



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 773 347 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
14.05.1997 Patentblatt 1997/20

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F01D 11/02**, F01D 11/08,  
F01D 5/22

(21) Anmeldenummer: 96116641.0

(22) Anmeldetag: 17.10.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT ES FR GB IT**

(30) Priorität: 11.11.1995 DE 19542083

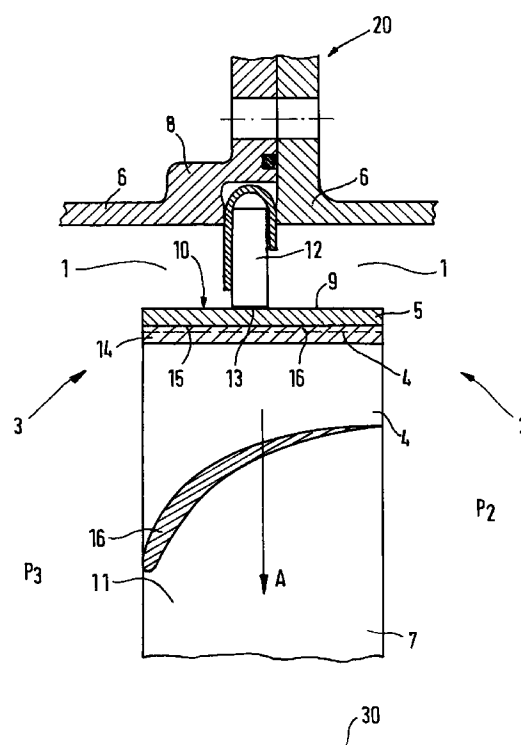
(71) Anmelder: **MTU MOTOREN- UND TURBINEN-  
UNION  
MÜNCHEN GMBH  
D-80976 München (DE)**

(72) Erfinder: **Rossmann, Axel  
85757 Karlsfeld (DE)**

### (54) Lamellendichtung für Turbotriebwerke im Bereich der Rotorscheaufelspitzen

(57) Die Erfindung betrifft eine Dichtung für Turbotriebwerke im Bereich der Rotorscheaufelspitzen mit einem Deckbandring (5) auf den Schaufelspitzen und gegenüberliegenden, feststehenden Mantelringsegmenten im Gehäuse zur Abdichtung eines Spaltes zwischen Rotor und Stator. Der Deckbandring weist radial nach außen eine glatte Deckbandringoberfläche (9) auf und ist nicht mit den Schaufeln integral verbunden. Aus den feststehenden Mantelringsegmenten des Gehäuses ragen radial nach innen elastische Bauelemente (12) heraus, die Anstreifflächen ausbilden. Die Unrundheittoleranz und die Rauigkeit der radial äußeren Deckbandringoberfläche, die Elastizität der Bauelemente und die Größe der Anstreiffläche jedes Bauelementes sind derart aufeinander abgestimmt, daß ab einer kritischen Relativgeschwindigkeit zwischen radial äußerer Deckbandringoberfläche und Anstreiffläche ein aerodynamisches Aufgleiten der Anstreifflächen auf der glatten Oberfläche des Deckbandringes erfolgt.

FIG. 1



EP 0 773 347 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Dichtung für Turbotriebwerke im Bereich der Rotorschaufeldspitzen mit einem Deckbandring auf den Schaufeldspitzen und gegenüberliegenden, feststehenden Mantelringsegmenten im Gehäuse zur Abdichtung eines Spaltes zwischen Rotor und Stator.

