



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.06.2010 Patentblatt 2010/23

(51) Int Cl.:
F01D 11/00^(2006.01) F01D 11/18^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08020995.0**

(22) Anmeldetag: **03.12.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

- **Klein, Karl, Dr.**
45257 Essen (DE)
- **Matthias, Torsten**
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Schirmmacher, Achim**
45663 Recklinghausen (DE)
- **Schneider, Oliver, Dr.**
46487 Wesel (DE)
- **Shevchenko, Vadim**
44265 Dortmund (DE)

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

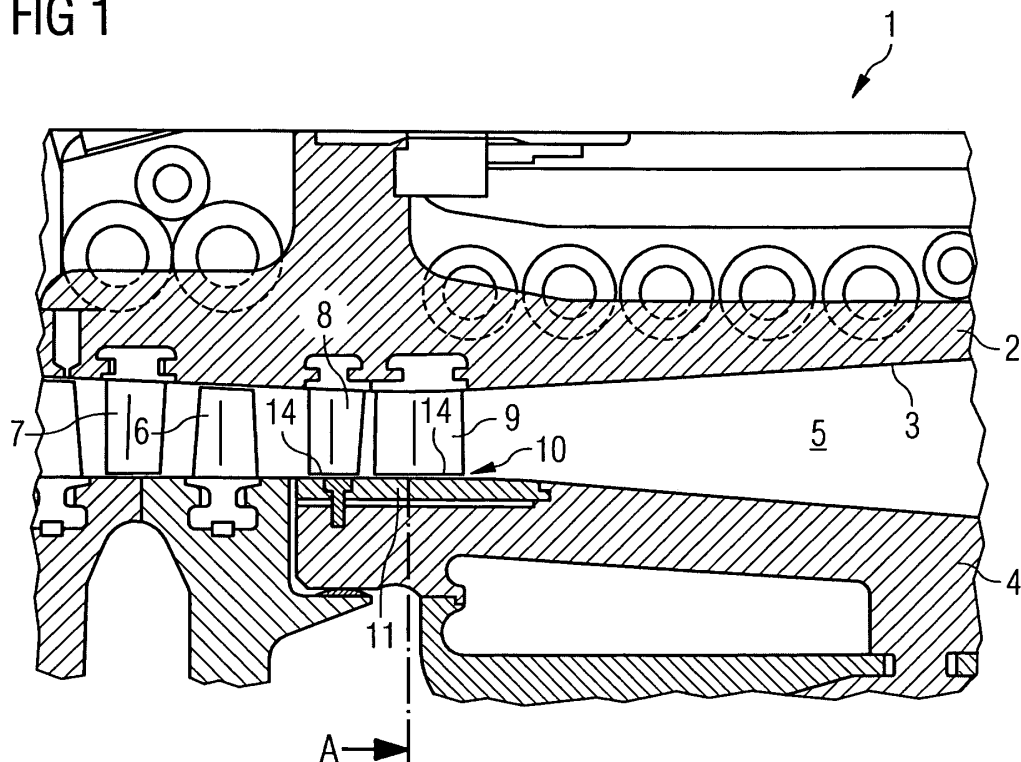
(72) Erfinder:
• **Benkler, Francois, Dr.**
40880 Ratingen (DE)

(54) **Wärmeisoliationsring zur passiven Spaltkontrolle in einer Gasturbine**

(57) Ein Wärmeisoliationsring (11) zur passiven Spaltkontrolle in einer Gasturbine, der zwischen einer Schaufelspitze (14) und einem der Schaufelspitze gegenüberliegend abgeordneten Wandabschnitt (4) sowie

auf diesem anbringbar ist, ist in seiner Wärmeisoliationswirkung auf den Wandabschnitt derart abgestimmt, dass die Radialposition der Schaufelspitze bezogen auf den Wärmeisoliationsring beim Betrieb der Gasturbine über die Zeit im Wesentlichen konstant ist.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmeisolationsring zur passiven Spaltkontrolle in einer Gasturbine, eine Leitschaufelkranzeinheit für die Gasturbine mit dem Wärmeisolationsring und einen Axialverdichter mit mindestens einer Verdichternachleitreihe, die als die Leitschaufelkranzeinheit ausgebildet ist.

