweise im Wege eines Löt- oder Schweißprozesses auf die jeweilige Seitenflanke eines Schaufelfußes aufgebracht und mit dieser fest verfügbar ist.

[0021] Auch die Verwendung metallisch poröser Beschichtungen, wie beispielsweise das Vorsehen von sogenannten MCrAlY-Schichten, wobei M für ein Element der Gruppe bestehend aus Eisen-Kobalt-Nickel gewählt ist, eignet sich besonders gut als Dichtungsmaterial im vorstehend geschilderten Sinne. Derartige Materialver-

bindungen können ebenfalls im Wege des Flammsspritzens auf die Oberfläche einer Flanke eines Schaufelfußes aufgebracht werden. Je nach Wahl geeigneter Spritzparameter können unterschiedliche Porositäten gezielt eingestellt werden, wodurch der Grad der Plastizität nahezu beliebig einstellbar ist.

[0022] Grundsätzlich lassen sich jegliche oxidationsbeständige, plastisch verformbare Materialien zu dem vorstehend genannten Einsatzzweck verwenden, die mittels Flammsspritzens, galvanischen Abscheiden, Vakuumbeschichten, Plattieren oder unter Verwendung von Löt- und Schweißtechniken mit den Schaufelfüßen in geeigneter Weise verfügbar sind.

[0023] Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0024] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1a, b schematisierter Ausschnitt eines Querschnittes zweier sich gegenüberliegender innerer Deckbänder zweier Schaufelfüße,

Fig. 2,3,4 alternative Ausbildungsformen,

Fig. 5 schematisierte Draufsicht auf zwei in einer Leitschaufelreihe benachbart angeordnete Leitschaufeln mit Dichtelemente, sowie

Fig. 6 alternative Ausbildungsform.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0025] In Fig. 1a ist eine Teilquerschnittsdarstellung durch zwei, längs einer Laufschaufelreihe, die sich in Umfangsrichtung (siehe Pfeil) auf einer Rotoranordnung 1 erstreckt, unmittelbar benachbart gegenüberliegende Plattformen 21, 31 zweier Schaufelfüße 2, 3, die zur Befestigung in die Rotoranordnung 1 hineinragen, dargestellt.

[0026] Die Fig. 1a zeigt den Kaltzustand, d.h. den Zustand der Schaufelfüße 2, 3 vor Inbetriebnahme der Strömungsrotationsmaschine, die beispielsweise eine Verdichtereinheit oder eine Gasturbinenstufe darstellt. An den sich beiden, unmittelbar gegenüberliegenden Flanken 22, 32 der Plattformen 21, 31 ist jeweils ein schichtförmiges, aus plastisch verformbarem Material bestehendes Dichtelement 4 vorgesehen, die gemeinsam einen Kaltspalt 5 mit einer Kaltspaltweite s_c miteinander einschließen. Die Kaltspaltweite s_c weist typischerweise einen Abstand zwischen 0,01 und 5 mm auf.

[0027] In Fig. 1 b ist die gleiche Anordnung im Warm-

zustand dargestellt, d.h. nach bereits erfolgter thermischer Ausdehnung der sich beiden gegenüberliegenden Schaufelfüße 2, 3 mit den Plattformen 21, 31. Beide Dichtelemente 4 sind kraftbeaufschlagt gegeneinander verfügt und aufgrund der herrschenden Fügekräfte zumindest teilweise plastisch verformt, wodurch sich ihre effektive Materialdicke reduziert hat. An den Randbereichen beider plastisch verformter Schichten 4 gemäß Fig. 1 haben sich seitliche Überquetsungsbereiche 41 gebildet, die auch in einer Wiederrückführung in den Kaltzustand aufgrund der plastischen Verformung verbleiben.

[0028] Durch das erfindungsgemäße Vorsehen plastisch verformbaren Materials zwischen zwei sich unmittelbar aneinander grenzenden Schaufelfüßen, vorzugsweise zwischen den benachbarten Plattformen 21, 31 der beiden Schaufelfüße 2, 3 bildet sich im Warmzustand ein optimaler minimaler Warmspalt 6 aus, der eine Spaltweite s_w aufweist, die im besten Fall nahe Null ist und auf alle Fälle wesentlich kleiner als der Kaltspalt s_c .

