



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 903 468 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.03.1999 Patentblatt 1999/12

(51) Int. Cl.⁶: **F01D 11/08**

(21) Anmeldenummer: **97810686.2**

(22) Anmeldetag: **19.09.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

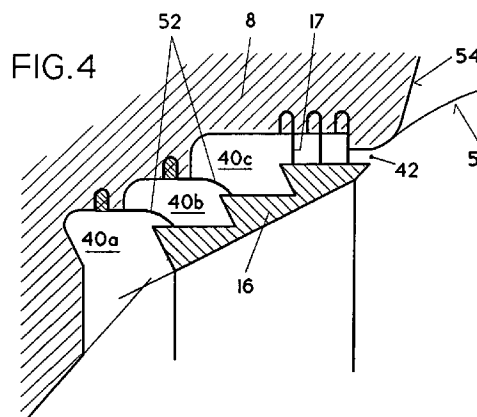
(71) Anmelder: **Asea Brown Boveri AG
5401 Baden (CH)**

(72) Erfinder: **Kreitmeier, Franz
5400 Baden (CH)**

(74) Vertreter: **Klein, Ernest et al
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht(TEI)
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)**

(54) **Deckband für axialdurchströmte Turbine**

(57) Bei einer Vorrichtung zum Dichten des Spaltes zwischen den Laufschaufeln und dem mit konischer Kontur (51) ausgebildeten Stator (8) einer Turbomaschine, sind die Laufschaufeln (La3) am Schaufelende mit umlaufenden Deckplatten (16) versehen. Diese Deckplatten ragen in eine Kavität im Stator hinein und dichten unter Bildung von Radialspalten gegen den mit Dichtstreifen (17) versehenen Stator. Die Kavität am Labyrinth-Eintritt (40) ist in ihrer radialen Erstreckung in mindestens zwei, axial gegeneinander versetzte Kavitäten unterteilt. Die Deckplatte (16) ist gestuft ausgeführt mit mindestens zwei Drosselstellen gegen den Stator, wobei die Dichtstreifen (17) unter Einschluss einer Wirbelkammer (22) auf je eine Stufe wirken. Vorzugsweise wirkt auf jede Stufe der Deckplatte (16) ein zumindest annähernd horizontal verlaufender, gekrümmter Dichtstreifen (52).



EP 0 903 468 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Dichtung des Spaltes zwischen den Laufschaufeln und dem mit konischer Kontur ausgebildeten Gehäuse einer Turbomaschine, wobei die Laufschaufeln mit umlaufenden Deckplatten versehen sind, welche unter Bildung von Radialspalten gegen das mit Dichtstreifen versehene Gehäuse dichten.

Stand der Technik

[0002] Derartige Vorrichtungen sind bekannt. Sie bilden ein glattes oder ein gestuftes Halb-Labyrinth mit reinen Radialspalten. Eine solche Dichtung ist in der später zu beschreibenden Fig. 2 dargestellt.

[0003] Infolge des besseren Wirkungsgrades und der grösseren Zuverlässigkeit wird diese Art von Spaltdichtung inzwischen auch bereits bei den Laufschaufeln der vorletzten Stufe von Kondensationsdampfturbinen angewendet. Die mechanischen Anforderungen sind hier mit Umfangsgeschwindigkeiten von 450 m/sec recht hoch, während die thermischen Bedingungen mit ca. 90°C bescheiden sind. Problematisch sind die geometrischen Anforderungen. Einerseits wegen der starken Konizität, die zu tiefen Kavitäten der bekannten Dichtvorrichtung in der Gehäusewand führt; andererseits wegen der grossen Differenzdehnungen zwischen Rotor und Gehäuse, die zu breiten Kavitäten mit den oben genannten Halb-Labyrinthen führt.