[0002] Eine Gasturbine weist einen Turboverdichter beispielsweise in Axialbauweise auf. Der Turboverdichter weist ein Gehäuse mit daran angebrachten Statoren und einen Rotor auf, der von dem Gehäuse umgeben ist. Der Rotor weist eine Welle auf, an der der Rotor drehantreibbar ist. Die Welle umgebend ist eine Wellenabdeckung vorgesehen, deren Außenkontur zusammen mit der Innenkontur des Gehäuses einen Strömungskanal durch den Turboverdichter bildet. Der Strömungskanal hat einen in Strömungsrichtung sich aufweitenden Querschnitt, so dass der Strömungskanal als ein Diffusor ausgebildet ist.

[0003] Der Rotor weist eine Mehrzahl von Rotorstufen auf, die jeweils von einer Rotorschaukelreihe gebildet sind. Ferner weist der Stator eine Mehrzahl von Leitschaufelreihen auf, die in Axialrichtung gesehen abwechselnd zu den Rotorschaukelreihen angeordnet sind. Herkömmlich ist bei Verdichtern in Strömungsrichtung gesehen nach der letzten Rotorschaukelreihe noch eine Leitschaufelreihe und danach eine Nachleiterschaukelreihe angeordnet.

[0004] Die Leitschaufelreihen weisen eine Mehrzahl an Schaufeln auf, die mit ihrem äußeren Ende jeweils an dem Gehäuse befestigt sind und mit ihrem inneren Ende in Richtung zu der Welle zeigen. An dem inneren Ende der Leitschaufel ist eine Schaufelspitze ausgebildet, die der Wellenabdeckung zugewandt und gegenüber liegt. Der Abstand zwischen den Schaufelspitzen und der Wellenabdeckung ist als ein Radialspalt ausgebildet, der derart dimensioniert ist, dass einerseits die Schaufelspitzen beim Betrieb der Gasturbine an die Wellenabdeckung nicht anstoßen und andererseits die beim Betrieb der Gasturbine sich einstellende Leckageströmung durch den Radialspalt möglichst gering ist. Dieser Spalt ist deshalb so gering wie möglich auszulegen, damit ein hoher Wirkungsgrad erzielt und sowohl das volle Beschleunigungspotential des Verdichters ausgeschöpft als auch ein möglichst hoher Druckgewinn im nachgeschalteten Diffusor erzielt werden kann.

[0005] Das Gehäuse des Turboverdichters ist massiv konstruiert, um den Druck- und Temperaturbeanspruchungen beim Betrieb der Gasturbine standhalten zu können. Ferner ist das Gehäuse steif ausgeführt, damit der Lasteintrag auf das Gehäuse beim Betrieb der Gasturbine eine nur kleine Verformung des Gehäuses zur Folge hat. Im Gegensatz dazu ist die Wellenabdeckung beim Betrieb der Gasturbine geringeren mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt, wodurch die Wellenabdeckung dünner und weniger massiv als das Gehäuse ausgeführt ist.

[0006] Dadurch, dass die Wellenabdeckung mit kleineren Wandstärken im Vergleich zum Gehäuse ausgebildet ist und in der Regel andere Materialeigenschaften als das Gehäuse hat, erwärmt sich die Wellenabdeckung schneller als das Gehäuse mit den daran befestigten Leitschaufelreihen. Dies hat zur Folge, dass beim Anfahren und Abfahren der Gasturbine die Wellenabdeckung und das Gehäuse eine unterschiedliche Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit haben, so dass sich beim Anfahren und Abfahren der Gasturbine die Größe des Radialspalts ändert, wobei der Radialspalt beim Anfahren temporär kleiner und beim Abfahren größer ist.

[0007] Damit beim Betrieb des Turboverdichters die Schaufelspitzen der Leitschaufelreihe nicht an die Wellenabdeckung anstoßen und diese beschädigen, ist der Radialspalt mit einer derart dimensionierten Minimalhöhe versehen, dass in jedem Betriebszustand der Gasturbine - stationär wie instationär - die Schaufelspitzen die Wellenabdeckung so gut wie nie berühren. Dies hat zur Folge, dass an den Schaufelspitzen ein entsprechend dimensionierter Radialspalt vorgehalten ist, der zu einer Reduktion des Wirkungsgrades der Gasturbine führt.

