



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 859 127 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.08.1998 Patentblatt 1998/34

(51) Int. Cl.⁶: **F01D 5/08**

(21) Anmeldenummer: **98101045.7**

(22) Anmeldetag: **22.01.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **13.02.1997 DE 19705441**

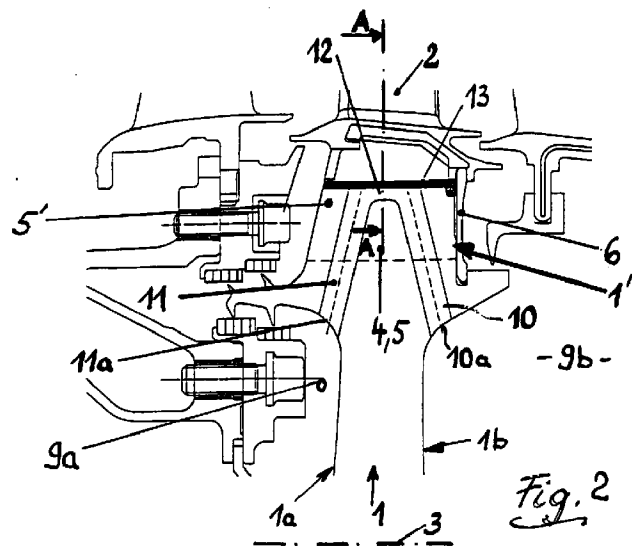
(71) Anmelder: **BMW Rolls-Royce GmbH
61402 Oberursel (DE)**

(72) Erfinder:
• **Schillinger, Thomas
12357 Berlin (DE)**
• **Evans, Neil Milner
Alveston, Bristol, BS122NG (GB)**

(74) Vertreter:
**Schmidt, Günter, Dipl.-Ing.
Bayerische Motoren Werke AG
Patentabteilung AJ-3
80788 München (DE)**

(54) **Kühlluftführung in einer Turbinen-Laufradscheibe**

(57) Bei einer Turbinen-Laufradscheibe mit von Scheibenfingern gebildeten Scheibennuten zur Aufnahme von Turbinenschaufeln sowie mit Maßnahmen zur Führung eines Kühlluftstromes von einem vor der Scheibe in einen hinter der Scheibe liegenden Raum ist in zumindest einigen der Scheibenfinger jeweils ein von der vorderen Scheibenstirnseite ausgehender Kühlluft-Abschöpfkanal vorgesehen, welcher in einen ebenfalls im Scheibenfinger im wesentlichen in radialer Richtung verlaufenden Kühlluft-Ausblasekanal übergeht, dessen Mündungsöffnung auf der hinteren Scheibenstirnseite näher zur Scheibenachse liegt, als der die Scheibennuten aufweisende, in Scheibenachs-Richtung verbreiterte Scheibenringabschnitt. Hierdurch kann ein größerer Kühlluftstrom geführt werden, der vorteilhafterweise indirekt die Kühlung der Scheibe im Bereich der Scheibennuten unterstützt.



EP 0 859 127 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Turbinen-Laufradscheibe mit von Scheibenfingern gebildeten Scheibennuten zur Aufnahme von Turbinenschaufeln, sowie mit Maßnahmen zur Führung eines Kühlluftstromes von einem vor der Scheibe in einen hinter der Scheibe liegenden Raum. Zum technischen Umfeld wird neben der DE 29 47 521 A1 insbesondere auf die DE 34 44 586 A1 verwiesen.

Bei Verwendung luftgekühlter Turbinenschaufeln, insbesondere in Gasturbinen, hat sich die Kühlluftzufuhr zu diesen Turbinenschaufeln über Kanäle in den Turbinen-Laufradscheiben, die in den Scheibennuten münden, grundsätzlich bewährt. Auch kann auf diese Weise einer zweiten Turbinen-Laufradscheibe, die einer ersten Laufradscheibe nachgeordnet ist, Kühlluft zugeführt werden, indem ein Teil des in die Scheibennuten der ersten Laufradscheibe gelangenden Kühlluftstromes über diese Scheibennuten quasi nach hinten in den Zwischenraum zwischen der ersten und zweiten Laufradscheibe abgeführt wird. Hierzu können in den sog. Schließplatten, welche die in die Scheibennuten eingesetzten Schaufeln sichern, entsprechende Durchtrittsöffnungen vorgesehen sein.