- Die dabei gebildete grosse Kavität im Eintrittsbereich der Dichtung bewirkt einen ungünstigen Queraustausch von Strömungsmaterial mit der Hauptströmung im Schaufelkanal. Dieser Queraustausch ist begünstigt durch die in der Ebene der Schaufelvorderkante ausserordentlich grosse Schwankung der Druckdifferenz zwischen zwei benachbarten Schaufeln. Ausserdem wird in diesem Bereich durch die Hauptströmung und die Seitenwand des Deckbandes ein starker Wirbel angetrieben.
- Wenig wirksam ist das Halb-Labyrinth mit den Dichtstreifen, mit denen das Gehäuse versehen ist und die gegen das umlaufende Deckband dichten. Dies, weil bei den vorliegenden Verhältnissen das Betriebsspiel eine Grösse von ca. 1/3 der freien Kammerhöhe aufweisen muss. Auch mehrere Dichtstreifen sind deshalb nicht wesentlich effektiver als ein einziger.
- Schliesslich erlaubt auch die grosse Kavität im Austrittsbereich der Dichtung einen unerwünschten Queraustausch mit der Hauptströmung im Schaufelkanal, da auch hier die Druckdifferenz zwischen

zwei benachbarten Schaufelspitzen grossen Schwankungen unterliegt. Zudem geht in diesem Bereich die Führung der Hauptströmung vollständig verloren.

- Von Nachteil ist ausserdem bei diesen Dichtungen der hinter den aussen liegenden Dichtstreifen gebildete grosse Wirbelraum, welcher eine grosse Dissipation der austrittsseitigen Spaltströmung bewirkt.

Darstellung der Erfindung

[0004] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, bei Schaufeln der eingangs genannten Art mit einer neuen Deckbandgeometrie eine Dichtung zu schaffen, welche bei Erfüllung aller Randbedingungen zu einem besseren Wirkungsgrad führt.

[0005] Erfindungsgemäss wird dies mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 erreicht.

[0006] Der Vorteil der Erfindung ist unter anderem darin zu sehen, dass bei der neuen Dichtung nur kleine Spaltmengen auftreten. Zudem wird eine gute Einführung der Spaltströmung in die Hauptströmung erreicht.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0007] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der vorletzten Stufe einer axialdurchströmten Kondensationsdampfturbine dargestellt.

[0008] Es zeigen:

- | | |
|--------------|--|
| Fig. 1 | ; einen Teillängsschnitt einer Niederdruck-Dampfturbine mit Deckplattendichtung; |
| Fig. 2 | einen Teillängsschnitt der Laufschaufelspitze der vorletzten Stufe mit Deckplattendichtung gemäss Stand der Technik; |
| Fig. 3 | einen Teillängsschnitt der Laufschaufelspitze der vorletzten Stufe mit Deckplattendichtung gemäss Erfindung; |
| Fig. 4 und 5 | einen Teillängsschnitt der Laufschaufelspitze der vorletzten Stufe mit einer Deckplatten-Ausführungsvariante; |
| Fig. 6 | einen Teillängsschnitt der Laufschaufelspitze einer Stufe mit schwacher Konizität mit einer Deckplatten-Ausführungsvariante; |
| Fig. 7 | einen Teillängsschnitt der Laufschaufelspitze einer Stufe mit starker Konizität mit einer Deckplatten- |

Ausführungsvariante.

[0009] Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Die Strömungsrichtung des Arbeitsmittels ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0010] Gemäss Figur. 1 sind die mittleren drei, aus je einer Leitreihe Le und einer Laufreihe La bestehenden Stufen einer Niederdruckbeschaufelung dargestellt. Die Stufe Le3/La3 entspricht dabei der vorletzten Stufe. Die mit ihren Füßen 21 in Eindrehungen des Rotors 9 eingesetzten Laufschaufeln La sind an ihren Schaufelenden mit Deckplatten 16 versehen. Die radial äusseren Konturen der Deckplatten sind je nach Laufreihe geometrisch unterschiedlich gestuft. Unter Bildung von Labyrinthen 15 dichten sie mit ihren Stufen gegen Dichtstreifen, welche im Stator 9 auf geeignete Art angeordnet sind. Die mit ihren Füßen 13 in Eindrehungen des Stators 8 eingesetzten Leitschaufeln Le sind an ihren Schaufelenden mit Deckplatten 20 versehen. Unter Bildung von Labyrinthen 19 dichten auch sie gegen Dichtstreifen, welche im Rotor 9 auf geeignete Art angeordnet sind.