[0008] Ferner führt die von dem Radialspalt verursachte Blockage zu einer Reduktion der Hauptströmungskomponente, wodurch der Druckrückgewinn im Diffusor reduziert wird und nachteilige Ablösephänomene auftreten können.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Wärmeisolationsring zur passiven Spaltkontrolle in einer Gasturbine, eine Leitschaufelkranzeinheit für die Gasturbine und einen Axialverdichter mit mindestens einer Verdichternachleitreihe, die als die Leitschaufelkranzeinheit ausgebildet ist, zu schaffen, wobei die Gasturbine einen hohen Wirkungsgrad hat.

[0010] Der erfindungsgemäße Wärmeisolationsring zur passiven Spaltkontrolle in einer Gasturbine, der zwischen einer Schaufelspitze und einem der Schaufelspitze gegenüberliegend angeordneten Wandabschnitt sowie auf diesem anbringbar ist, ist in seiner Wärmeisolationwirkung auf den Wandabschnitt derart abgestimmt, dass die Radialposition der Schaufelspitze auf den Wärmeisolationsring beim Betrieb der Gasturbine über die Zeit im Wesentlichen konstant ist.

[0011] Die erfindungsgemäße Leitschaufelkranzeinheit für eine Gasturbine weist eine Mehrzahl von Leitschaufeln, die gehäuseseitig befestigt sind und nabenseitig eine Schaufelspitze aufweisen, einen nabenseitigen Wandabschnitt, der den Schaufelspitzen benachbart angeordnet ist und mit diesen einen Radialspalt ausbildet, und einen Wärmeisolationsring auf, der zwischen der Schaufelspitze und dem Wandabschnitt sowie auf diesem angebracht ist, wobei der Wärmeisolationsring in seiner Wärmeisolationwirkung auf den Wandabschnitt derart abgestimmt ist, dass zur passiven Spaltkontrolle der Radialspalt beim Betrieb der Gasturbine über die Zeit im Wesentlichen konstant ist.

[0012] Der erfindungsgemäße Axialverdichter weist mindestens eine Leitschaufelreihe auf, die als die Leit-

schaufelkranzeinheit ausgebildet ist.

[0013] Beim Betrieb der Gasturbine stehen das Gehäuse mit dem daran befestigten Leitschaufelkranz und der Wandabschnitt mit einem heißen Gasstrom in Kontakt. Der Wärmeisolationsring bewirkt, wenn er auf dem Wandabschnitt angebracht ist, dass der Wandabschnitt von dem heißen Gasstrom thermisch isoliert ist. Dadurch ist mit dem Wärmeisolationsring der Wärmeeintrag von dem heißen Gasstrom in den Wandabschnitt vermindert. Somit kann mittels des Wärmeisolationsrings der Wärmeeintrag in den Wandabschnitt derart festgelegt sein, dass sowohl das Gehäuse mit seinem Leitschaufelkranz als auch der Wandabschnitt ein ähnliches Wärmeausdehnungsverhalten haben. Als Folge davon ist der Radialspalt in seiner Höhe über die Zeit in etwa konstant, wodurch sich etwa beim Anfahren der Gasturbine der Wandabschnitt in konstantem Abstand zur Schaufelspitze synchron bewegt.

[0014] Somit kann der Radialspalt mit einer geringeren Höhe vorgesehen werden, ohne dass die Schaufelspitze beim Betrieb der Gasturbine an den Wärmeisolationsring anstößt. Dadurch ist eine hohe Betriebssicherheit der Gasturbine erreicht, die einen hohen Wirkungsgrad hat.

[0015] Bevorzugtermaßen kann der Wärmeisolationsring durch das Vorsehen von Umfangssegmenten segmentiert ausgeführt sein.

[0016] Dadurch ist die thermisch bedingte radiale Ausdehnung des Wärmeisolationsrings verringert, so dass bei der Radialbewegung des Wärmeisolationsrings in erster Linie die radiale thermische Ausdehnung des Wandabschnitts zum Tragen kommt.