[0029] In Fig. 2 sind zwei konturierte Flanken zweier Plattformen 7, 8 von Leitschaufeln dargestellt, die einen Heißgaskanal 9 innerhalb einer Gasturbinenanlage gegenüber einem nicht dargestellten Statorgehäuse abgrenzen. Auch in diesem Fall weist ein Teil der Plattformflanke 81 ein Dichtelement 4 bestehend aus plastisch verformbarem Material auf, gegen das ein entsprechender Absatz der Plattform 7 gepresst wird und zugleich über einen Kühlkanal 72 gekühlt wird.

[0030] Eine entsprechende Anordnung sieht Fig. 3 vor, bei der sich beide Plattformen 7, 8 über ein keilförmig ausgebildetes Dichtelement 4 aneinander fügen. Das größere Keilende 42 des keilförmig ausgebildeten Dichtelementes 4 ist zu Seiten des Heißgaskanals 9 orientiert.

[0031] Schließlich ist in der Fig. 4 eine weitere alternative Ausführungsform zweier sich gegenüber befindlicher Plattformen 7, 8 dargestellt, bei denen sich zwei gegenüberliegende Flanken 71, 81 mit entsprechenden Dichtelementen 4 verfügt sind. Zusätzliche Kühlkanäle 72, 82 sorgen für eine entsprechende lokale Kühlung. Schließlich geht aus Fig. 5 die Draufsicht auf zwei längs einer Leitschaufelreihe angeordneter Leitschaufeln mit zugehörigen Plattformen 7, 8 die längs der beiden Seitenkanten 73, 83 nebeneinander angeordnet sind. Die an beiden Seitenflanken 73 und 83 vorgesehenen Dichtelemente 4 sind dabei derart bemessen, dass sich ein möglichst gleichmäßiger minimaler Warmspalt einstellt. Erschwert wird dies durch die auftretende Verkippung beider Plattformen 7, 8 relativ zueinander. Dies kann jedoch durch geeignete Schichtdickenwahl bei den Dichtelementen berücksichtigt werden

[0032] In Figur 6 ist eine weitere alternative Ausführungsform vergleichbar zu den Figuren 2 bis 4 dargestellt. Die Plattformflanke der Leitschaufel weist eine erhabene Dichtnase 74 auf, die lokal in das ihr gegenüberliegende Dichtelement 4 gepresst wird, wodurch sich eine lokale, einfache plastische Deformation innerhalb des

Dichtelementes 4 ergibt, durch die der Leakagestrom wirksam unterdrückt werden kann.

Bezugszeichenliste

[0033]

1	Rotoranordnung
2, 3	Schaufelfuß
21, 31	Plattform
22, 32	Seitenflanken
4	Plastisch verformbares Material, Dichtelement
41	Überquetsungsbereich
42	Keilende
5	Dichtspalt (Kaltspalt)
6	Dichtspalt (Warmspalt)
7, 8	Plattform
71, 81	Seitenflanken vom Plattform 7, 8
72, 82	Kühlkanäle
73, 83	Seitenflanken
74	Dichtnase
9	Heißgaskanal

Patentansprüche

1. Dichtungsanordnung zur Dichtspaltreduzierung innerhalb einer Strömungsrotationsmaschine, vorzugsweise einer axialen Turbomaschine,

- mit Lauf- und Leitschaufeln, die jeweils in wenigstens einer Lauf- und Leitschaufelreihe angeordnet sind und jeweils über Schaufelfüße (2, 3) verfügen, die in Befestigungskonturen innerhalb der Lauf- und Leitschaufelreihen hineinragen,
- wobei die Schaufelfüße (2, 3) jeweils eine Plattform (7, 8, 21, 31) aufweisen,
- zwischen wenigstens zwei Plattformen (7, 8, 21, 31) benachbarter Schaufelfüße (2, 3) längs einer Lauf- oder Leitschaufelreihe oder zwischen einer Plattform (7, 8, 21, 31) eines Schaufelfusses (2, 3) einer Lauf- oder Leitschaufel und einer unmittelbar an die Plattform (7, 8, 21, 31) angrenzenden Komponente der Strömungsrotationsmaschine ein Dichtelement (4) aus plastisch verformbarem Material vorgesehen ist,
- wobei das Dichtelement (4) wenigstens mit einer Plattform (7, 8, 21, 31) fest verbunden ist und eine von der Oberfläche der Plattform (7, 8, 21, 31) erhabene Dicke aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die zwei benachbarten Plattformen (7, 8, 21, 31) oder die Plattform (7, 8, 21, 31) und die unmittelbar an die Plattform (7, 8, 21, 31) angrenzenden Komponente im Kaltzustand einen Kalt-