Es kann problematisch sein, einen ausreichend großen Kühlluftstrom in die jeweilige Scheibennut zu fördern, wenn ein Teil dieses Kühlluftstromes auch noch für die Kühlung einer nachfolgenden Turbinen-Laufradscheibe verwendet werden soll. Ein im Nutengrund der Scheibennut mündender Kühlluftkanal kann nämlich hinsichtlich seiner Querschnittsfläche nicht beliebig groß gestaltet werden, da sich in diesem Mündungsbereich die räumlichen Felder der einzelnen Spannungskonzentrationen für die Umfangsspannungen überlagern und örtlich stark überhöhte Spannungsamplituden hervorrufen können, was im Hinblick auf die Betriebs-Dauerfestigkeit unerwünscht ist.

Abhilfemaßnahmen für diese geschilderte Problematik aufzuzeigen, ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

Die Lösung dieser Aufgabe ist dadurch gekennzeichnet, daß zumindest in einigen der Scheibenfinger jeweils ein von der vorderen Scheibenstirnseite ausgehender Kühlluft-Abschöpfkanal vorgesehen ist, welcher in einen ebenfalls im Scheibenfinger im wesentlichen in radialer Richtung verlaufenden Kühlluft-Ausblasekanal übergeht, dessen Mündungsöffnung auf der hinteren Scheibenstirnseite näher zur Scheibenachse liegt, als der die Scheibennuten aufweisende, in Scheibenachs-Richtung verbreiterte Scheibenringabschnitt. Vorteil-hatte Aus- und Weiterbildungen sind Inhalt der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß ist zumindest ein separater Kühlluft-Ausblasekanal in der beispielsweise ersten Turbinen-Laufradscheibe vorgesehen, über welchen die beispielsweise zweite, hinter der ersten Laufradscheibe angeordnete Turbinen-Laufradscheibe mit Kühlluft ver-

sorgt wird. Dieser Kühlluft-Ausblasekanal in der beispielsweise ersten Turbinen-Laufradscheibe verläuft dabei zumindest teilweise in einem Scheibenfinger dieser Laufradscheibe und wird dabei von einem Kühlluft-Abschöpfkanal, der ebenfalls zumindest teilweise im entsprechenden Scheibenfinger vorgesehen ist, mit Kühlluft versorgt. Dieser Kühlluft-Abschöpfkanal erhält den Kühlluftstrom dabei aus dem vor der vorderen Scheibenstirnseite liegenden Raum, während der Kühlluft-Ausblasekanal diesen Kühlluftstrom dann in den hinter der Laufradscheibe liegenden Raum fördert. Indem dabei die Mündungsöffnung dieses Kühlluft-Ausblasekanales näher an der Scheibenachse liegt, als der die Scheibennuten aufweisende und wie üblich in Scheibenachs-Richtung verbreiterte Scheibenringabschnitt ist auch keine Vermischung des Kühlluftstromes mit dem zwischen den Turbinenschaufeln hindurchgeführten Arbeitsgasstrom zu befürchten.

Selbstverständlich wird meist ein einziger Kühlluft-Abschöpfkanal sowie ein einziger Kühlluft-Ausblasekanal nicht ausreichend sein, so daß bevorzugt mehrere derartige Kanäle vorgesehen sind, und zwar jeweils in einem Scheibenfinger. Beispielsweise kann in jedem zweiten Scheibenfinger oder auch in jedem Scheibenfinger ein derartiges Kanalsystem vorgesehen sein. Indem diese Kühlluftkanäle zur Förderung bzw. Führung eines Kühlluftstromes von einem vor der Turbinen-Laufradscheibe in einen hinter der Scheibe liegenden Raum in den Scheibenfingern vorgesehen sind, ist durch dieses Kühlkanalsystem selbstverständlich keine Schwächung im Nutengrund der Scheibennuten zu befürchten. Vielmehr wird erfindungsgemäß die beispielsweise für eine zweite Turbinen-Laufradscheibe benötigte Kühlluft durch die beschriebenen Kühlluftkanäle, nämlich den Abschöpfkanal und den Ausblasekanal quasi um die Scheibennuten herumgeführt.

Dies sowie weitere Merkmale und Vorteile geht auch aus der folgenden Beschreibung zweier bevorzugter Ausführungsbeispiele hervor, die in den beigefügten Figuren ausschnittsweise dargestellt sind, wobei

- Figur 1 einen Teil-Längsschnitt durch eine Scheibennut einer Turbinen-Laufradscheibe zeigt, während in
- Figur 2 ein vergleichbarer Teil-Längsschnitt durch einen Scheibenfinger dargestellt ist.
- Figur 3 zeigt den Schnitt A-A aus Figur 2 und
- Figur 4 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel in einer Figur 2 entsprechenden Darstellung.

