

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 408 200 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

14.04.2004 Patentblatt 2004/16

(51) Int Cl.7: **F01D 11/16**

(21) Anmeldenummer: **03009435.3**

(22) Anmeldetag: **25.04.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK

(72) Erfinder:

- **Lee, Stuart**
12161 Berlin (DE)
- **Schiebold, Harald**
12161 Berlin (DE)

(30) Priorität: **10.10.2002 DE 10247355**

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**
15827 Dahlewitz (DE)

(74) Vertreter: **Schaeberle, Steffen**
Hoefer & Partner,
Patentanwälte,
Gabriel-Max-Strasse 29
81545 München (DE)

(54) Turbinendeckbandsegmentbefestigung

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Turbinendeckbandsegmentbefestigung mit einem Gehäuse 1 und mehreren in dem Gehäuse 1 angeordneten Deckbandsegmenten 2, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Deckbandsegmente 2 mit einem Spiel 3 in Umfangsrichtung zwischen den einzelnen Deckband-

segmenten 2 in dem Gehäuse 1 gelagert sind, dass das Spiel 3 bei einer vorgegebenen Temperaturdifferenz zwischen dem Gehäuse 1 und den Deckbandsegmenten 2 auf Null reduziert ist und dass die Deckbandsegmente 2 mittels einer elastisch verformbaren Lagerung an dem Gehäuse 1 gelagert sind.

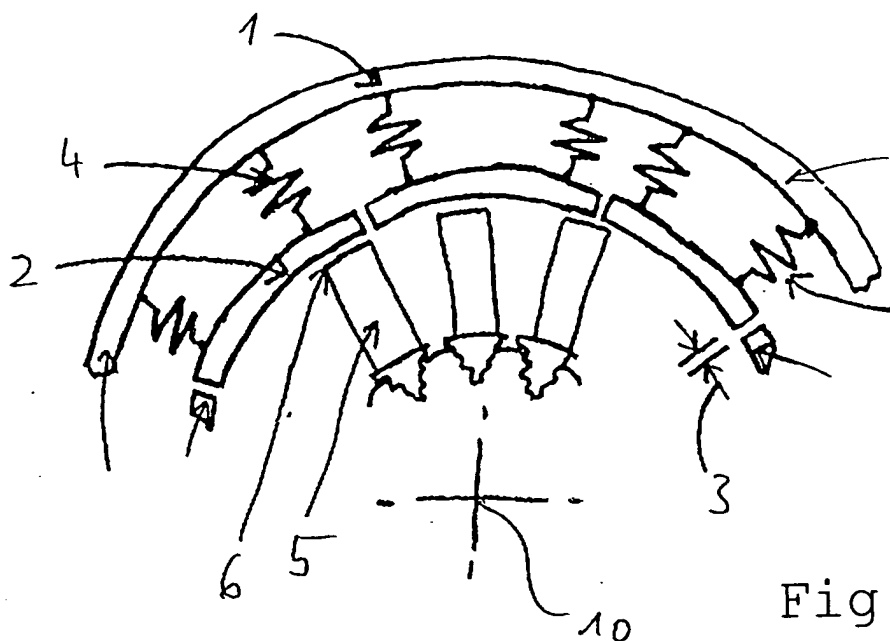


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Turbinendeckbandsegmentbefestigung mit einem Gehäuse und mehreren in dem Gehäuse angeordneten Deckbandsegmenten.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, den Spalt an einer Rotorscheaufelspitze mittels Deckbandsegmenten abzudichten. Dabei ist es auch bekannt, dass sich der Spalt zwischen der Spitze der Rotorscheaufel und dem Deckband in Abhängigkeit von der thermischen Ausdehnung oder Kontraktion sowohl der Rotorscheaufel als auch des Gehäuses ändert. Ein zu großer Spalt führt zu Strömungsverlusten, während ein zu kleiner Spalt mechanische Beschädigungen hervorrufen kann.

[0003] Üblicherweise sind die einzelnen Deckbandsegmente mit einem entsprechenden Spiel locker an dem Gehäuse gelagert, wobei das Spiel in axialer und Umfangsrichtung so bemessen ist, dass dieses bei einer temperaturbedingten Ausdehnung der Deckbandsegmente keine Rolle in Bezug auf Laufspaltkontrolle spielt. Hierdurch wird erreicht, dass die radiale Lagerung im Gehäuse und somit der radiale Spalt zur Rotorscheaufel weitestgehend unabhängig von der Temperatur der Deckbandsegmente ist.