[0011] Der durchströmte Kanal 50 hat als Ausgangslage die konisch verlaufende äussere Kontur 51 am Stator und die zylindrisch verlaufende innere Kontur 11 am Rotor. Beides ist indes nicht zwingend. Unabhängig vom tatsächlichen Verlauf der Wandungen wird in jedem Fall die äussere strömungsbegrenzende Kontur 10 im Bereich des Laufschaufelblattes durch die dem Kanal zugekehrte Deckplatte 16 der Laufschaufeln La gebildet. Unmittelbar stromaufwärts der Deckplatten 16, 20 befinden sich Axialspalte 18, welche die Labyrinth-Eintritte 40 darstellen. Unmittelbar stromabwärts dieser Deckplatten 16, 20 befinden sich Axialspalte 26, welche die Labyrinth-Austritte 42 darstellen. In der Regel werden die genannten Spalte anderseits begrenzt durch Statorteile, welche die Strömungsführung in den nichtbeschaufelten Ebenen übernehmen.

[0012] In Fig. 2 ist die Deckplattendichtung der Laufreihe La3, wie sie dem eingangs erwähnten Stand der Technik entspricht, gezeigt. Sie besteht im wesentlichen aus der Deckplatte 16A, die sich über die ganze Schaufelbreite erstreckt und mit ihrem äusseren Durchmesser und den vier im Stator 8A eingestemmten Dichtstreifen 17A ein Halblabyrinth mit reinen Radialspalten bildet. Erkennbar ist der grossräumige Labyrinth-Eintritt 40A und der ungünstig gestaltete Labyrinth-Austritt 42A. Mit 54 ist die Kanalwand bezeichnet, wenn sie in eine Anzapfung mündet.

[0013] Wie in Fig. 3 gezeigt, wird nunmehr gemäss der Erfindung sowohl die Geometrie des Deckbandes als auch dessen Einbettung im Stator in dreifacher Weise verbessert.

[0014] Um den Queraustausch von Strömungsmaterial und die Wirbelintensität zu reduzieren, wird die

radial gerichtete Kavität am Labyrinth-Eintritt in ihrer radialen Erstreckung in zwei, axial gegeneinander versetzte Kavitäten unterteilt. d.h. im Beispielsfall zickzackförmig gestaltet. Hierzu verläuft die Kontur der Eindrehung im Stator zunächst materialeinwärts, danach in Axialrichtung auswärts unter Bildung eines in die Kavität hineinragenden Zackens 41. Entsprechend wird die Deckplatte 16 konfiguriert. Sie wird mit einem Hinterstich 43 versehen, welcher der Zackenform angepasst ist. Der axial verlaufende Teil des Hinterstiches ist in seinem Durchmesser so bemessen, dass sich anlässlich der Montage und während der Betriebstransienten Deckplatte und Stator nicht berühren. Ein Vergleich mit Fig. 2 zeigt, dass sich in der Betriebsstellung ein wesentlich kleinerer Durchlass-Spalt 18 zwischen Stator und Deckplatte einstellt. Der Spaltmassenstrom wird demnach mit der neuen Massnahme beträchtlich abgesenkt.

[0015] Weiter wird das bekannte Halb-Labyrinth durch ein Voll-Labyrinth ersetzt. Hierzu ist der äussere Durchmesser der Deckplatte gestuft und mit nur zwei Drosselstellen versehen. Zwei in den Stator eingestemmte Dichtstreifen 17, die jeweils auf eine Stufe wirken, begrenzen eine gut funktionierende Wirbelkammer 22. Durch die radiale Versetzung der Drosselstellen beeinflussen diese sich nicht gegenseitig. Mit diesem Vollabyrinth wird eine weitere Reduzierung des Spaltmassenstromes erzielt.

[0016] Eine dritte Massnahme dient der Verbesserung der Wiedereinströmung des Labyrinthmassenstromes in den Hauptkanal. Hierzu wird die Kavität am Labyrinth-Austritt 42 in radialer Richtung auf ein zulässiges Mindestmass reduziert. Die Spaltströmung wird sofort durch eine gegenüber der allgemeinen Konizität nach aussen abgeknickte Statorwand übernommen. Damit lässt sich der schädliche Queraustausch von Strömungsmaterial wesentlich reduzieren und die unnötige Dissipation der hochenergetischen Spaltströmung weitgehend vermeiden. Darüberhinaus wird durch die abgeknickte Statorwand das Totaldruck-Profil der Hauptströmung günstig beeinflusst.