- spalt s_c und im Warmzustand beim Betrieb der Strömungsrotationsmaschine einen Warmspalt s_w miteinander einschließen.
2. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, 5
dadurch gekennzeichnet, daß
 die Verbindung des Dichtelements (4) mit der Plattform (7, 8, 21, 31) eine Löt- oder Klebverbindung ist.
 3. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, 10
dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Dichtelement (4) als Schichtmaterial an einer Plattform (7, 8, 21, 31) im Wege eines Abscheideprozesses angebracht ist, und 15
 - dass das Dichtelement (4) und die Plattform (7, 8, 29, 31) eine metallurgische Verbindung eingehen. 20
 4. Dichtungsanordnung nach Anspruch 3, 25
dadurch gekennzeichnet, dass
 das als Schichtmaterial ausgebildete Dichtelement (4) durch Flammsspritzen, galvanisches Abscheiden oder durch Plattieren auf die Plattform (7, 8, 21, 31) aufbringbar ist.
 5. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 30
dadurch gekennzeichnet, daß
 das plastisch verformbare Material (4) Sintermetall, ein Metallschaum oder eine poröse metallische Beschichtung ist.
 6. Dichtungsanordnung nach Anspruch 5, 35
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Sintermetall eine homogene gebackene Verbindung aus NiAl, FeAl oder CoAl ist.
 7. Dichtungsanordnung nach Anspruch 5, 40
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Metallschaum ein Ni-, Co- und/oder Al-haltiger Metallschaum ist.
 8. Dichtungsanordnung nach Anspruch 5, 45
dadurch gekennzeichnet, dass
 die poröse metallische Beschichtung MCrAlY aufweist, mit M als ein Metall aus der Gruppe bestehend aus Ni, Co oder Fe. 50
 9. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 55
dadurch gekennzeichnet, dass gilt: $s_w \ll s_c$.
 10. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
 sich bei Überschreiten eines zwischen zwei Plattfor-
 - men (7, 8, 21, 31) oder zwischen der Plattform (7, 8, 21, 31) und die unmittelbar an die Plattform (7, 8, 21, 31) angrenzenden Komponente herrschenden Anpressdruckes im Warmzustand der Strömungsrotationsmaschine das Dichtelement (4) zur Bildung eines minimalen Warmspaltes s_w plastisch verformt.
 11. Dichtungsanordnung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die plastische Verformung des Dichtelementes (4) im wesentlichen lateral zur Ebene eines durch beide Plattformen (7, 8, 21, 31) oder durch die Plattform (7, 8, 21, 31) und die unmittelbar an die Plattform (7, 8, 21, 31) angrenzenden Komponente eingeschlossenen Dichtspaltes (5, 6) erfolgt.
 12. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Dichtelement (4) keilartig ausgebildet ist, und dass das dickere Keilende (42) den Schaufelblättern zugewandt orientiert ist.
 13. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Plattformen (7, 8, 21, 31) oder die Plattform (7, 8, 21, 31) und die unmittelbar an die Plattform (7, 8, 21, 31) angrenzenden Komponente eine gegenseitig ineinanderragende Kontur aufweisen, an der zumindest den Schaufelblättern zugewandten Konturteil das Dichtelement (4) vorgesehen ist.
 14. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens ein Kühlkanal (72, 82) vorgesehen ist, der im Bereich des Dichtelementes (4) aus der Plattform (1, 8, 21, 31) mündet.
 15. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
 dem Dichtelement (4) gegenüberliegend an der Plattform (7, 8, 21, 31) eine Dichtnase (74) vorgesehen ist.
 16. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die an die Plattform (7, 8, 21, 31) angrenzende Komponente der Strömungsrotationsmaschine ein Zwischenstück, in Form eines Distanzstückes, oder ein Wärmestausegment ist.