Eine derartige Dichtung ist aus DE 38 42 710 bekannt. Zur Abdichtung ragen radial nach außen aus dem Deckbandring scheibenförmige Dichtspitzen, die integral mit dem Deckbandring verbunden sind, heraus, die sich in die gegenüberliegenden, feststehenden Mantelringsegmente im Gehäuse einschleifen und damit die Spaltdichtung optimieren. Derartige Dichtspitzen, wie sie auch aus DE-43 24 755 bekannt sind, schleifen sich beim Anstreifvorgang nicht nur ein, sondern werden dabei mit selbstverstärkender Tendenz und unter Schwächung des mechanisch extrem belasteten Ringmaterials aufgeheizt. Zusätzlich besteht der prinzipielle Nachteil daß beim Anstreifvorgang ein irreversibler Ausrieb der Mantelsegmente im Gehäuse erfolgt, was gleichzeitig zu einer Spaltvergrößerung führt.

Dichtungen, die Schaukeln mit integralen Deckbandsegmenten aufweisen, haben den Nachteil daß im Betrieb eine hohe Unrundheit des Deckbandringes und damit der Dichtspitzen auf dem Deckband auftritt, da die zwangsläufig unter Fliehkraft und Gaslasten stehenden Schaukeln eine periodische Unrundheit des Deckbandes verursachen, so daß Auswölbungen, Stufen und Spalte auf der Lauffläche gegenüber den Mantelsegmenten entstehen, die zu unakzeptablem Verschleiß und zu Leckagen führen.

Bei niedrigen Relativgeschwindigkeiten zwischen Rotor und Stator, wie sie in der Nähe der Wellenlager eines Turbotriebwerks auftreten, haben sich als Spaltdichtungen Bürstendichtungen bewährt. Bei den hohen Relativgeschwindigkeiten die zwischen einem Deckbandring und den feststehenden Mantelringsegmenten des Gehäuses auftreten, versagen jedoch herkömmliche Bürstendichtungen wegen der hohen Reibungswärme, die die Bürstenhaare verglühen läßt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Dichtung anzugeben, die die Nachteile im Stand der Technik überwindet und insbesondere eine Verbesserung des Wirkungsgrades von Turbinentriebwerken erzielt, indem der Spalt zwischen Rotor und Stator vermindert wird.

Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß der Deckbandring radial nach außen eine glatte Deckbandringoberfläche aufweist und von den Schaukeln radial verschieblich gehalten wird und aus den feststehenden Mantelringsegmenten des Gehäuses radial nach innen elastische Lamellenpakete herausragen und Anstreifflächen ausbilden, wobei die Unrundheitstoleranz und die Rauigkeit der radial äußeren Deckbandringoberfläche, die Elastizität der Bauelemente und die Größe der Anstreiffläche jedes Bauelements derart aufeinander abgestimmt sind, daß ab einer kritischen Relativge-

schwindigkeit zwischen radial äußerer Deckbandringoberfläche und Anstreiffläche ein aerodynamisches Aufgleiten der Anstreifflächen auf der äußeren Oberfläche des Deckbandringes erfolgt.

Damit wird vorteilhaft der Spalt zwischen Rotor und Stator auf einen vernachlässigbar dünnen Gasfilm zwischen den aufgleitenden Anstreifflächen und der Ringoberfläche reduziert. Dieser Gasfilm verhindert eine unmittelbare Berührung und Reibung zwischen den elastischen Lamellen und dem Deckbandring, so daß die Aufheizung der Lamellen und des Deckbandringes vernachlässigbar wird. Die radiale Verschieblichkeit der Schaufeldspitzen in dem Deckbandring ist auf den Ausgleich der Wärmedehnungsunterschiede zwischen dem Rotor und seinen Schaukeln und dem Deckbandring begrenzt. Die Gefahr des Verglühens bei den hohen Relativgeschwindigkeiten zwischen Schaufeldspitze bzw. Deckbandring und gehäuseseitigen Mantelringsegmenten, wie sie beim Übertragen herkömmlicher Dichtungsanordnungen mit Bürstendichtungen auf hohe Umfangsgeschwindigkeiten besteht, ist mit der erfindungsgemäßen Lösung überwunden. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Dichtung ist die Dämpfungswirkung auf den Rotor. Insbesondere bei Rotoren aus Rotorscheibe mit integral verbundenen Schaukeln, die im Stand der Technik als BLISK bezeichnet werden, ist das Problem der Schwingungsdämpfung mit dem erfindungsgemäßen Dichtungssystem lösbar, indem die Masse des Deckbandringes und die Elastizität der Lamellen, sowie ihre Verformungsarbeit und ihre Reibarbeit untereinander auf das Schwingungsverhalten des Rotors abgestimmt werden. Die Schwingungen bei herkömmlichen aus Rotorscheibe und Schaukeln mit Schaukelfuß zusammengesetzten Laufrädern werden weitestgehend durch Reibkräfte zwischen Schaukelfuß und Rotorscheibe gedämpft.