[0017] Hierfür wird die strömungsbegrenzende Wand des Kanals 50 unmittelbar am Austritt der Laufschaufeln La3 mit einem Knickwinkel A versehen. Dieser Knickwinkel ist so bemessen, dass die Abströmung aus den Laufschaufeln bezüglich Totaldruck und Abströmwinkel homogenisiert wird. Im Beispielsfall bedeutet dies, dass der gezeigte Winkel A als positiv definiert wird. Der abgeknickte Wandteil verläuft radial nach aussen, d.h. er ist von der nicht gezeigten Maschinenachse weggerichtet. Mit dieser Ausbildung wird der durch das teilungsabhängige Druckfeld induzierte Queraustausch von Strömungsmaterial reduziert. Dieser kann nämlich die Ursache sein von Ablösung an der besonders empfindlichen Saugseite der Schaufeln.

[0018] Der Wahl des Knickwinkels liegen folgende Überlegungen zugrunde: Am Austritt der Laufschaufeln liegt eine divergente Strömung vor, mit Mitdrall am

Zylinder. Zumindest weist die Strömung in der radial äusseren Zone eine wesentlich höhere Energie auf als in der radial inneren Rotorzone, was sich in Form von wesentlich höheren Totaldrücken in der radial äusseren Zone manifestiert. Mit der Knickwinkel-Idee gilt es nun, eine möglichst geringe Totaldruck- und Abströmwinkel-Inhomogenität über der Schaufelhöhe zu erzielen. Die Gleichung für das radiale Gleichgewicht lehrt, dass dies in erster Linie über die Meridiankrümmung der Stromlinien erreicht werden kann. Diese muss also primär beeinflusst werden durch Anpassung des Knickwinkels. Eine homogene Totaldruckverteilung an der äusseren Begrenzungswand lässt sich nur dann erzielen, wenn der entsprechende Knickwinkel A gegenüber der konischen Kontur des Kanals in jedem Fall nach aussen öffnet. Hierbei wird die gewünschte Totaldrucker-niedrigung in diesem Bereich erzielt.

[0019] Eine vollständige Umsetzung dieser Knickwinkel-Idee setzt eine saubere Führung der Strömung über einen gewissen Bereich voraus. Dies erfolgt aus der Erkenntnis, dass sich erst in einer Distanz - welche dem halben Abstand zwischen Laufschaufelaustritt und Leitschaufeleintritt geteilt durch die Schaufelteilung entspricht - langsam die von der Schaufelzirkulation herrührenden Strömungsinhomogenitäten verlieren.

[0020] Zweckmässigerweise wird die Wand weiter stromabwärts zumindest annähernd im Eintrittsbereich der Leitschaufeln der nicht dargestellten folgenden Stufe mit einem radial einwärts gerichteten Knickwinkel B versehen.

[0021] Die mit diesem Knickwinkel B versehene Wand im Fussbereich der stromabwärts gelegenen Leitschaufel verläuft anschliessend an den Gegenknickwinkel wieder radial einwärts, so dass die resultierende strömungsbegrenzende Wandung, welche zwischen Leitschaufelfuss und darauffolgender Laufschaufeldeckplatte durch den Axialspalt 18 unterbrochen ist, zumindest annähernd in der Ebene des Laufschaufel-Eintritts dieser folgenden Stufe einen gemeinsamen Punkt P mit der ursprünglichen geraden Kanalkontur aufweist. Dieser Sachverhalt ist in Fig. 3 anhand jener Wand illustriert, welche sich stromaufwärts der Kavität befindet und welche und u.U. die strömungsbegrenzende Partie des vorangelegenen Leitschaufelfusses sein kann.

[0022] Der Gegenknickwinkel an der stromaufwärtigen Wand steigt den Minusdruck bzw. senkt den Plusdruck über dem stromabwärtigen Labyrinth, was zu einer weiteren Senkung des Spaltmassenstromes führt.

[0023] Bei den nachstehend erläuterten Ausführungsbeispielen sind die funktionsgleichen Elemente mit den selben Bezugszeichen versehen wie in Fig. 3. Fig. 4 zeigt eine Lösung, bei welcher das Deckband die gleiche Konizität von ca. 25° aufweist wie jenes in Fig. 2 und 3. Die Kavität am Labyrinth-Eintritt ist in ihrer radialen Erstreckung in drei axial gegeneinander versetzte Kavitäten 40a, 40b und 40c unterteilt. Am Labyrinth-Austritt sind drei in den Stator eingestemmte Dichtstreifen 17 angeordnet.