Claims

1. Seal arrangement for reducing the seal gaps within a rotary flow machine, preferably an axial turbomachine,

- having rotor blades and guide vanes, which are respectively arranged in at least one rotor blade row and guide vane row and have respective blade/vane roots (2, 3) which protrude into fastening contours within the rotor blade and guide vane rows,
- the blade/vane roots (2, 3) having a respective platform (7, 8, 21, 31),
- a sealing element (4) in plastically deformable material being provided between at least two platforms (7, 8, 21, 31) of adjacent blade/vane roots (2, 3) along a rotor blade row or guide vane row or between a platform (7, 8, 21, 31) of a blade/vane root (2, 3) of a rotor blade or guide vane and a rotary flow machine component directly adjoining the platform (7, 8, 21, 31).
- the sealing element (4) being firmly connected to at least one platform (7, 8, 21, 31) and having a thickness protruding from the surface of the platform (7, 8, 21, 31),

characterized in that

- the two adjacent platforms (7, 8, 21, 31) or the platform (7, 8, 21, 31) and the component directly adjoining the platform (7, 8, 21, 31) enclose a cold gap s_c in the cold condition and a hot gap s_w in the hot condition during operation of the rotary flow machine.

2. Seal arrangement according to Claim 1, **characterized in that** the connection of the sealing element (4) to the platform (7, 8, 21, 31) is a brazed/soldered or bonded connection.
3. Seal arrangement according to one of Claims 1 and 2, **characterized in that**

- the sealing element (4) is applied as a layer material to a platform (7, 8, 21, 31) by means of a precipitation process, and
- **in that** the sealing element (4) and the platform (7, 8, 21, 31) enter into a metallurgical combination.

4. Seal arrangement according to Claim 3, **characterized in that** the sealing element (4) configured as a layer material can be applied by flame spraying, galvanic precipitation or by plating onto the platform (7, 8, 21, 31).

5. Seal arrangement according to one of Claims 1 to

4, **characterized in that** the plastically deformable material (4) is a sintered metal, a metal foam or a porous metallic coating.

6. Seal arrangement according to Claim 5, **characterized in that** the sintered metal is a homogeneously baked combination from NiAl, FeAl or CoAl.

7. Seal arrangement according to Claim 5, **characterized in that** the metal foam is one containing Ni, Co and/or Al.

8. Seal arrangement according to Claim 5, **characterized in that** the porous metallic coating exhibits $M\text{CrAlY}$, where M is a metal from the group consisting of Ni, Co or Fe.

9. Seal arrangement according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the following applies: $s_w \ll s_c$.

10. Seal arrangement according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** when a contact pressure present between two platforms (7, 8, 21, 31) or between the platform (7, 8, 21, 31) and the component directly adjoining the platform (7, 8, 21, 31) is exceeded in the hot condition of the rotary flow machine, the sealing element (4) deforms plastically in order to form a minimum hot gap s_w .

11. Seal arrangement according to Claim 10, **characterized in that** the plastic deformation of the sealing element (4) takes place substantially laterally relative to the plane of a seal gap (5, 6) enclosed by both platforms (7, 8, 21, 31) or by the platform (7, 8, 21, 31) and the component directly adjoining the platform (7, 8, 21, 31).

12. Seal arrangement according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the sealing element (4) has a wedge-shaped configuration and **in that** the thicker wedge end (42) is oriented to be facing toward the blade/vane aerofoils.

13. Seal arrangement according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the platforms (7, 8, 21, 31) or the platform (7, 8, 21, 31) and the component directly adjoining the platform (7, 8, 21, 31) have a contour protruding into one another, the sealing element (4) being provided at least on the contour part facing toward the blade/vane aerofoils.

14. Seal arrangement according to one of Claims 1 to 13, **characterized in that** at least one cooling duct (72, 82) is provided which opens from the platform (7, 8, 21, 31) in the region of the sealing element (4).