[0017] Gemäß einer weiteren, vorteilhaften Ausgestaltung kann der Wärmeisolationsring Dichtungselemente aufweisen, die zwischen den Umfangssegmenten vorgesehen sind.

[0018] Dadurch ist vorteilhaft der Wärmeisolationsring zwischen den Umfangssegmenten abgedichtet, so dass die Leckagerate durch den Radialspalt gering ist.

[0019] Vorteilhafterweise ist der Wärmeisolationsring an dem Wandabschnitt befestigbar. Dabei ist es ferner bevorzugt, dass der Wärmeisolationsring an dem Wandabschnitt mittels einem Verhakungsmittel und/oder einem Verschraubungsmittel befestigbar ist.

[0020] Dadurch ist der Wärmeisolationsring stabil an dem Wandabschnitt befestigbar, so dass der Wärmeisolationsring beim Betrieb der Gasturbine seine Lage bezüglich des Wandabschnitts nicht verändern kann.

[0021] Ferner ist es bevorzugt, dass eine Wellenabdeckung den Wandabschnitt aufweist. Bevorzugt ist ebenso, dass mit den Leitschaufeln mindestens zwei nebeneinander liegende Leitschaufelkränze gebildet sind, deren Radialspalte von dem Wärmeisolationsring kontrolliert sind.

[0022] Dadurch, dass an der stromabliegenden letzten Verdichterleitreihe und der Nachleitreihe der Wärmeisolationsring zur passiven Spaltkontrolle vorgesehen ist, ist die Druckrückgewinnung in dem Diffusor des Axialverdichters hoch.

[0023] Im Folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Axialverdichters und eines erfindungsgemäßen Wärmeisolationsrings anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch den Austrittsbereich eines Axialverdichters und

Fig. 2 den Schnitt A aus Fig. 1.

[0024] Wie es aus Fig. 1 ersichtlich ist, weist ein Axialverdichter 1 ein Gehäuse 2 auf, das an seiner Innenseite eine Gehäusekontur 3 hat. Ferner weist der Axialverdichter 1 eine Welle (nicht gezeigt) auf, die von einer Wellenabdeckung 4 radial nach außen abgedeckt ist. Sowohl die Wellenabdeckung 4 als auch die Gehäusekontur 3 bilden einen Strömungskanal, der als ein Diffusor 5 ausgebildet ist. Außerdem weist der Axialverdichter 1 einen Rotor mit einer Rotorbeschaufelung 6 auf, wobei der Rotor mit der Welle drehstarr verbunden ist.

[0025] An dem Gehäuse 2 befestigt ist eine Statorbeschaufelung 7 vorgesehen, die stromauf der Rotorbeschaufelung 6 angesiedelt ist. Stromab der Rotorbeschaufelung 6 ist ein Leitgitter 8 und stromab davon ein Nachleitgitter 9 angeordnet, wobei das Leitgitter 8 und das Nachleitgitter 9 den Abströmbereich des Axialverdichters 1 bilden. Sowohl das Leitgitter 8 als auch das Nachleitgitter 9 sind von einer Mehrzahl von Statorschaufeln gebildet, die sich radial in dem Axialverdichter 1 erstrecken. Die Statorschaufeln weisen ein radial außen liegendes Ende und ein radial innen liegendes Ende auf, wobei die Statorschaufeln an ihrem radial außen liegenden Ende an dem Gehäuse 2 befestigt sind. An dem radial innen liegenden Ende ist jeweils eine Schaufelspitze 14 ausgebildet, die zur Mitte der Welle zeigt. Den Schaufelspitzen 14 liegt eine drehfest angeordnete Wellenabdeckung 4 gegenüber, so dass zwischen den Schaufelspitzen 14 und der Wellenabdeckung 4 ein Radialspalt 10 ausgebildet ist.

[0026] Auf der Wellenabdeckung 4 ist unmittelbar benachbart zu den Schaufelspitzen 14 ein Wärmeisolationsring 11 auf der Wellenabdeckung 4 beispielsweise durch Verschrauben angebracht. Der Wärmeisolationsring 11 erstreckt sich in Axialrichtung des Axialverdichters 1 sowohl über das Leitgitter 8 als über das Nachleitgitter 9 hinweg.