[0024] Zur Verbesserung der Wiedereinströmung des Labyrinthmassenstromes in den Hauptkanal ist auch hier die Kavität am Labyrinth-Austritt 42 unmittelbar hinter dem letzten Dichtstreifen in radialer Richtung auf ein zulässiges Mindestmass reduziert. In der Regel wird dieses Mindestmass auch in den vorderen Kavitäten vorgesehen. Hierzu ist die Deckplatte 16 stufenförmig ausgebildet. Mit in ihrem ersten Abschnitt annähernd horizontal verlaufenden und danach abgekrümmten Dichtstreifen 52 werden die einzelnen Kavitäten gedichtet. Diese Dichtstreifen 52 sind vorzugsweise mit ihrem horizontal verlaufenden Abschnitt in den axial verlaufenden Gehäuseteilen eingestemmt. Es versteht sich, dass auch andere Befestigungsmethoden und Geometrien möglich sind.

[0025] Fig. 4 zeigt die Deckplatte in der normalen Betriebsposition. Die vorderen Dichtstreifen 52 wirken auf die Vorderkanten der horizontal gerichteten Deckplattenabstufungen. Die hinteren Dichtstreifen 17 wirken auf die letzte horizontal gerichtete Deckplattenabstufung.

[0026] In Fig. 5 ist in etwas verkleinertem Masstab die Deckplatte in ihren Extremstellungen gezeigt, nämlich bei Transienten, wie sie beim Anfahren und Abfahren der Maschine vorkommen. Zu erkennen ist, dass in der strichpunktiierten Stellung die Dichtstreifen 52 in den Schnittpunkt zwischen axial und radial gerichtetem Stufenteil eingreifen. Unter anderem um dies zu erleichtern, ist der radiale Stufenteil gegen die Strömungsrichtung schräg ausgebildet. Zudem erlaubt die Krümmung der Dichtstreifen ein problemloses Ausweichen für den Fall, dass die Deckplatte eine noch extremere Stellung einnehmen würde. Bei dieser Stellung dichtet weiterhin der vorderste der Dichtstreifen 17 gegen den horizontal gerichteten hinteren Deckplattenteil. In der strichlierten Stellung sind die Dichtstreifen 52 nicht mehr im Eingriff. Hier dichtet nur noch der letzte der Dichtstreifen 17 und verhindert damit, dass unkontrolliert Arbeitsmittel durch den Spalt 42 durchströmt.

[0027] Fig. 6 zeigt die neue Lösung bei einer Deckplatte mit einer Konizität von lediglich ca. 10°, wie sie Anwendung findet in Frontstufen von Niederdruckteilen von Dampfturbinen. Die Kavität ist hier in zwei Teilkavitäten 40a und 40c unterteilt. Getrennt werden diese Teilkavitäten durch einen in seinem ersten Abschnitt annähernd horizontal verlaufenden und danach abgekrümmten Dichtstreifen 52. Dieser Streifen wirkt auf eine einfach gestufte Deckplatte 16. Die übrigen Dichtstreifen 17 sind so angeordnet, dass auch in Extremlagen mindesten einer der Streifen 52 oder 17 wirksam ist.

[0028] Fig. 7 schliesslich zeigt die neue Lösung bei einer Deckplatte mit einer Konizität von ca. 45°, wie sie Anwendung findet in den hinteren Niederdruckstufen von Dampfturbinen. Hier ist zu erkennen, dass auch bei solchen extremen Kanalöffnungen die Lösung nach Fig. 4 ohne weiteres übertragbar ist. Zudem bietet diese Lösung den Vorteil, dass der oben beschriebene radial

einwärts gerichtete und an sich strömungsmechanisch schädliche Knickwinkel B am Eintritt vermieden werden kann. D.h, die Deckbandkontur entspricht hier der global vorgegebenen Kanalkontur.

[0029] Alle bisher gezeigten und beschriebenen Lösungen weisen gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil auf, dass infolge der Abstufung und insbesondere der schräg verlaufenden Radialteile eine wesentlich erhöhte Dichtlänge zur Verfügung steht. Darüberhinaus weisen zumindest die Deckplatten nach den Fig. 4, 6 und 7 auch geringere Deckplattenmassen auf.