Der Deckbandring ist vorzugsweise ein geschlossener selbsttragender Ring aus faserverstärkten Materialien. Ein derartiger Ring ist in sich formstabil und nicht an das Ausdehnungsverhalten der Schaukeln gebunden, wie es bei den bekannten Deckbandringen der Fall ist. Damit stellt sich unter Betriebsbedingungen des Turbotriebwerks vorteilhaft eine äußerst geringe Unrundheitstoleranz ein, die ein frühes Aufgleiten der Anstreifflächen auf der radial äußeren Deckbandringoberfläche des glatten Deckbandringes unterstützt, so daß die kritische Drehzahl, bei der das Aufgleiten einsetzt, erreicht wird, bevor die elastischen Bauteile durch übermäßiges Aufheizen mittels Reibungswärme beschädigt werden. Die Faserverstärkung des Deckbandringes hat den Vorteil, daß sich bei den unter Betriebsbedingungen auftretenden tangentialen Zugbelastungen der Deckbandring nicht, wie herkömmliche gefügte metallische Deckbandsegmente oder Deckbandringe, unzulässig aufweitet, da mit der Faserverstärkung sowohl der Elastizitätsmodul, bezogen auf das Gewicht, als auch die Bruchfestigkeit bezogen auf das

Gewicht verbessert werden. Darüberhinaus ist ein Kunststoff als Matrixwerkstoff aufgrund der hohen Betriebstemperatur ungeeignet, so daß nur faserverstärkte Metall- oder Keramikringe den erfindungsgemäßen Anforderungen gerecht werden.

Vorzugsweise wird als Matrixmetall für den faserverstärkten glatten und extrem runden Deckbandring der vorliegenden Erfindung eine Titanbasis- oder Aluminiumbasislegierung eingesetzt. Während ein Deckbandring aus einer Titanbasislegierung ohne Faserverstärkung aufgrund der Titanfeuergefahr nicht einsetzbar ist, hat der faserverstärkte Deckbandring mit einer Titanbasislegierung den Vorteil, daß faserverstärktes Titan nicht titanfeuergefährdet ist. Die Einsatztemperaturen für Deckbandringe aus faserverstärkten Titanbasislegierungen reichen bis 550 °C. Faserverstärkte Deckbandringe mit Aluminiumbasislegierungen als Matrixmetall können bis 400 °C eingesetzt werden und wirken sogar titanfeuerhemmend. Die Deckbandringe aus faserverstärkter Aluminiumbasislegierung haben gegenüber Deckbandringen aus faserverstärkter Titanbasislegierung den Vorteil eines verbesserten Elastizitätsmoduls bezogen auf das Gewicht und verbesserter Festigkeitskennndaten bezogen auf das Gewicht.

Der Bezug auf das Gewicht ist von entscheidender Bedeutung, da das Gewicht ein Maß für die Masse ist, die die Fliehkräfte bei hoher Rotationsgeschwindigkeit bestimmt und damit die wirksame tangentielle Zugspannung im Deckbandring festlegt.