[0027] In Fig. 2 ist der Schnitt A aus Fig. 1 gezeigt, wobei die Wellenabdeckung 4 und der Wärmeisolationsring 11 abgebildet sind. Der Wärmeisolationsring 11 ist auf der Wellenabdeckung 4 angebracht und umfasst über den Umfang verteilte Umfangssegmente 12, so dass der Wärmeisolationsring 11 einen segmentierten Aufbau aufweist. Zwischen den Umfangssegmenten 12 sind Zwischenräume ausgebildet, in die jeweils ein Dichtungselement 13 eingesetzt ist. Die Dichtungselemente 13 sind zwischen den Umfangssegmenten 12 verspannt eingebracht.

[0028] Der Wärmeisolationsring 11 ist aus einem Ma-

terial hergestellt und derart geometrisch dimensioniert, dass im Bereich des Leitgitters 8 und des Nachleitgitters 9 die Wellenabdeckung 4 von dem Diffusor 9 thermisch isoliert ist, so dass das thermische Ausdehnungsverhalten der Wellenabdeckung 4 in etwa dem Gehäuse 2 entspricht.

[0029] Beim Anfahren des Axialverdichters 9 strömt heißes Gas durch den Diffusor 5 und steht in direktem Kontakt sowohl mit dem Gehäuse 2, dem Leitgitter 8 und dem Nachleitgitter 9 als auch mit der Wellenabdeckung 4. Im Bereich des Leitgitters 8 und des Nachleitgitters 9 steht die Wellenabdeckung 4 mit dem heißen Gas im Diffusor 5 auf Grund der Anbringung des Wärmeisolationssrings 11 nicht in direktem Kontakt, so dass der Wärmeeintrag in diesem Bereich in die Wellenabdeckung 4 vermindert ist. Dadurch ist die thermische Ausdehnungsgeschwindigkeit, insbesondere beim Anfahren des Axialverdichters 1, von dem Gehäuse 2 mit dem Leitgitter 8 sowie dem Nachleitgitter 9 und der Wellenabdeckung 4 mit dem Wärmeisolationssring 11 in etwa gleich.

[0030] Dadurch bildet sich beim Betrieb des Axialverdichters 1 der Radialspalt 10, der von dem Abstand zwischen dem Umfangsrand des Wärmeisolationssrings 11, der dem Diffusor 5 zugewandt ist, und den Schaufelspitzen 14 ausgebildet ist, als über die Zeit in etwa konstant aus. Als Folge davon ist vorteilhaft erreicht, dass beim Anfahren des Axialverdichters 1 der Radialspalt 10 kleiner vorgesehen werden kann, als es notwendig wäre, wenn der Wärmeisolationssring 11 auf der Wellenabdeckung 4 nicht vorgesehen worden wäre und ein Anstoßen der Schaufelspitzen 14 an der Wellenabdeckung 4 unterbunden sein soll. Somit kann der Massenstrom der Leckageströmung durch den Radialspalt 10 verringert werden, so dass sowohl der Wirkungsgrad des Axialverdichters 1 als auch der Druckgewinn im Diffusor 5 weiter verbessert sind.

[0031] Ferner weist der Wärmeisolationssring 11 die Umfangssegmente 12 auf, so dass eine thermische Radialausdehnung des Wärmeisolationssrings 11 unterbunden ist. Dadurch ist die Abstimmung hinsichtlich der Materialwahl und der geometrischen Dimensionierung des Wärmeisolationssrings 11 bezüglich der Wellenabdeckung 4 einfach.

Patentansprüche

1. Wärmeisolationssring zur passiven Spaltkontrolle in einer Gasturbine, der zwischen einer Schaufelspitze (14) und einem der Schaufelspitze (14) gegenüberliegend abgeordneten Wandabschnitt (4) sowie auf diesem anbringbar ist, wobei der Wärmeisolationssring (11) in seiner Wärmeisolationswirkung auf den Wandabschnitt (4) derart abgestimmt ist, dass die Radialposition der Schaufelspitze (14) bezogen auf den Wärmeisolationssring (11) beim Betrieb der Gasturbine über die Zeit im Wesentlichen konstant ist.