Mit der Bezugsziffer 1 ist eine Laufradscheibe einer Gasturbine bezeichnet, die wie üblich eine Vielzahl von Turbinenschaufeln 2 trägt. Die Laufradscheibe 1, deren Scheibenachse mit der Bezugsziffer 3 bezeichnet ist, weist dazu wie üblich am Außenumfang eine Vielzahl

von Scheibennuten 4 zur Aufnahme jeweils einer Turbinenschaufel 2 auf, wobei diese Scheibennuten 4 von sogenannten Scheibenfingern 5 begrenzt sind. In den Figuren 2 und 4 erkennt man ferner eine ebenfalls übliche Schließplatte 6, die eine Turbinenschaufel 2 in der entsprechenden Scheibennut 4 sichert.

Die Turbinenschaufeln 2 sind luftgekühlt, d.h. im Inneren jeder Turbinenschaufel 2 ist ein Kühlkanalsystem 7 vorgesehen, welches durch einen Kühlluftkanal 8, der innerhalb der Laufradscheibe 1 von deren vorderer Stirnseite 1a zum Nutengrund der Scheibennut 4 führt, mit Kühlluft versorgt wird. Im Raum 9a, der vor der Scheibe 1 deutlich näher an der Scheibenachse 3 liegt, als die Turbinenschaufeln 2 liegt somit - zumindest gegenüber dem zwischen den Turbinenschaufeln 2 hindurchgeführten Arbeitsgas - ein relativ kühler Luftstrom an.

Soll nun eine zweite, nicht gezeigte, der gezeigten Laufradscheibe 1 nachgeordnete und somit rechts derselben liegende Turbinen-Laufradscheibe mit einem Kühlluftstrom versorgt werden, so muß dieser Kühlluftstrom vom Raum 9a in den Raum 9b, der sich hinter der gezeigten Laufradscheibe 1 und somit rechtsseitig der hinteren Stirnseite 1b derselben befindet, gefördert werden. Dieser Raum 9b befindet sich dabei wiederum vor der zweiten nicht gezeigten, der gezeigten Laufradscheibe 1 nachgeschalteten Turbinen-Laufradscheibe.

Grundsätzlich ist es möglich, einen Kühlluftstrom aus dem Raum 9a über den Kühlluftkanal 8 in die Scheibennut 4 und von dieser aus über geeignete Durchtrittsöffnungen in der Schließplatte 6 in den Raum 9b zu fördern. Da jedoch über diesen Kühlluftkanal 8 auch das Kühlkanalsystem 7 in jeder Turbinenschaufel 2 mit Kühlluft versorgt werden muß, könnte dies zu Kapazitätsengpässen führen, d.h. der Kühlluftkanal 8 müßte einen unverhältnismäßig großen Querschnitt besitzen. Erfindungsgemäß ist daher zur Führung eines Kühlluftstromes vom Raum 9a in den Raum 9b ein in letzterem mündender Kühlluft-Ausblasekanal 10 vorgesehen, der von einem mit dem Raum 9a in Verbindung stehenden Kühlluft-Abschöpfkanal 11 mit einem Kühlluftstrom versorgt wird, wobei sowohl der Kühlluft-Abschöpfkanal 11 als auch der Kühlluft-Ausblasekanal 10 zumindest teilweise innerhalb eines Scheibenfingers 5 verlaufen. Diese Kühlluft-Kanäle 10 und 11 münden somit nicht in der Scheibennut 4, sondern sind in den Scheibenfingern 5 an der Scheibennut 4 vorbeigeführt. Eine Schwächung des Nutengrundes der Scheibennut 4 kann durch diese Kühlluftkanäle 10 und 11 somit nicht auftreten.