Für Betriebstemperaturen bis zu 750°C werden vorzugsweise faserverstärkte Deckbandringe mit intermetallischen Verbindungen als Matrixmetall eingesetzt. Derartige Betriebstemperaturen treten im wesentlichen in Verdichterstufen eines Turbotriebwerks auf. Bei Anwendungsfällen, die über den obigen Temperaturbereichen liegen, wie z. B. Turbinenstufen eines Turbotriebwerks, sind als Materialien für den Deckbandring faserverstärkte Keramiken zu verwenden.

Um eine verbesserte und minimale Unrundheitstoleranz des Deckbandringes zu erreichen, weist das Deckbandring SiC-, B- oder C-Fasern auf. Diese erhöhen die Festigkeit des metallischen Deckbandringes und ermöglichen eine selbsttragende und formstabile Struktur des Deckbandringes unter allen Betriebsbedingungen, so daß ein Aufgleiten der elastischen Lamellen mit ihren Anstreifflächen begünstigt wird.

Insbesondere besteht der Deckbandring aus einem geschlossenen mit eingebetteten gewickelten Fasern hergestellten Ring einer Titanlegierung. Dazu kann die Faserwicklung kreuzweise und/oder parallel ausgeführt sein. Dieser Ring wird auf seiner radial äußeren Deckbandringoberfläche derart poliert, daß sich ein äußerst dünner Gasfilm zwischen den Anstreifflächen der elastischen Lamellen und der radial äußeren Deckbandringoberfläche störungsfrei ausbilden kann.

Zur Vergrößerung der Anstreiffläche und zur Erhöhung der Elastizität der Lamellenpakete werden diese radial nach innen in einem Nachlaufwinkel zur Rotationsrichtung zwischen 0 und 60 Grad zur Radialen

angeordnet. Das hat den Vorteil, daß ein frühes Aufgleiten begünstigt wird. Dabei hat die 0-Grad Stellung den Vorteil, daß sie gegenüber Drehrichtungsänderungen unempfindlich ist und folglich die Gefahr von Beschädigungen bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten minimiert ist. Ein Nachlaufwinkel größer 0-Grad hat den Vorteil der Vergrößerung der aerodynamisch wirksamen Aufgleitfläche, so daß sich ein Gleitfilm bei niedrigerer Umdrehungsgeschwindigkeit einstellt, so daß ein Abheben der elastischen Lamellen der erfindungsgemäßen Dichtung beim Hochlaufen eines Turbotriebwerks früher einsetzt. Die Gefahr einer Beschädigung der glatten und runden Deckbandringoberfläche wird jedoch bei unbeabsichtigter Drehung in Gegenrichtung größer, da die Wahrscheinlichkeit einer Verspreizung oder Blockade durch die elastischen Elemente beim Drehen in Gegenrichtung mit zunehmendem Nachlaufwinkel wächst.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind mehrere Mantelringsegmente mit elastischen Lamellenpaketen axial hintereinander auf der Breite eines Deckbandringes angeordnet. Dadurch können vorteilhaft höhere Druckdifferenzen zwischen den abzudichtenden Räumen bei gleichzeitig geringerer Leckage abgedichtet werden.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert.