2. Wärmeisolationssring gemäß Anspruch 1, wobei der Wärmeisolationssring (11) segmentiert durch das Vorsehen von Umfangssegmenten (12) ausgeführt ist.

3. Wärmeisolationssring gemäß Anspruch 2, wobei der Wärmeisolationssring (11) Dichtungselemente (13) aufweist, die zwischen den Umfangssegmenten (12) vorgesehen sind.

4. Wärmeisolationssring gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Wärmeisolationssring (11) an dem Wandabschnitt (4) befestigbar ist.

5. Wärmeisolationssring gemäß Anspruch 4, wobei der Wärmeisolationssring (11) an dem Wandabschnitt (4) befestigbar ist mittels einem Verhaugungsmittel und/oder einem Verschraubungsmittel.

6. Leitschaufelkranzeinheit für eine Gasturbine, mit einer Mehrzahl von Leitschaufeln (8, 9), die gehäuseseitig befestigt sind und nabenseitig eine Schaufelspitze (14) aufweisen, mit einem nabenseitigen Wandabschnitt (4), der den Schaufelspitzen (14) gegenüberliegend angeordnet ist und mit diesen einen Radialspalt (10) ausbildet, und mit einem Wärmeisolationssring (11), der zwischen der Schaufelspitze (14) und dem Wandabschnitt (4) auf diesem angebracht ist, wobei der Wärmeisolationssring (11) in seiner Wärmeisolationswirkung auf den Wandabschnitt (4) derart abgestimmt ist, dass zur passiven Spaltkontrolle der Radialspalt (10) beim Betrieb der Gasturbine über die Zeit im Wesentlichen konstant ist.

7. Leitschaufelkranzeinheit gemäß Anspruch 6, wobei der Wandabschnitt eine Wellenabdeckung (4) aufweist.

8. Leitschaufelkranzeinheit gemäß Anspruch 6 oder 7, wobei mit den Leitschaufeln mindestens zwei nebeneinander liegende Leitschaufelkränze (8, 9) gebildet sind, deren Radialspalte (10) von dem Wärmeisolationssring (11) kontrolliert sind.

9. Axialverdichter mit mindestens einer Leitschaufelreihe, die als eine Leitschaufelkranzeinheit gemäß einem der Ansprüche 6 bis 8 ausgebildet ist.