Bei beiden Ausführungsbeispielen, d.h. bei Figur 2 und bei Figur 4 verläuft der Kühlluft-Ausblasekanal 10 im Scheibenfinger 5 im wesentlichen in radialer Richtung, geht dabei nahezu vom Spitzenbereich 5' des Scheibenfingers 5 aus und liegt mit seiner Mündungsöffnung 10a zum Raum 9b hin näher an der Scheibenachse 3, als der die Scheibennuten 4 aufweisende, in Scheiben-Achsrichtung verbreiterte Scheibenringab-

schnitt 1'. Hierdurch ist sichergestellt, daß sich der Kühlluftstrom im Raum 9b nicht mit dem zwischen den Turbinenschaufeln 2 hindurchgeführten Arbeitsgasstrom vermischt.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 2 steht das der Mündungsöffnung 10a gegenüberliegenden Ende des Kühlluft-Ausblasekanals 10 mit einer sog. Kanalrinne 12 in Verbindung, in die wiederum der Kühlluft-Abschöpfkanal 11 mündet. Dabei liegt die Eintrittsöffnung 11a des Kühlluft-Abschöpfkanales 11 auf der vorderen Scheibenstirnseite 1a in etwa auf der gleichen Höhe wie die Mündungsöffnung 10a des Ausblasekanales 10, d.h. die Eintrittsöffnung 11a liegt ebenfalls in einem Bereich im Raum 9a, in welchem ein relativ kalter Luftstrom anzutreffen ist. Die Kühlluftführung über das beschriebene Kanalsystem, nämlich zumindest über einen Abschöpfkanal 11 in radialer Richtung nach außen, dann über die Kanalrinne 12 und schließlich über den Ausblasekanal 10 wieder im wesentlichen in radialer Richtung nach innen ist dabei nicht nur im Hinblick auf die vorliegenden Druckverhältnisse, sondern auch unter fertigungstechnischen Gesichtspunkten besonders vorteilhaft. Zwar wäre es auch möglich, den Abschöpfkanal 11 direkt in den Ausblasekanal 10 münden zu lassen, jedoch wäre dann zum einen der Neigungswinkel dieser beiden Kanäle 10, 11 ungünstig und es wäre ferner die Scheibe 1 durch diese Kanäle in ungünstiger Weise geschwächt.

Vorteilhaft ist diese Verbindung des Ausblasekanales 10 mit dem Abschöpfkanal 11 über die Kanalrinne 12 auch insofern, als diese Kanalrinne 12 im Spitzenbereich 5' des Scheibenfingers 5 verläuft und somit in radialer Richtung nach außen hin offen sein kann, d.h. es kann sich hierbei um eine tatsächlich in den Spitzenbereich 5' eingefräste, in Richtung der Scheibenachse 3 verlaufende Rinne handeln. Selbstverständlich muß diese in radialer Richtung nach außen offene Seite der Kanalrinne 12 abgedeckt sein, um die gewünschte Kühlluftführung zu erreichen, weshalb hier eine sog. Deckplatte 13 vorgesehen ist. Diese Deckplatte 13 begrenzt somit die Kanalrinne 12 in radialer Richtung nach außen hin und kann dabei formschlüssig zwischen zwei Turbinenschaufeln 2 sowie durch die auch diese Turbinenschaufeln 2 sichernden Schließplatten 6 fixiert sein.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 4 verläuft der Kühlluft-Abschöpfkanal 11 im Spitzenbereich 5' des Scheibenfingers 5 im wesentlichen parallel zur Scheibenachse 3 und ist dabei selbst als Kanalrinne 12 ausgebildet, deren in radialer Richtung nach außen offene Seite wieder mit einer Deckplatte 13 abgedeckt ist. Die Gestaltung dieser Kanalrinne 12 beim Ausführungsbeispiel nach Figur 4 ist somit ähnlich derjenigen beim Ausführungsbeispiel nach Figur 2. Um sicherzustellen, daß im Bereich der Eintrittsöffnung 11a dieses im wesentlichen parallel zur Scheibenachse 3 verlaufenden Kühlluft-Abschöpfkanales 11 ein ausreichender Kühlluftstrom anliegt, sind in Scheiben-Achsrichtung

vor dem Scheibenkopfbereich 1", der in etwa in Höhe des Scheibenringabschnittes 1' liegt, ringförmig angeordnet Dralldüsen 14 für die Zufuhr von Kühlluft vorgesehen, von denen hier selbstverständlich nur eine zu sehen ist. Damit nämlich die in den Raum 9b einzuführende Kühlluft eine möglichst niedrige Totaltemperatur im rotierenden System aufweist, wird im Raum 9a vor der Eintrittsöffnung 11a die Luft durch diese Dralldüse 14 so stark drallbehaftet bzw. mit einer so hohen Umfangsgeschwindigkeit versehen, daß das statische Druckverhältnis zwischen dem Bereich vor dieser Eintrittsöffnung 11a und dem zwischen den Turbinenschaufeln 2 hindurchgeführten Arbeitsgasstrom gerade noch ein Eindringen der Arbeitsgase in diesen Bereich vor der Eintrittsöffnung 11a erfolgreich verhindert. Damit ist sichergestellt, daß die relative Totaleintrittstemperatur nach Maßgabe der thermodynamischen Prozeßführung ein Minimum erreicht. Beim Überleiten in den Raum 9b erfährt dabei die geführte Kühlluft eine Reduktion der Umfangsgeschwindigkeit entsprechend der Änderung des Umlaufradius. Da es sich hierbei um einen weitgehend adiabaten Vorgang handelt, gibt die Kühlluft bei besagtem Überstromvorgang sogar Arbeit an die Turbinen-Laufradscheibe 1 ab.