Fig.1 zeigt eine Prinzipskizze der erfindungsgemäßen Dichtung 10, die einen Spalt 1 zwischen zwei Räumen 2 und 3 unterschiedlichen Druckes in einer Verdichterstufe eines Turbotriebwerks abdichtet, wobei der Druck  $P_2$  im Raum 2 höher ist als der Druck  $P_3$  in Raum 3. Die Dichtung 10 ist im Bereich der Rotorscheaufelspitzen 4 mit einem Deckbandring 5 auf den Schaufelspitzen 4 und gegenüberliegenden feststehenden Mantelringsegmenten 6 im Gehäuse 20 zur Abdichtung eines Spaltes 1 zwischen Rotor 7 und Stator 8 angeordnet. Der Rotor 7 rotiert im Betrieb um eine Achse 30 in Pfeilrichtung A.. Der Deckbandring 5 weist radial nach außen eine glatte radial äußere Deckbandringoberfläche 9 auf und ist nicht mit den Schaufeln 11 integral verbunden sondern wird radial verschieblich gegenüber den Schaufeln im Bereich der Schaufelspitzen 4 gehalten. Aus den feststehenden Mantelringsegmenten 6 des Gehäuses 20 ragen radial nach innen elastische Lamellen 12 heraus. Diese Lamellen 12 bilden Anstreifflächen 13 aus, wobei die Unrundheitstoleranz und die Rauigkeit der radial äußeren Deckbandringoberfläche 9, die Elastizität der Bauelemente 12 und die Größe der Anstreiffläche 13 jeder Lamelle derart aufeinander abgestimmt sind, daß ab einer kritischen Relativgeschwindigkeit zwischen radial äußerer Deckbandringoberfläche 9 und Anstreiffläche 13 ein aerodynamisches Aufgleiten der Anstreifflächen 13 auf der glatten Oberfläche 9 des Deckbandringes 5 erfolgt. Die selbsttragenden Eigenschaften des Deckbandringes werden einerseits durch eine

Faserverstärkung, die in den metallischen Deckbandring 5 eingebettet ist, und andererseits durch die gleitverschiebbliche Lagerung der Schaufelspitzen 4 in Führungsblöcken 14, die radial innerhalb des Deckbandringes 5 befestigt sind, gewährleistet. Vorzugsweise sind die Führungsblöcke 14 mit der Innenoberfläche des Deckbandringes 15 verklebt, verlötet oder verschweißt. Ein minimaler Spalt 16 zwischen Schaufelspitze 4 und Innenoberfläche des Deckbandringes 5 verbleibt, um ein unterschiedliches Wärmeausdehnungsverhalten zwischen Schaufelblatt und Deckbandring zuzulassen, ohne den geschlossenen selbsttragenden Deckbandring 5 auszuwölben oder in anderer Weise durch die Schaufeln zu verformen, so daß die Unrundheit noch in den zulässigen Grenzen der Unrundheitstoleranz für das Aufgleiten beim Betrieb des Turbotriebwerks verbleibt.

Alternativ zu Ausführungsformen mit Titanbasislegierungen oder intermetallischen Verbindungen kann bis zu einer Betriebstemperatur von 400 °C der Matrixwerkstoff des faserverstärkten Deckbandringes eine Aluminiumbasislegierung sein. Die faserverstärkte Aluminiumbasislegierung hat gegenüber der faserverstärkten Titanbasislegierung den Vorteil, eines noch günstigeren Elastizitätsmoduls bezogen auf das Gewicht, sowie anderer auf das Gewicht bezogener Festigkeitsdaten.

In einer anderen alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die als Dichtung in Turbinenstufen mit einer Betriebstemperaturen über 750 °C eingesetzt wird, ist das Matrixmaterial des faserverstärkten Deckbandringes eine Keramik, vorzugsweise aus faserverstärktem Siliziumnitrid, Siliziumkarbid, Aluminiumoxid oder Zirkoniumoxid.