Bezugszeichenliste

[0030]

8	Stator
9	Rotor
10	statorseitige strömungsbegrenzende Wand
11	rotorseitige strömungsbegrenzende Wand
13	Fussplatte der Leitschaufeln Le
15	Laufschaukel-Labyrinth
16	Deckplatte der Laufschaukel La
17	Dichtstreifen
18	Axialspalt
19	Leitschaukel-Labyrinth
20	Deckplatte der Leitschaukel Le
21	Fussplatte der Laufschaukel La
22	Wirbelkammer
40	Labyrinth-Eintritt
40a, 40b, 40c	Kavität
41	Zacken
42	Labyrinth-Austritt
43	Hinterstich
50	durchströmter Kanal
51	äussere Kanalkontur
52	horizontale Dichtstreifen
54	Kanalkontur bei Anzapfung
La, La3 ...	Laufschaukeln
Le, Le3 ...	Leitschaukeln
A	Knickwinkel aussen hinter Laufrad
B	Knickwinkel aussen vor Laufrad
P	Intersektion mit gerader äusserer Kanalkontur

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Dichten des Spaltes zwischen den Laufschaukeln und dem mit konischer Kontur (51) ausgebildeten Stator (8) einer Turbomaschine, wobei die Laufschaukeln (La3) am Schaufelende mit umlaufenden Deckplatten (16) versehen sind, welche in eine Kavität im Stator hineinragen und unter Bildung von Radialspalten gegen den mit Dichtstreifen (17) versehenen Stator dichten,

dadurch gekennzeichnet, dass die Kavität am Labyrinth-Eintritt (40) in ihrer radialer Erstreckung in mindestens zwei, axial gegeneinander versetzte Kavitäten unterteilt ist und dass die Deckplatte (16) gestuft ausgeführt ist mit mindestens zwei Drosselstellen gegen den Stator, wobei die Dichtstreifen (17) unter Einschluss einer Wirbelkammer (22) auf je eine Stufe wirken.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass am Labyrinth-Eintritt (40) die Kontur der Kavität im Stator (8) zunächst materialeinwärts verläuft, danach in Axialrichtung auswärts gerichtet ist unter Bildung eines in die Kavität hineinragenden Zackens (41) und dass die Deckplatte (16) mit einem Hinterstich (43) versehen ist, welcher der Form des Zackens (41) angepasst ist. (Fig. 3)

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Deckplatte (16) stufenförmig ausgebildet ist, wobei auf jede Stufe ein zumindest annähernd horizontal verlaufender, gekrümmter Dichtstreifen (52) wirkt. (Fig. 4, 6, 7)

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die radial auswärts gerichteten Flächen der Deckplattenstufen gegen die Strömungsrichtung schräg ausgebildet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kavität (42) am Labyrinth-Austritt radial eingezogen ist zwecks Bildung eines Minimalmass aufweisenden Engspaltes.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die innere strömungsbegrenzende Wand der Deckplatte (16) unmittelbar an der Hinterkante des Schaufelblattes mit einem radial auswärts gerichteten Knickwinkel (A) versehen ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die strömungsbegrenzende Wand des Kanals (50) unmittelbar am Labyrinth-Eintritt (40) mit einem radial einwärts gerichteten Knickwinkel (B) versehen ist.