15. Seal arrangement according to one of Claims 1 to

10, **characterized in that** a sealing protrusion (74) is provided on the platform (7, 8, 21, 31), opposite the sealing element (4).

16. Seal arrangement according to one of Claims 1 to 15, **characterized in that** the component of the rotary flow machine adjoining the platform (7, 8, 21, 31) is an intermediate piece, in the form of a distance piece, or a heat insulation segment.

Revendications

1. Système de joint destiné à réduire l'espace d'étanchéité à l'intérieur d'une turbomachine rotative, de préférence une turbomachine axiale,

- comprenant des aubes mobiles et des aubes directrices, qui sont disposées dans au moins une rangée respective d'aubes mobiles et d'aubes directrices et qui disposent chacune de bases d'aubes (2, 3) qui pénètrent dans des contours de fixation à l'intérieur des rangées d'aubes mobiles et d'aubes directrices,
 - les bases d'aubes (2, 3) présentant à chaque fois une plate-forme (7, 8, 21, 31),
 - entre au moins deux plates-formes (7, 8, 21, 31) de bases d'aubes adjacentes (2, 3) le long d'une rangée d'aubes mobiles ou d'aubes directrices ou entre une plate-forme (7, 8, 21, 31) d'une base d'aube (2, 3) d'une aube mobile ou d'une aube directrice et un composant de la turbomachine rotative directement adjacent à la plate-forme (7, 8, 21, 31) étant disposé un élément d'étanchéité (4) en matériau déformable plastiquement,
 - l'élément d'étanchéité (4) étant connecté fixement à au moins une plate-forme (7, 8, 21, 31) et présentant une épaisseur rehaussée depuis la surface de la plate-forme (7, 8, 21, 31),

caractérisé en ce que

- les deux plates-formes adjacentes (7, 8, 21, 31) ou la plate-forme (7, 8, 21, 31) et le composant directement adjacent à la plate-forme (7, 8, 21, 31) forment l'une avec l'autre, à l'état froid, une fente à froid s_c et à l'état chaud pendant le fonctionnement de la turbomachine rotative, une fente à chaud s_w .

2. Système d'étanchéité selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la connexion de l'élément d'étanchéité (4) à la plate-forme (7, 8, 21, 31) est une connexion par brasage ou par collage.

3. Système d'étanchéité selon l'une quelconque des

revendications 1 ou 2,
caractérisé en ce que

- l'élément d'étanchéité (4) est appliqué sous forme de matériau stratifié sur une plate-forme (7, 8, 21, 31) au cours d'un processus de déposition, et
 - l'élément d'étanchéité (4) et la plate-forme (7, 8, 21, 31) subissent une liaison métallurgique.

4. Système d'étanchéité selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'élément d'étanchéité (4) réalisé sous forme de matériau stratifié peut être appliqué sur la plate-forme (7, 8, 21, 31) par pulvérisation thermique, par déposition galvanique ou par placage.

5. Système d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le matériau (4) déformable plastiquement est un métal fritté, une mousse métallique ou un revêtement métallique poreux.

6. Système d'étanchéité selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le métal fritté est un composé cuit homogène à base de NiAl, FeAl ou CoAl.

7. Système d'étanchéité selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la mousse métallique est une mousse métallique contenant Ni, Co et/ou Al.

8. Système d'étanchéité selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le revêtement métallique poreux présente du MCrAlY, M représentant un métal du groupe constitué de Ni, Co ou Fe.

9. Système d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'on a : $s_w \ll s_c$.

10. Système d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** dans le cas d'un dépassement d'une pression d'application existant entre deux plates-formes (7, 8, 21, 31) ou entre la plate-forme (7, 8, 21, 31) et le composant directement adjacent à la plate-forme (7, 8, 21, 31), à l'état chaud de la turbomachine rotative, l'élément d'étanchéité (4) se déforme plastiquement pour former une fente à chaud minimale s_w .