[0004] Um den Spalt zwischen der Spitze der Rotorscheaufel und dem jeweiligen Deckbandsegment zu steuern, wurden unterschiedliche Lösungen vorgeschlagen. So zeigt beispielsweise die US 4,657,479 eine mechanische Lösung mit einem aktiven System, bei welcher die Relativposition des Deckbandsegments zu dem äußeren Gehäuse veränderbar ist. Die Steuerung erfolgt mittels einer Anzahl von Bolzen, welche zwischen den Deckbandsegmenten angeordnet sind. Die Bolzen werden durch einen Steuermechanismus gedreht, wobei sie die Deckbandsegmente voneinander trennen. Hierdurch erhöht sich die gesamte Umfangslänge des aus den einzelnen Deckbandsegmenten gebildeten Deckbandes, so dass sich eine Radialbewegung nach außen relativ zu dem Gehäuse ergibt. Hierdurch wird der Spalt zur Rotorscheaufelspitze vergrößert. Eine Bewegung in die umgekehrte Richtung wird mittels Federelementen vorgenommen.

[0005] Dieser Mechanismus erweist sich hinsichtlich seines Aufbaues, seiner Herstellungskosten sowie seines Betriebs als sehr aufwendig und störungsanfällig. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass ein externes Steuersystem benötigt wird.

[0006] Aus der DE 14 26 857 A1 ist eine Spaltabdichtung bekannt, bei welcher einzelne Deckbandsegmente mittels einer labyrinthartigen Konstruktion an ihren Umfangsseiten ineinander greifen. Hierdurch ist ein relativ großer Bewegungsraum für die Deckbandsegmente geschaffen, so dass sich diese bei thermischer Kontraktion oder Expansion bewegen können, ohne zu verklemmen.

[0007] Die DE 38 18 882 C2 beschreibt ein Gasturbi-

nentriebwerk mit Deckbandsegmenten, welche abgeschrägt ausgebildet sind, um auf diese Weise thermische Kontraktionen oder Expansionen ausgleichen zu können.

[0008] Eine weitere Konstruktion zeigt die EP 0 381 895 A1. Hierbei ist das Deckband mit einem radialen Spalt gelagert, so dass es sich in radialer Richtung bewegen und bei thermischen Einflüssen expandieren oder kontrahieren kann.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Turbinendeckbandsegmentbefestigung zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher Wirkungsweise eine zuverlässige Steuerung des Spalts, auch bei extremen Betriebsbedingungen, ermöglicht.

[0010] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Hauptanspruchs gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0011] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass die einzelnen Deckbandsegmente mit einem Spiel in Umfangsrichtung in dem Gehäuse gelagert sind, dass das Spiel bei einer vorgegebenen Temperaturdifferenz zwischen dem Gehäuse und den Deckbandsegmenten auf Null reduziert ist und dass die Deckbandsegmente mittels einer elastisch verformbaren Lagerung an dem Gehäuse gelagert sind.

[0012] Die erfindungsgemäße Turbinendeckbandsegmentbefestigung zeichnet sich durch eine Reihe erheblicher Vorteile aus.

[0013] Erfindungsgemäß sind die Deckbandsegmente so angeordnet, dass die Radialbewegung der Deckbandsegmente passend zu einer Ausdehnung der Rotorscheaufeln erfolgt, um auf diese Weise das Spiel an den Rotorscheaufelspitzen steuern zu können.