Analog zum Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ist auch beim Ausführungsbeispiel nach Figur 4 die Deckplatte 13 unter anderem durch die Schließplatte 6 formschlüssig fixiert. Ferner weist hier die Deckplatte 13 in ihrem der Eintrittsöffnung 11a zugewandten Endbereich eine sogenannte Fangschürze 13' auf, die den Einlauf bzw. Einlaufquerschnitt des Abschöpfkanales 11 bestimmt. Dadurch, daß der bestimmende Strömungsquerschnitt für den in den Raum 9b gelangenden Kühlluftmassenstrom somit von einem separaten und austauschbaren Teil, nämlich der Deckplatte 13 mit der definierenden Fangschürze 13' gebildet wird, kann - zumindest in gewissem Umfang - das sekundäre Luftsystem der Turbine unter Beibehaltung der Hauptkomponenten, nämlich insbesondere der Laufradscheiben 1 schnell und kostengünstig variiert und optimiert werden.

Wie bereits erwähnt, zeichnet sich eine erfindungsgemäße Laufradscheibe 1 unter anderem dadurch aus, daß ein Kühlluftstrom vom Raum 9a vor der vorderen Stirnseite 1a in einen Raum 9b hinter der hinteren Stirnseite 1b geführt werden kann, ohne daß hierdurch der Bereich der Scheibennuten 4 und insbesondere deren Nutengrund geschwächt wird. Vielmehr ist das gezeigte Kanalsystem mit dem in einem, mehreren oder sämtlichen Scheibenfingern 5 verlaufenden Abschöpfkanal 11 und Ausblaskanal 10 im Hinblick auf die Spannungsbelastung der Laufradscheibe 1 im Bereich der Scheibennuten 4 sogar noch vorteilhaft, da die Laufradscheibe 1 im Bereich dieser Scheibennuten 4 durch die im Kanalsystem geführte Kühlluft noch zusätzlich gekühlt wird. Spannungsspitzen, die durch eine ungleichmäßige Temperaturverteilung in der Scheibe 1 hervorgerufen werden, werden somit vermieden bzw. herabgesetzt. Dabei können selbstverständ-

lich eine Vielzahl von Details, insbesondere konstruktiver Art durchaus abweichend von den gezeigten Ausführungsbeispielen gestaltet sein, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu erlassen. Insbesondere kann der Querschnitt der einzelnen Kühlluftkanäle 8, 10 und 11 beliebig gestaltet sein, d.h. den jeweiligen Anforderungen entsprechend kreisförmig, elliptisch oder sonstwie geformt sein.

10 Patentansprüche

1. Turbinen-Laufradscheibe mit von Scheibenfingern (5) gebildeten Scheibennuten (4) zur Aufnahme von Turbinenschaufeln (2), sowie mit Maßnahmen zur Führung eines Kühlluftstromes von einem vor der Scheibe in einen hinter der Scheibe liegenden Raum (9a,9b), dadurch gekennzeichnet, daß zumindest in einigen der Scheibenfinger (5) jeweils ein von der vorderen Scheibenstirnseite (1a) ausgehender Kühlluft-Abschöpfkanal (11) vorgesehen ist, welcher in einen ebenfalls im Scheibenfinger (5) im wesentlichen in radialer Richtung verlaufenden Kühlluft-Ausblasekanal (10) übergeht, dessen Mündungsöffnung (10a) auf der hinteren Scheibenstirnseite (1b) näher zur Scheibenachse (3) liegt, als der die Scheibennuten (4) aufweisende, in Scheibenachs-Richtung verbreiterte Scheibenringabschnitt (1').
2. Turbinen-Laufradscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der im wesentlichen in radialer Richtung verlaufende Kühlluft-Abschöpfkanal (11) mit seiner Eintrittsöffnung (11a) auf der vorderen Scheibenstirnseite (1a) in etwa auf der gleichen Höhe mündet wie der Kühlluft-Ausblasekanal (10) auf der hinteren Scheibenstirnseite (1b).
3. Turbinen-Laufradscheibe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlluft-Abschöpfkanal (11) und der Kühlluft-Ausblasekanal (10) über eine im Spitzenbereich (5') des Scheibenfingers (5) im wesentlichen parallel zur Scheibenachse (3) verlaufende Kanalarinne (12), deren in radialer Richtung nach außen offene Seite mit einer Deckplatte (13) abgedeckt ist, miteinander verbunden sind.
4. Turbinen-Laufradscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlluft-Abschöpfkanal (11) im Spitzenbereich (5') des Scheibenfingers (5) im wesentlichen parallel zur Scheibenachse (3) verläuft, und daß in Scheiben-Achsrichtung vor dem Scheiben-Kopfbereich (1") zumindest eine Dralldüse (14) für die Zufuhr von Kühlluft vorgesehen ist.
5. Turbinen-Laufradscheibe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlluft-