11. Système d'étanchéité selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la déformation plastique de l'élément d'étanchéité

(4) s'effectue sensiblement latéralement par rapport au plan d'une fente d'étanchéité (5, 6) incluse par les deux plates-formes (7, 8, 21, 31) ou par la plate-forme (7, 8, 21, 31) et le composant directement adjacent à la plate-forme (7, 8, 21, 31).

5

12. Système d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 1 à 11,

caractérisé en ce que

l'élément d'étanchéité (4) est réalisé en forme de coin, et **en ce que** l'extrémité plus épaisse du coin (42) est orientée vers les pales des aubes.

10

13. Système d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 1 à 11,

15

caractérisé en ce que

les plates-formes (7, 8, 21, 31) ou la plate-forme (7, 8, 21, 31) et le composant directement adjacent à la plate-forme (7, 8, 21, 31) présentent un contour avec emboîtement mutuel, l'élément d'étanchéité (4) étant prévu sur la partie de ce contour au moins tournée vers les pales des aubes.

20

14. Système d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 1 à 13,

25

caractérisé en ce que

l'on prévoit au moins un canal de refroidissement (72, 82), qui débouche dans la région de l'élément d'étanchéité (4) hors de la plate-forme (7, 8, 21, 31).

30

15. Système d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 1 à 10,

caractérisé en ce que

l'on prévoit un nez d'étanchéité (74) en face de l'élément d'étanchéité (4) sur la plate-forme (7, 8, 21, 31).

35

16. Système d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 1 à 15,

caractérisé en ce que

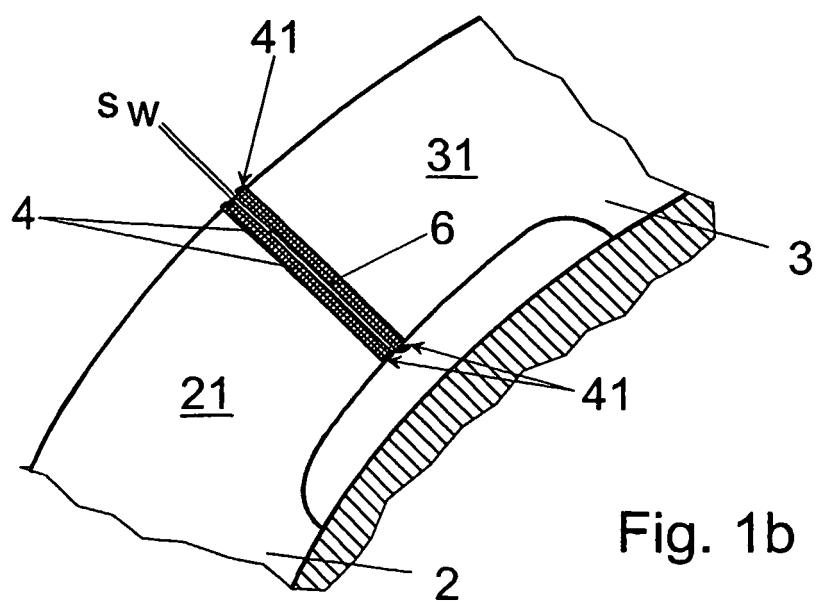
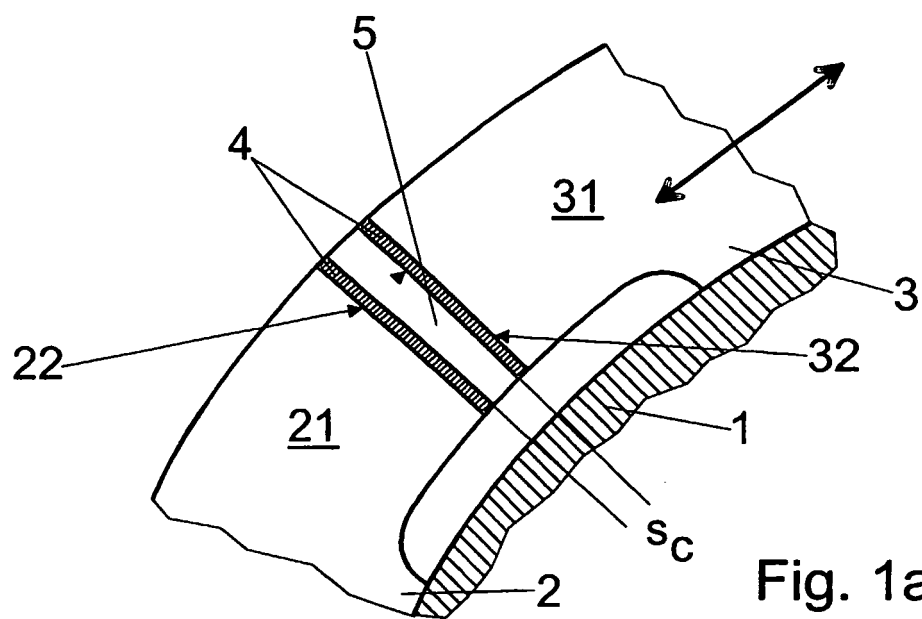
le composant de la turbomachine rotative adjacent à la plate-forme (7, 8, 21, 31) est une pièce intermédiaire sous forme de pièce d'espacement, ou un segment accumulateur de chaleur.