[0014] Besonders vorteilhaft erweist sich die vorliegende Erfindung, wenn sehr große Temperaturdifferenzen zwischen dem Gehäuse (kaltes Gehäuse) und dem Läufer (hohe Temperatur der Rotorscheiben) vorliegen. Während im normalen Betrieb die Deckbandsegmente, bedingt durch das vorhandene Spiel, so gelagert sind, dass sie sich entsprechend thermisch ausdehnen und kontrahieren können, erfolgt bei der beschriebenen grossen Temperaturdifferenz durch Überwindung des erfindungsgemäß definierten Spiels ein Klemmen der einzelnen Deckbandsegmente relativ zu dem Gehäuse. Somit werden die einzelnen Deckbandsegmente zu einem einzigen Ring verklemmt, der sich hinsichtlich seines Ausdehnungsgrades und seines thermischen Expansionsverhaltens wie ein einziges Bauteil verhält. Mittels der erfindungsgemäß vorgesehenen elastisch verformbaren Lagerung können sich die somit verklemmten Deckbandsegmente weiterhin entsprechend thermisch ausdehnen, während zur Überwindung des Spiels die ursprünglich vorhandene große Temperaturdifferenz berücksichtigt wird. Hierbei erfolgt nämlich dann ein schnelleres Schließen des Spieles, um ein Berühren der Spitzen der Rotorscheaufeln zu vermeiden.

[0015] Erfindungsgemäß kann es günstig sein, wenn

das Spiel der Deckbandsegmente in Umfangsrichtung ausgebildet ist. In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist es auch möglich, das Spiel in axialer Richtung im Bereich der Lagerung der Deckbandsegmente vorzusehen. Bei einem Spiel in Umfangsrichtung schließen sich die einzelnen Deckbandsegmente durch thermische Ausdehnung zu einem einzigen, ununterbrochenen Ring, der sich bei der weiteren thermischen Ausdehnung wie ein einziges Bauteil verhält. Ein derartiger ununterbrochener Ring aus den Deckbandsegmentelementen verhält sich hinsichtlich seiner radialen Durchmesseränderung entsprechend in Abhängigkeit von dem thermischen Ausdehnungsverhalten des Gehäuses. Bei einem Spiel in axialer Richtung werden die einzelnen Deckbandsegmente jeweils einzeln gegen das Gehäuse verklemmt. Auch hierbei bilden sie mit dem Gehäuse eine Einheit und können sich bei weiterer Erwärmung passend zu der thermischen Reaktion des Gehäuses ausdehnen oder kontrahieren; die hierbei wirkende Kinematik wird durch geeignete Gestaltung der flexiblen Aufhängung erreicht.

[0016] Aus alledem ergibt sich eine verbesserte, vollautomatische Steuerung des Spiels an den Spitzen der Rotorscheufeln. Auf externe Betätigungseinrichtungen kann gänzlich verzichtet werden.

[0017] Bei der Variante mit axialer Verklemmung erfolgt die erfindungsgemäß vorgesehene "weiche" Lagerung der einzelnen Deckbandsegmente in bevorzugter Weise durch Lagerelemente, welche im Wesentlichen T-förmig ausgebildet sind. Die Lagerelemente weisen somit im Querschnitt seitliche Arme mit definierter Neigung und Steifigkeit auf, mit denen sie sich gegen das Gehäuse abstützen bzw. mittels derer sie an dem Gehäuse gehalten sind. Durch die elastische Verformbarkeit dieser Arme, verbunden mit einer entsprechenden Lagerung am Gehäuse, ist die Bewegbarkeit der Deckbandsegmente relativ zu dem Gehäuse möglich und bei Verklemmung wird die beabsichtigte radiale Bewegung bewirkt.

[0018] Erfindungsgemäß sind die Deckbandsegmente somit im kalten Zustand, bedingt durch das vorliegende Spiel, relativ frei bewegbar, während sie oberhalb einer definierten Temperaturdifferenz, bedingt durch ihre thermische Ausdehnung, mit dem Gehäuse verklemmt sind.

[0019] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Zuordnung einer Rotorscheufel zu einem Deckbandsegment im Gehäuse einer Turbinenstufe,

Fig. 2 eine vergrößerte Detailansicht eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung mit einer elastisch verformbaren Lagerung,

Fig. 3 eine Ansicht, analog Fig. 2, in einem zweiten

Temperatur-Zustand,

Fig. 4 eine axiale Teil-Ansicht einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung im stationären Betriebszustand,

Fig. 5 eine Ansicht analog Fig. 4 in einem Übergangs-Betriebszustand, und

Fig. 6 eine Ausgestaltungsform für eine Ausführung mit axialem Spiel.