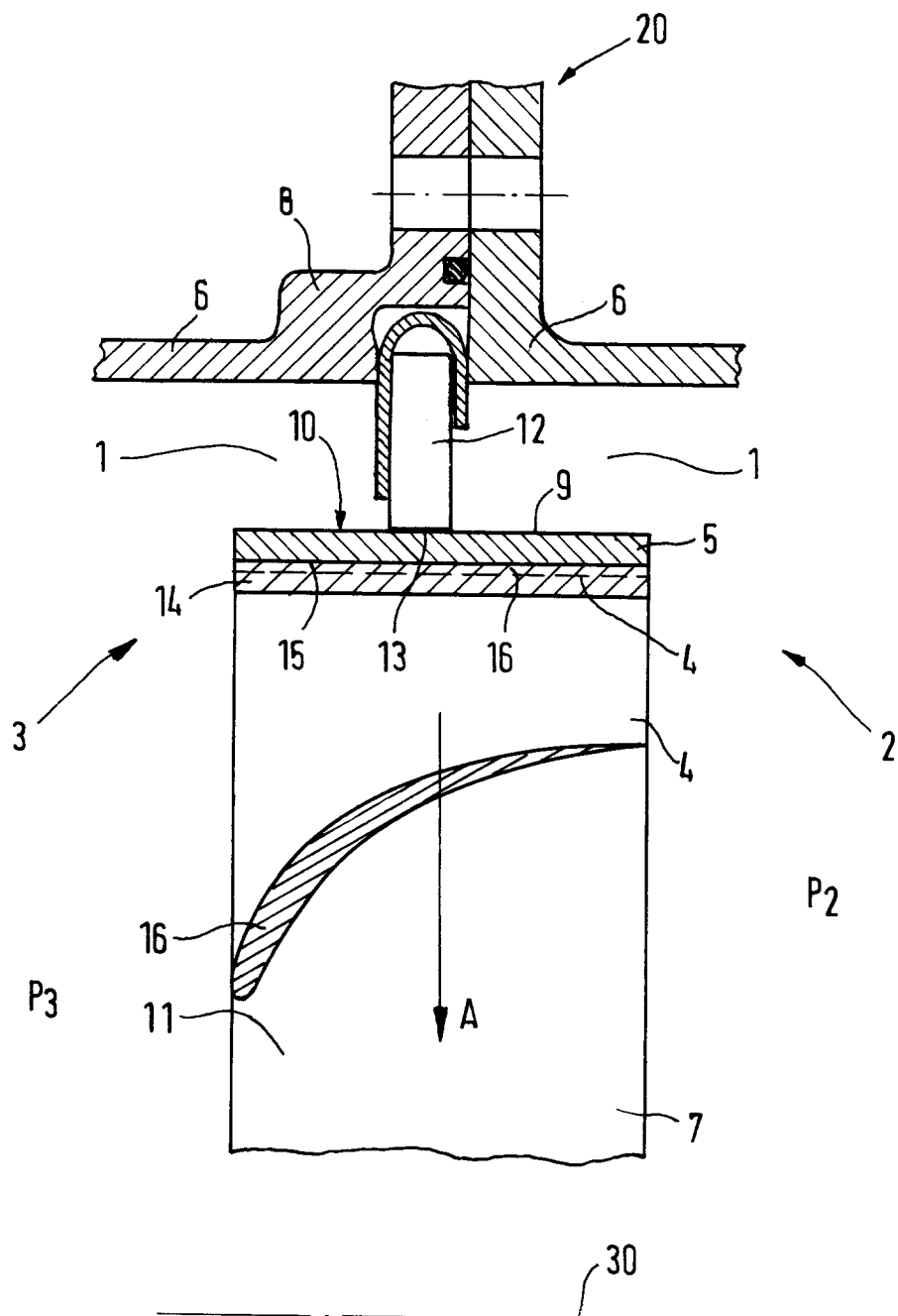
#### Patentansprüche

1. Dichtung für Turbotriebwerke im Bereich der Rotor-schaufelspitzen mit einem Deckbandring auf den Schaufelspitzen und gegenüberliegenden, feststehenden Mantelringsegmenten im Gehäuse zur Abdichtung eines Spaltes zwischen Rotor und Stator, dadurch gekennzeichnet, daß der Deckbandring (5) radial nach außen eine glatte Deckbandringoberfläche (9) aufweist und von den Schaufeln (11) radial verschieblich gehalten wird und aus den feststehenden Mantelringsegmenten des Gehäuses (20) radial nach innen elastische Lamellenpakete (12) herausragen und Anstreifflächen ausbilden, wobei die Unrundheitstoleranz und die Rauigkeit der radial äußeren Deckbandringoberfläche (9), die Elastizität der Bauelemente (12) und die Größe der Anstreiffläche jedes Bauelements (12) derart aufeinander abgestimmt sind, daß ab einer kritischen Relativgeschwindigkeit zwischen radial äußerer Deckbandringoberfläche (9) und Anstreiffläche ein aerodynamisches Aufgleiten

der Anstreifflächen auf der äußeren Oberfläche des Deckbandringes (5) erfolgt.

2. Dichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Deckbandring (5) ein geschlossener selbsttragender Ring aus faserverstärkten Materialien ist.
3. Dichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsfasern des Deckbandringes (5) SiC-, B- oder C-Fasern sind.
4. Dichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundmaterial eine Titanbasislegierung ist.
5. Dichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundmaterial eine Aluminiumbasislegierung ist.
6. Dichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundmaterial eine intermetallische Verbindung ist.
7. Dichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundmaterial Keramik, vorzugsweise aus Siliziumkarbid, Siliziumnitrid, Aluminiumoxid oder Zirkoniumoxid ist.
8. Dichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Lamellenpakete (12) radial nach innen in einem Nachlaufwinkel zur Rotationsrichtung zwischen 0 und 60 Grad zur Radialen angeordnet sind.
9. Dichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere feststehende Mantelringsegmente mit elastischen Lamellenpaketen (12) axial hintereinander auf der Breite eines Deckbandringes (5) angeordnet sind.

FIG. 1





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 11 6641

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                          | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6) |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | FR 2 650 048 A (ALSTHOM GEC) 25.Januar 1991<br>* das ganze Dokument *<br>* Seite 5, Zeile 31 - Zeile 35 *                                                                    | 1,2,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | F01D11/02<br>F01D11/08<br>F01D5/22      |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                              | 3,4,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                              | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                              | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                              | 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |
| D,Y                                                                                                                                                                                                                                                                                       | DE 38 42 710 C (MOTOREN UND TURBINEN UNION GMBH) 3.August 1989<br>* Zusammenfassung *<br>* Spalte 4, Zeile 11 - Zeile 18 *                                                   | 1,2,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                              | 3,4,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                              | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                              | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                              | 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 4 969 326 A (BLESSING WILLIAM D ET AL) 13.November 1990<br>* Spalte 2, Zeile 52 - Zeile 58 *<br>* Spalte 4, Zeile 36 - Zeile 43 *                                         | 3,4,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 014, no. 566 (C-0789), 17.Dezember 1990<br>& JP 02 247340 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD), 3.Oktober 1990,<br>* Zusammenfassung * | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | FR 2 095 458 A (MOTOREN UND TURBINEN UNION G.M.B.H.) 11.Februar 1972<br>* Ansprüche 1,2,12 *                                                                                 | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 4 046 388 A (MEYER CHARLES A) 6.September 1977<br>* Spalte 2, Zeile 59 - Zeile 68; Abbildungen *                                                                          | 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                         |
| Recherchenort<br>DEN HAAG                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                              | Abschlußdatum der Recherche<br>13.Februar 1997                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Prüfer<br>Criado Jimenez, F             |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                              | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument<br>-----<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                         |

EPO FORM 1503 01.82 (P/MC03)



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 11 6641

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                           | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                   | FR 2 551 130 A (GEN ELECTRIC) 1.März 1985<br>* Zusammenfassung; Abbildungen *       | 1,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                     | ---                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                   | US 5 042 823 A (MACKAY CHARLES G ET AL)<br>27.August 1991                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                     | -----                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int.Cl.6) |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                         |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                           |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                         |
| Recherchenort<br>DEN HAAG                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                     | Abschlußdatum der Recherche<br>13.Februar 1997                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     | Prüfer<br>Criado Jimenez, F                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                         |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                     | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                         |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                         |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)