FIG. 1

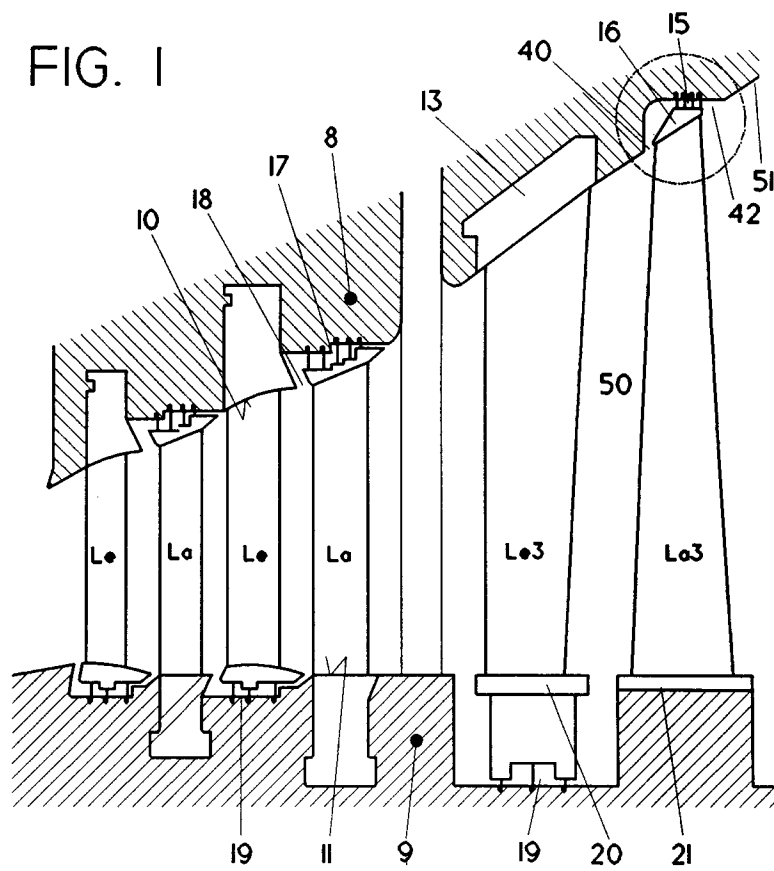


FIG. 2

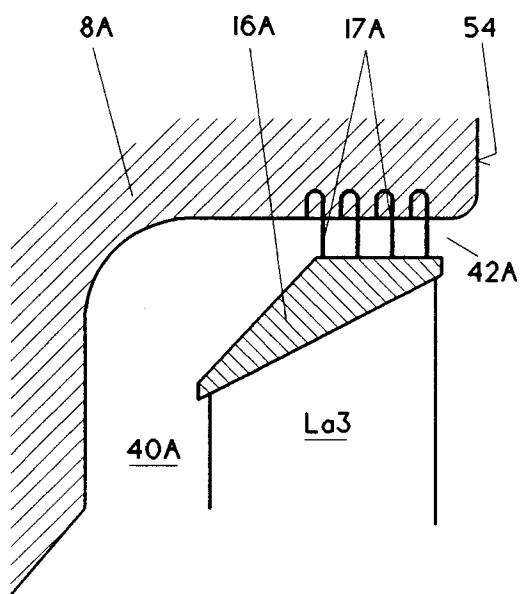
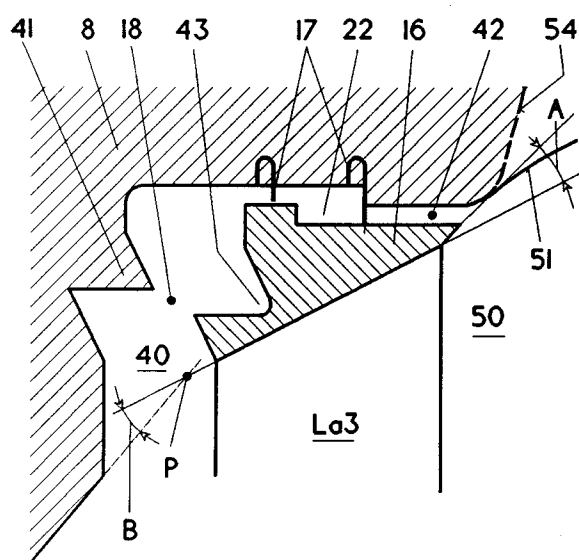
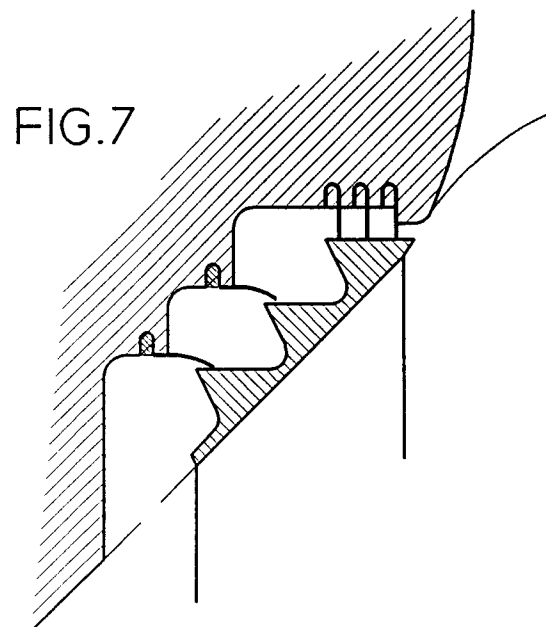
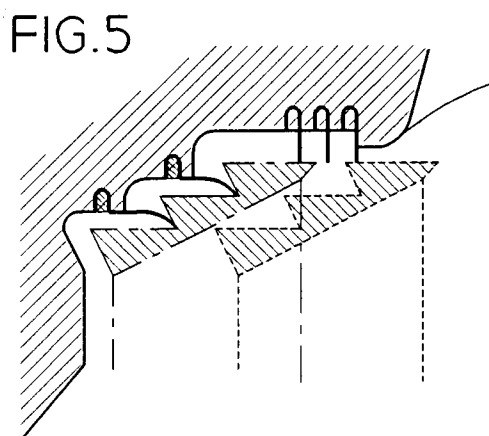
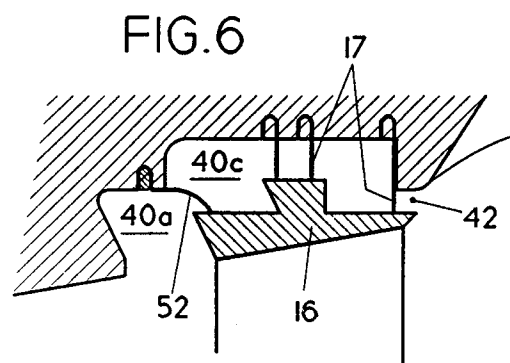
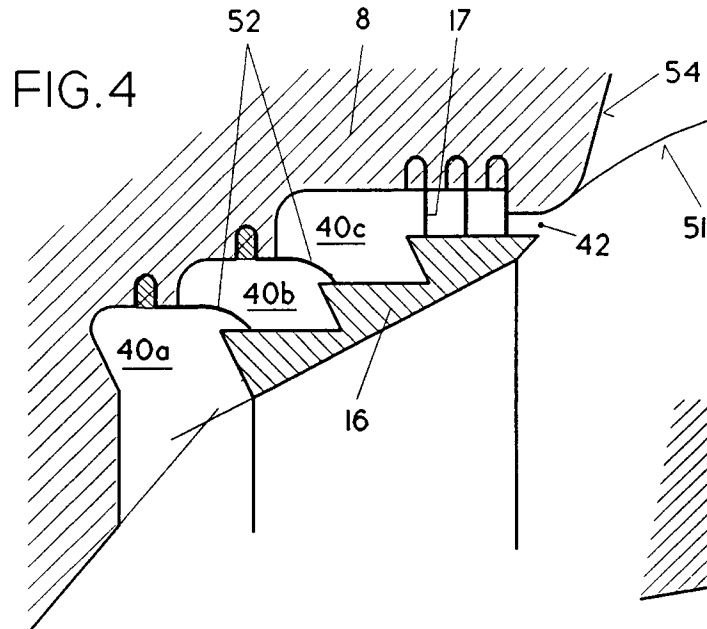


FIG. 3







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 81 0686

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 4 370 094 A (AMBROSCH FRIEDRICH ET AL) 25.Januar 1983	1,2	F01D11/08
Y	* Abbildungen 3A,9 *	5	
X	EP 0 536 575 A (ASEA BROWN BOVERI) 14.April 1993	1	
Y	* Abbildung 2 *	5	
X	US 4 662 820 A (SASADA TETSUO ET AL) 5.Mai 1987	1,2	
	* Abbildungen 8,9,12 *		
A	GB 767 656 A (KEENAN) 6.Februar 1957		
A	GB 1 008 526 A (BEALE) 27.Oktober 1967		
A	FR 2 226 555 A (GEN ELECTRIC) 15.November 1974		
A	FR 2 384 949 A (ROLLS ROYCE) 20.Oktober 1978		
A	US 5 632 598 A (MAIER WILLIAM C) 27.Mai 1997		
A	GB 933 618 A (PETRIE) 8.August 1963		
A	DE 20 32 328 A (RABOYU) 18.März 1971		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16.Februar 1998	Prüfer Iverus, D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)