[0020] Die Fig. 1 zeigt einen Teilbereich einer Turbinenstufe mit einer Rotorscheufel 5, die an einer Scheibe befestigt ist. Die Spitze 6 der Rotorscheufel wird über einen Spalt längs mehrerer Deckbandsegmente 2 geführt, die, wie sich beispielsweise aus Fig. 4 ergibt, einen Ring bilden. Die Deckbandsegmente 2 sind in noch zu beschreibender Weise an einem Gehäuse 1 gelagert.

[0021] Die Fig. 2 zeigt die Ausgestaltungsform von Lagerelementen 4 zur Lagerung der Deckbandsegmente 2 an dem Gehäuse 1. Bei einem Ausführungsbeispiel sind die Lagerarme 7 im Wesentlichen elastisch verformbar ausgebildet. Diese sind über Ansätze 8 in Nuten 9 des Gehäuses 1 gehalten. Diese Anordnung gestattet eine Bewegung der Deckbandsegmente 2 radial nach außen.

[0022] Die Fig. 6 zeigt eine abgewandelte Ausgestaltungsform, bei welcher das Spiel in axialer Richtung als axialer Spalt 12 zwischen dem Deckbandsegment 2 und dem Gehäuse 1 ausgebildet ist. Auch hierbei führt eine Erwärmung der Deckbandsegmente 2 nach entsprechender thermischer Ausdehnung zu einem Klemmen in dem Gehäuse 1.

[0023] Durch die gestrichelte Linienführung ist die Bewegbarkeit der Deckbandsegmente 2 bei weiterer thermischer Belastung radial nach außen gezeigt. Durch die "weiche" Lagerung mittels der Lagerelemente 4 können sich die Deckbandsegmente entsprechend radial nach außen bewegen, um auf eine Erwärmung der Rotorscheufeln 5 zur Aufrechterhaltung des entsprechenden Spitzenspiels zu reagieren.

[0024] Die Fig. 4 und 5 zeigen zwei Ansichten in einer Schnittansicht senkrecht zur Mittelachse 10 der Gasturbine. Dabei sind insbesondere die einzelnen Deckbandsegmente 2 deutlich zu erkennen, sowie deren elastische Lagerelemente 4. Die Fig. 4 zeigt einen stationären Betriebszustand, bei welchem ein Spiel 3 in Umfangsrichtung zwischen den einzelnen Deckbandsegmenten vorhanden ist. Das Gehäuse 1 weist eine vorgegebene Steifigkeit auf, Gleiches gilt für die Lagerelemente 4. Auch die Deckbandsegmente 2 sind mit einer vorgegebenen Festigkeit oder Steifigkeit versehen. Sowohl das Gehäuse 1 als auch die Deckbandsegmente 2 weisen jeweils ein vorgegebenes thermisches Expansions- oder Kontraktionsverhalten auf, durch welches sich der Spalt 3 (Spiel) ergibt.

[0025] Die Fig. 5 zeigt einen Übergangs-Betriebszustand, bei welchem ein radialer Spalt 11 zwischen den Spitzen 6 der Rotorscheufeln 5 größer ist, als beispielsweise bei dem in Fig. 4 gezeigten stationären Betriebszustand. Durch die thermische Ausdehnung der Deckbandsegmente 2 ist deren Abstand in Umfangsrichtung geschlossen, so dass sich kein Spiel mehr ergibt. Die Deckbandsegmente 2 bilden somit einen festen, in sich geschlossenen Ring. Eine weitere thermische Expansion führt zu einer radialen Verschiebung dieses Rings, welche durch die Elastizität der Lagerelemente 4 möglich ist.

[0026] Die Fig. 2 und 3 zeigen ein Ausführungsbeispiel zur Ausführung des erfindungsgemäßen Spiels 3. Die Fig. 2 entspricht dem Zustand der Fig. 4. Dabei ergibt sich ein Abstand a zwischen den Deckbandsegmenten 2 und dem Gehäuse 1. Es liegt ein Temperaturzustand vor, bei welchem folgende Gleichung gilt:

$$T_{\text{Deckbandsegment}} - T_{\text{Gehäuse}} \leq \Delta T_{\text{kritisch}}$$