40

45

50

55



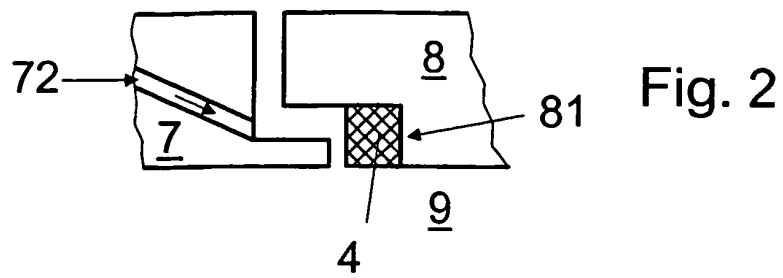


Fig. 2

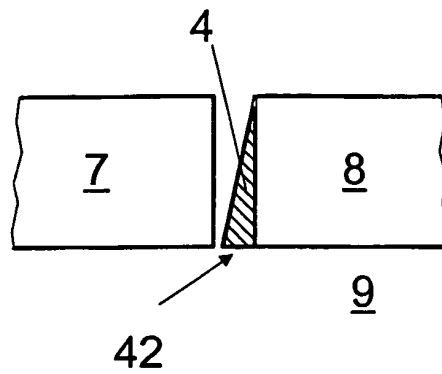


Fig. 3

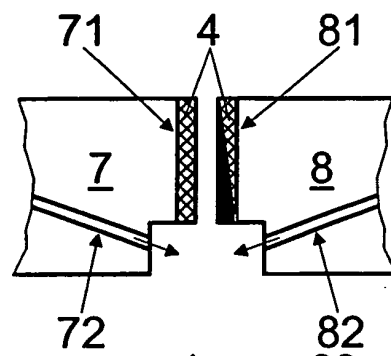


Fig. 4

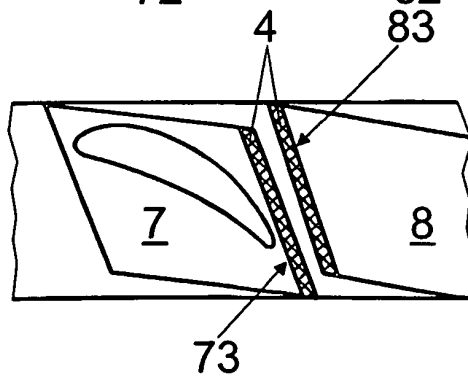


Fig. 5

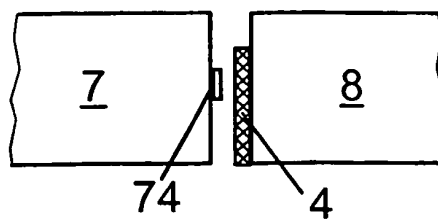


Fig. 6

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

- DE 19848103 A1 **[0001]**
- DE 19848103 A **[0003]**
- EP 1076157 A **[0004]**
- DE 19858031 A **[0005]**
- EP 0501700 A1 **[0006]**
- DE 19520268 A1 **[0007]**
- DE 3303482 A1 **[0008]**