Abschöpfkanal (11) als Kanalarinne (12) ausgebildet ist, deren in radialer Richtung nach außen offene Seite mit einer Deckplatte (13) abgedeckt ist.

6. Turbinen-Laufradscheibe nach Anspruch 5, 5
dadurch gekennzeichnet, daß die Deckplatte (13)
eine den Einlauf des Abschöpfkanales (11) bestim-
mende Fangschürze (13') aufweist.
7. Turbinen-Laufradscheibe nach einem der vorange- 10
gangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Deckplatten (13)
formschlüssig zwischen den Turbinenschaufeln (2)
durch die auch diese Turbinenschaufeln (2)
sichernde Schließplatte (6) fixiert ist. 15
8. Turbinen-Laufradscheibe nach einem der vorange-
gangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß weitere von der vor- 20
deren Scheibenstirnseite (1a) ausgehende Kühl-
luftkanäle (8) in den Scheibennuten (4) münden.

25

30

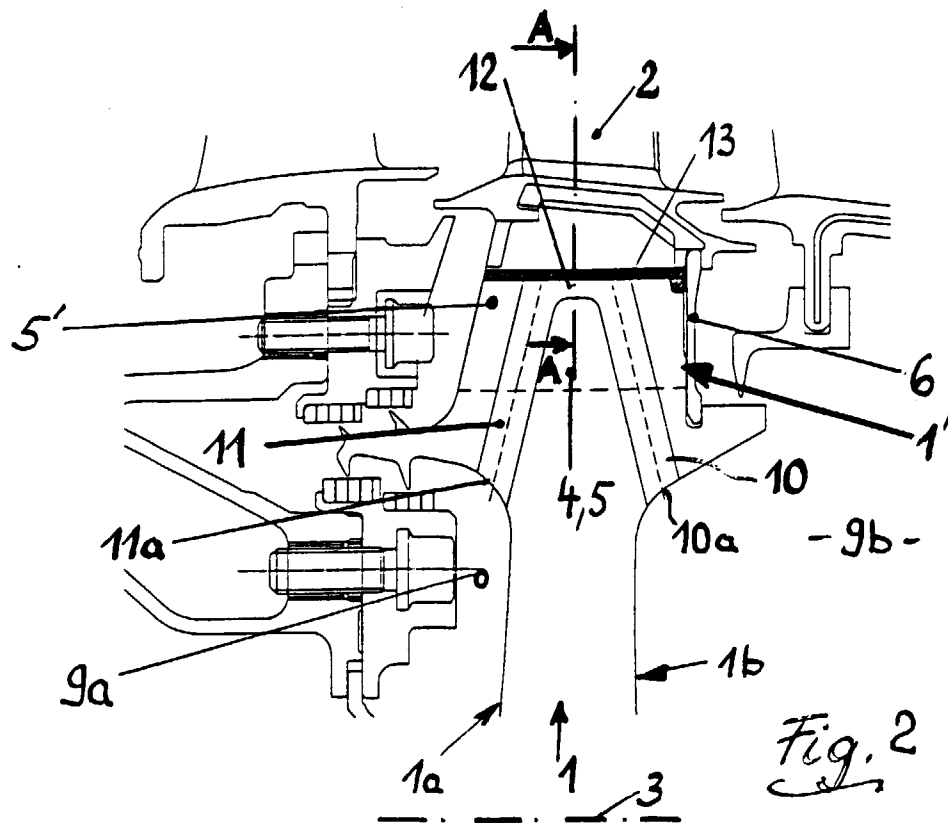
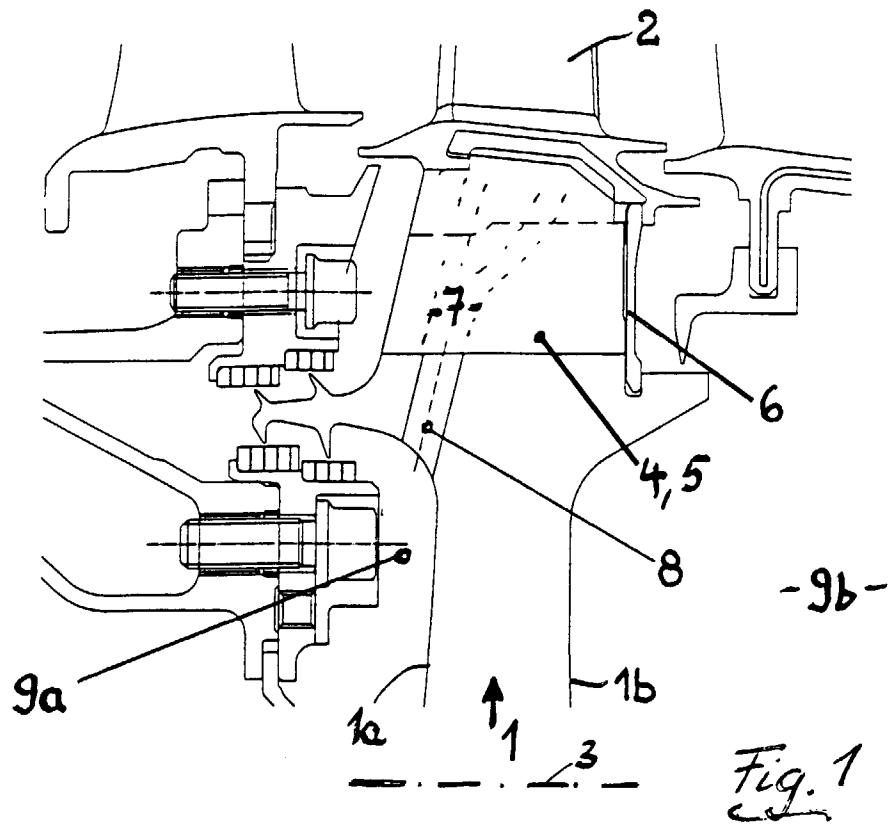
35