[0027] In Fig. 3 ist ein Betriebszustand entsprechend Fig. 5 gezeigt. Bei diesem liegen die Deckbandsegmente jeweils gegeneinander an. Es ergibt sich ein Spalt b zwischen den Deckbandsegmenten 2 und dem Gehäuse 1, welcher kleiner ist, als der in Fig. 2 gezeigte Spalt a. In Fig. 3 liegt ein thermischer Zustand vor, der sich wie folgt ausdrücken lässt:

$$T_{\text{Deckbandsegment}} - T_{\text{Gehäuse}} > \Delta T_{\text{kritisch}}$$

[0028] Erfindungsgemäß ist es somit möglich, den Spalt zwischen den Spitzen 6 der Rotorscheufeln 5 und den Deckbandsegmenten 2 automatisch in gewünschter Weise zu beeinflussen, ohne dass zusätzliche externe Maßnahmen nötig sind. Der Erfindung liegt somit das Wirkprinzip zugrunde, dass sich die Deckbandsegmente thermisch mehr oder weniger zur gleichen Zeit und mit der gleichen Expansionsrate wie die Rotorscheufeln ausdehnen bzw. kontrahieren. Durch die thermische Expansion werden die Deckbandsegmente in radialer Richtung zeitweilig angehoben, so dass ein Kontakt mit den Spitzen 6 der Rotorscheufeln 5 vermieden wird (siehe beispielsweise Fig. 5). Dieses temporäre Anheben der Deckbandsegmente 2 erfolgt durch entsprechende Dimensionierung des Spalts oder. Spiels 3, so dass sich dieses bei einer vorgegebenen thermischen Situation schließt.

[0029] Die Breite des Spiels 3 ändert sich somit mit der Temperaturdifferenz zwischen dem Deckbandsegment 2 und dem Gehäuse 1 bzw. dem Lagerring oder Lagerbereich, an welchem die Deckbandsegmente 2 gelagert sind. Während des kritischen Übergangs-Betriebszustandes verklemmen sich somit die Deckbandsegmente in Umfangsrichtung und bilden einen geschlossenen Ring, der sich dann bei weiterer thermi-

scher Expansion in seinem Durchmesser ändert.

[0030] Es versteht sich, dass erfindungsgemäß auch weitere Freiräume oder ein weiteres Spiel 12, beispielsweise in Axialrichtung, vorhanden sein kann, um in weiteren Betriebszuständen das thermische Expansionsverhalten der Deckbandsegmente zu beeinflussen. Weiterhin können die einzelnen Spalten oder Spiele unterschiedlich dimensioniert sein, um ein unterschiedliches Verhalten der einzelnen Bauteile zu realisieren. Die Spalten können somit auch eine unterschiedliche Orientierung haben, wobei mindestens eine Komponente in Umfangsrichtung oder Axialrichtung vorliegt, um das Verklemmen der Deckbandsegmente zu gewährleisten. Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass mindestens eine der Komponenten vorliegen muss. Dies bedeutet, dass das Spiel entweder in Umfangsrichtung oder in Axialrichtung vorhanden sein muss. Daraus ergibt sich, dass die Breite eines radialen Spalts 11 zwischen den Deckbandsegmenten 2 und den Spitzen 6 von Rotorscheufeln 5 durch das Spiel 3 und/oder die Elastizität von Lagerelementen 4, welche die Deckbandsegmente 2 an dem Gehäuse 1 lagern, eingestellt ist.

[0031] Die Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr ergeben sich im Rahmen der Erfindung vielfältige Abwandlungs- und Modifikationsmöglichkeiten.

Bezugszeichenliste

[0032]

- 1 Gehäuse
- 2 Deckbandsegment
- 3 Spiel in Umfangsrichtung
- 4 Lagerelement
- 5 Rotorscheufel
- 6 Spitze
- 7 Arm
- 8 Ansatz
- 9 Nut
- 10 Mittelachse
- 11 radialer Spalt
- 12 Spiel in axialer Richtung

Patentansprüche

1. Turbinendeckbandsegmentbefestigung mit einem Gehäuse (1) und mehreren in dem Gehäuse (1) angeordneten Deckbandsegmenten (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Deckbandsegmente (2) mit einem Spiel (3) in Umfangsrichtung zwischen den einzelnen Deckbandsegmenten (2) in dem Gehäuse (1) gelagert sind, dass das Spiel (3) bei einer vorgegebenen Temperaturdifferenz zwischen dem Gehäuse (1) und den Deckbandsegmenten (2) auf Null reduziert ist und dass die Deck-

bandsegmente (2) mittels einer elastisch verformbaren Lagerung an dem Gehäuse (1) gelagert sind.