FIG 1

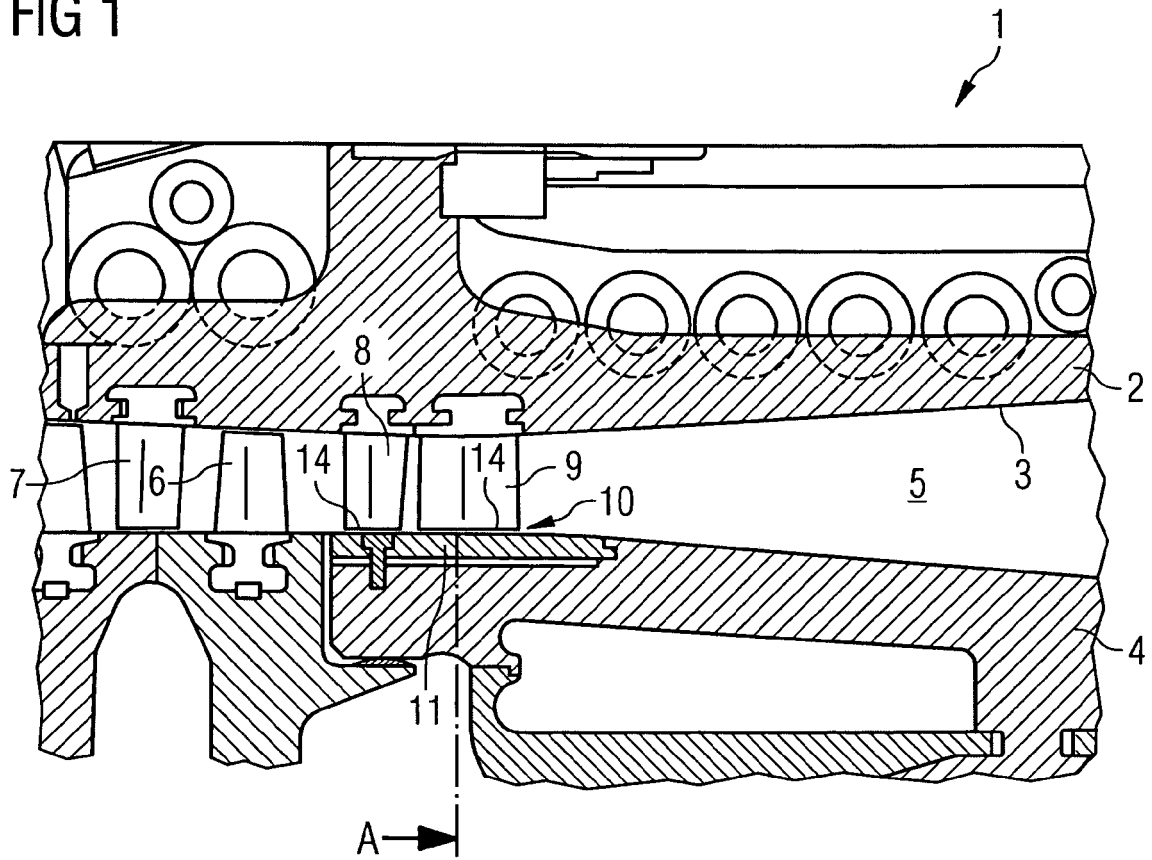
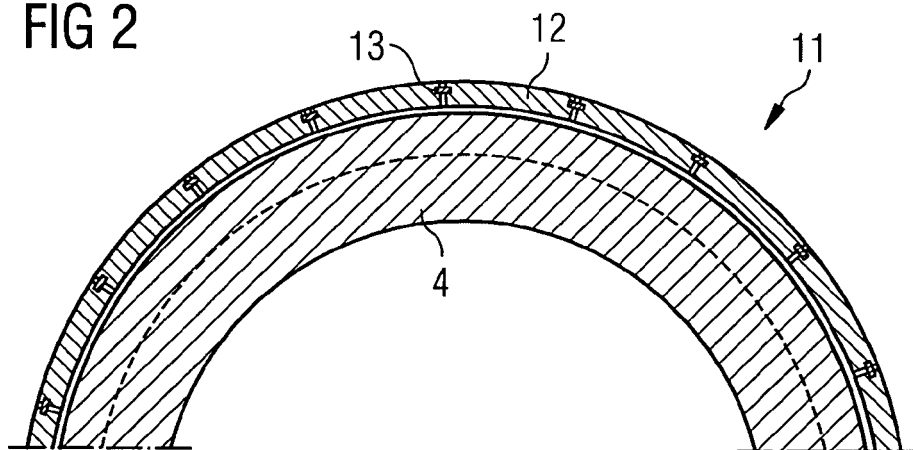


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 02 0995

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 056 579 A (MELVIN BOBO) 2. Oktober 1962 (1962-10-02) * Spalte 1 * * Spalte 4; Abbildungen 2,3 * -----	1-9	INV. F01D11/00 F01D11/18
X	US 2006/292001 A1 (KELLER DOUGLAS A [US] ET AL) 28. Dezember 2006 (2006-12-28) * Absatz [0004] - Absatz [0009] * * Absatz [0018] * * Absatz [0043] * * Absatz [0073] - Absatz [0075]; Abbildungen 1-6 * -----	1,2,4,5	
X	US 3 146 992 A (MILLER FARRELL WILLIAM) 1. September 1964 (1964-09-01) * Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 4, Zeile 38; Abbildungen 1-5 * -----	1,2,4,5	
X	US 4 411 594 A (PELLOW TERENCE R [GB] ET AL) 25. Oktober 1983 (1983-10-25) * Spalte 1, Zeile 8 - Spalte 5, Zeile 16; Abbildungen 1-4 * -----	1,4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. Juli 2009	Prüfer Robelin, Bruno
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 02 0995

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-07-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3056579	A	02-10-1962	KEINE	
US 2006292001	A1	28-12-2006	EP 1893846 A1 WO 2007001591 A1	05-03-2008 04-01-2007
US 3146992	A	01-09-1964	KEINE	
US 4411594	A	25-10-1983	KEINE	

EPO FORM P0481

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