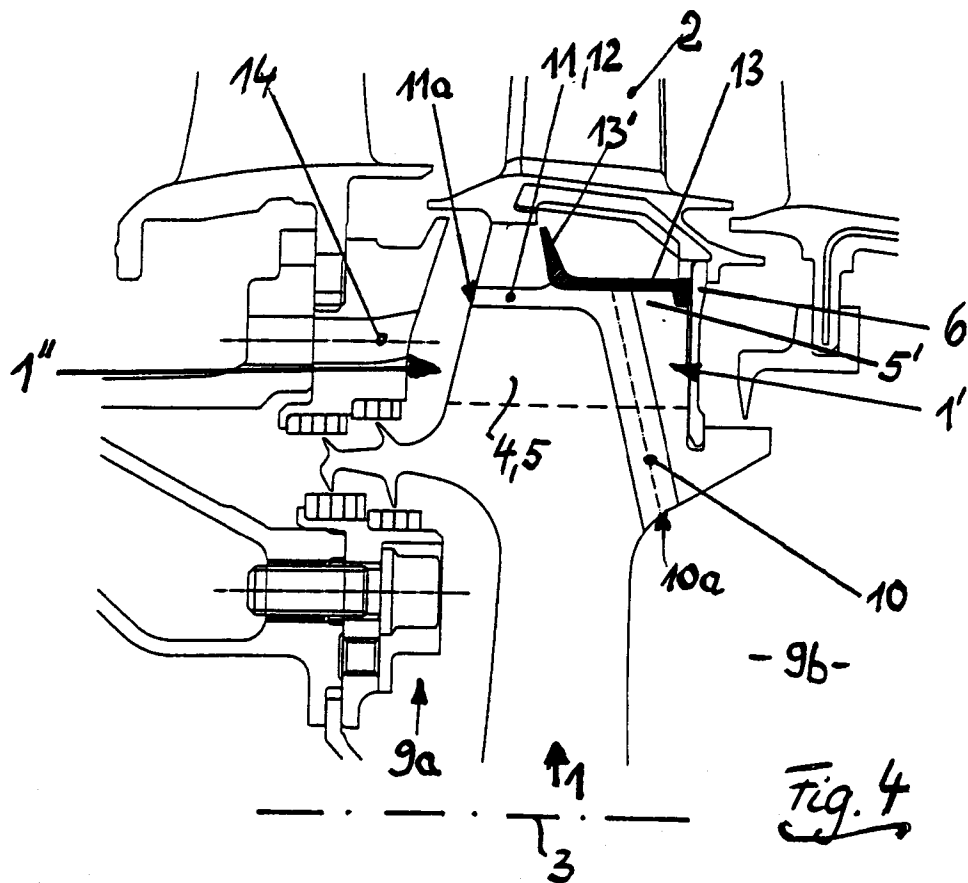
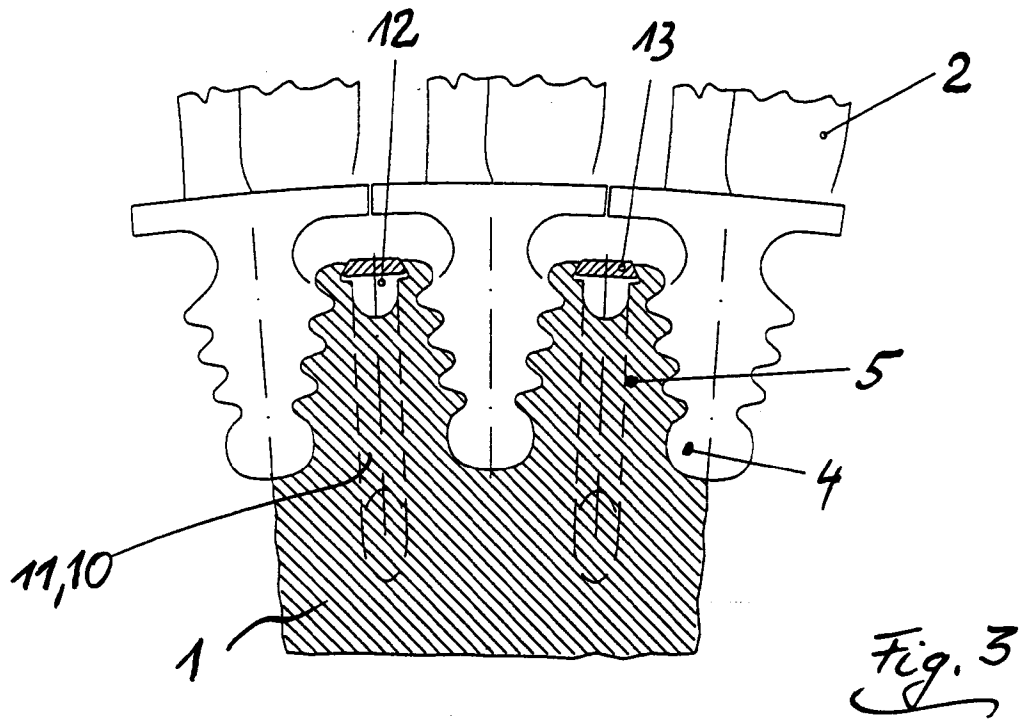
40

45

50

55







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 10 1045

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	GB 765 225 A (TERRELL) 9.Januar 1957 * Seite 2, Zeile 1 - Zeile 83; Abbildungen 1-3 *	1,2,4	F01D5/08
D,Y	DE 29 47 521 A (SNECMA) 26.Juni 1986 * Abbildung 2 *	1,2,4	
Y	GB 801 689 A (HENSCHER) 17.September 1958 * das ganze Dokument *	1,2,4,8	
Y	DE 23 57 326 A (MOTOREN TURBINEN UNION) 28.Mai 1975 * Absatz 4 * * Seite 4, Absatz 2; Abbildungen 1,2,5,6 *	1,2,4,8	
A	US 2 447 292 A (VAN ACKER) 17.August 1948 * Abbildung 4 *	1	
A	US 2 931 624 A (HYDE) 5.April 1960 * Abbildungen 1,2 *	1	
A	DE 573 481 C (ZIEGLER) 1.April 1933		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	FR 2 381 179 A (ROLLS ROYCE) 15.September 1978		F01D
A	EP 0 353 447 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 7.Februar 1990		
A	GB 2 057 573 A (ROLLS ROYCE) 1.April 1981		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 20.Mai 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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P/4C03)