2. Turbinendeckbandsegmentbefestigung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Spiel (12) in axialer Richtung im Bereich der Lagerung der Deckbandsegmentelemente (2) ausgebildet ist. 5
3. Turbinendeckbandsegmentbefestigung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerung im Querschnitt im Wesentlichen T-förmige Lagerelemente (4) mit spezifisch geneigten und geformten Seitenarmen umfasst. 10 15
4. Turbinendeckbandsegmentbefestigung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerelemente (4) einstückig mit den Deckbandsegmenten (2) ausgebildet sind. 20
5. Turbinendeckbandsegmentbefestigung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite eines radialen Spalts (11) zwischen den Deckbandsegmenten (2) und Spitzen (6) von Rotorscheaufeln (5) durch das Spiel (3) und/oder die Elastizität von Lagerelementen (4), welche die Deckbandsegmente (2) an dem Gehäuse (1) lagern, eingestellt ist. 25 30

35

40

45

50

55

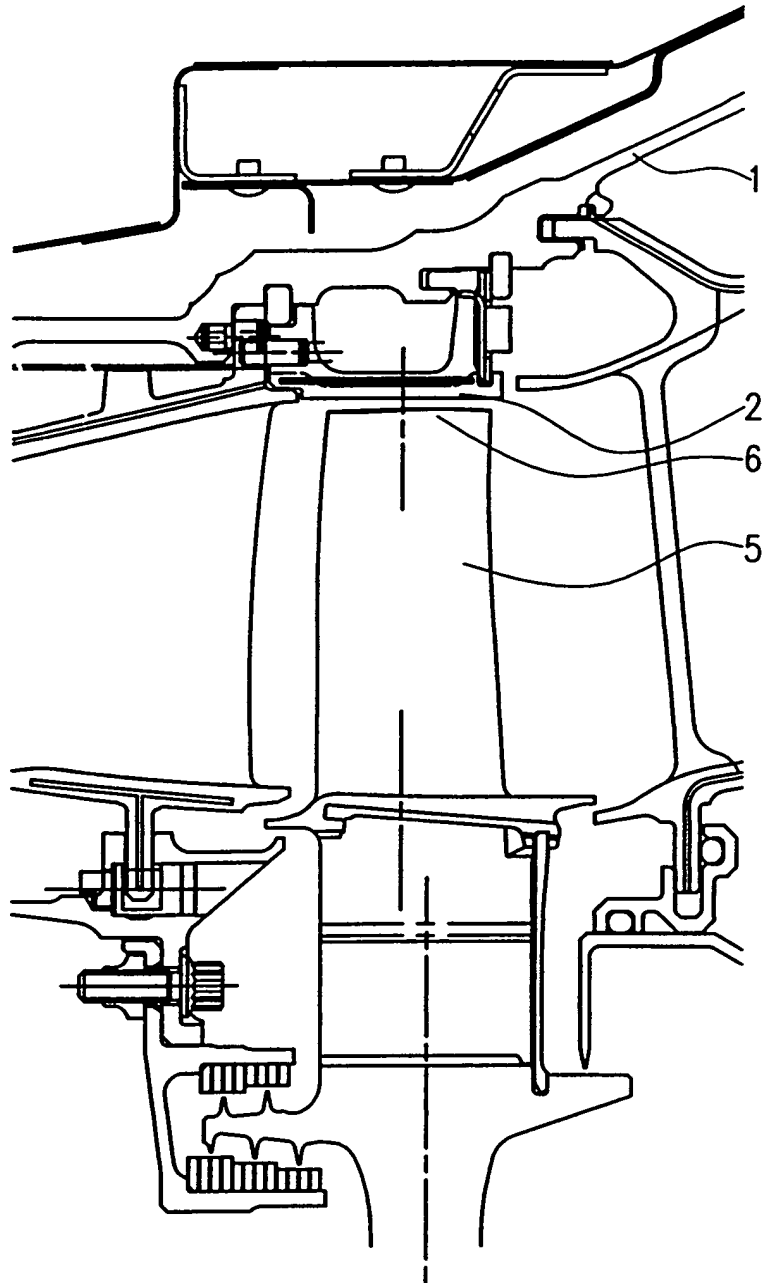


Fig.1

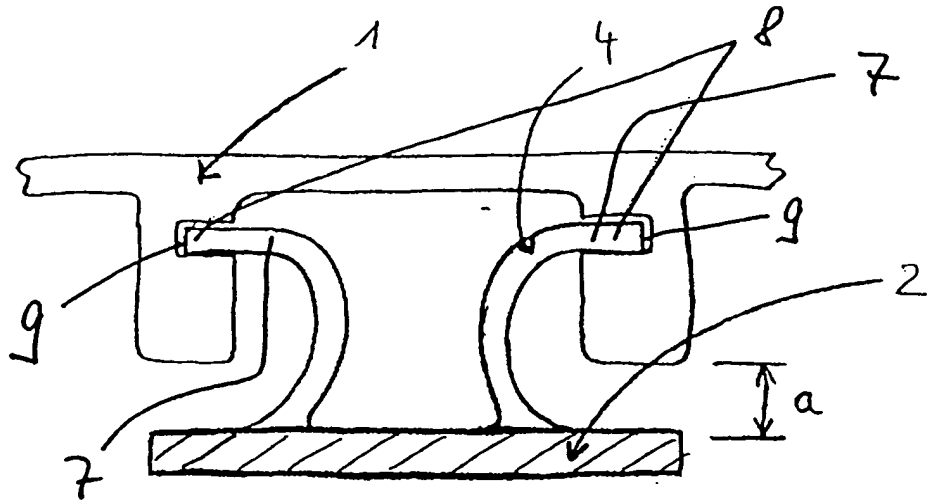


Fig. 2

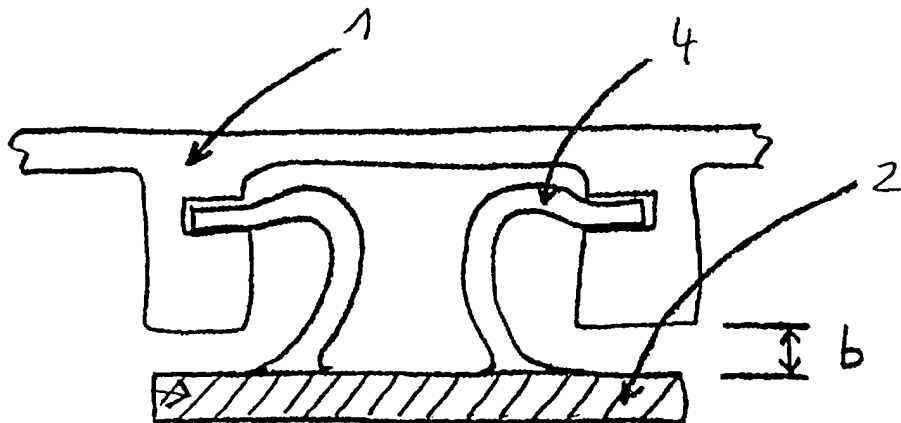


Fig. 3

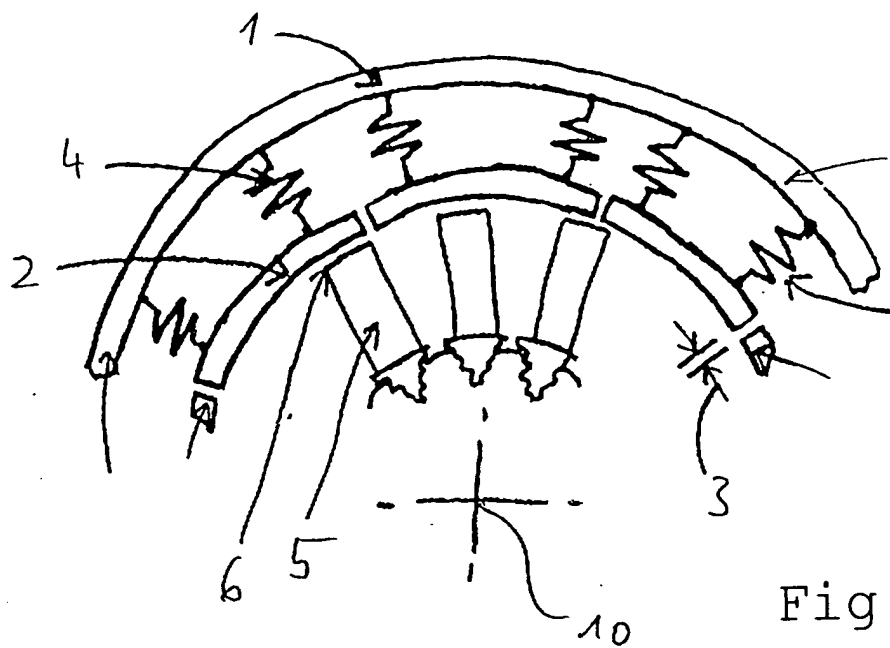


Fig. 4

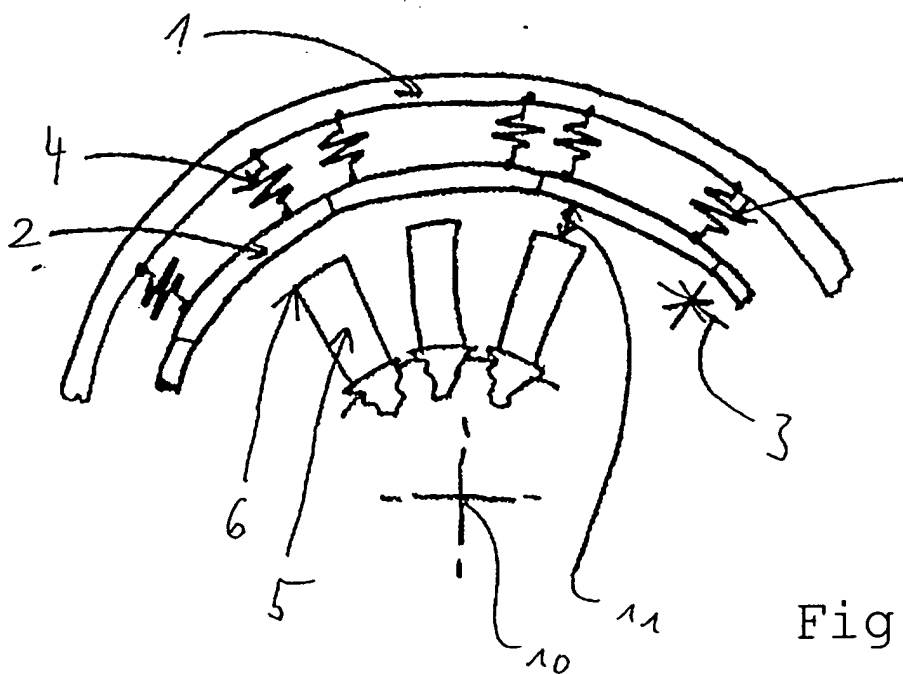


Fig. 5

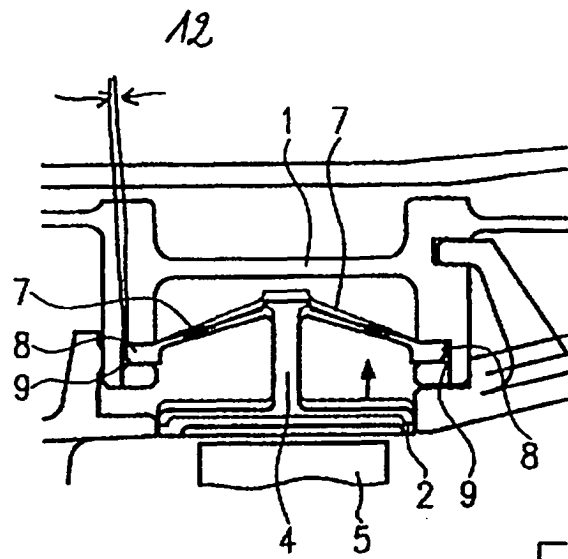


Fig. 6