



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 512 842 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.03.2005 Patentblatt 2005/10

(51) Int Cl.7: **F01D 11/18**

(21) Anmeldenummer: **04018924.3**

(22) Anmeldetag: **10.08.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

- **Mistareck, Olaf**
15834 Rangsdorf (DE)
- **Wunderlich, Thomas**
12103 Berlin (DE)

(30) Priorität: **04.09.2003 DE 10340825**

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

(74) Vertreter: **Weber, Joachim, Dr.**
Hoefer & Partner
Patentanwälte
Gabriel-Max-Strasse 29
81545 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Schiebold, Harald**
12161 Berlin (DE)

(54) **Gasturbine mit Laufspaltkontrolle**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbine mit mehreren Deckbandsegmenten 1, welche als Dichtung Laufschaufeln 3 eines Turbinenrades 5 umschließen, wobei zumindest eine vordere und eine hintere Befestigung der Deckbandsegmente 1 an dem radial ä-

ßeren Bereich von Leitschaufelsegmenten 7, 12 erfolgt, welche an ihrem radial inneren Bereich jeweils an einem Steuerring 9, 10 gelagert sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitschaufelsegmente 7, 12 radial einstellbar an dem Steuerring 9, 10 gelagert sind.

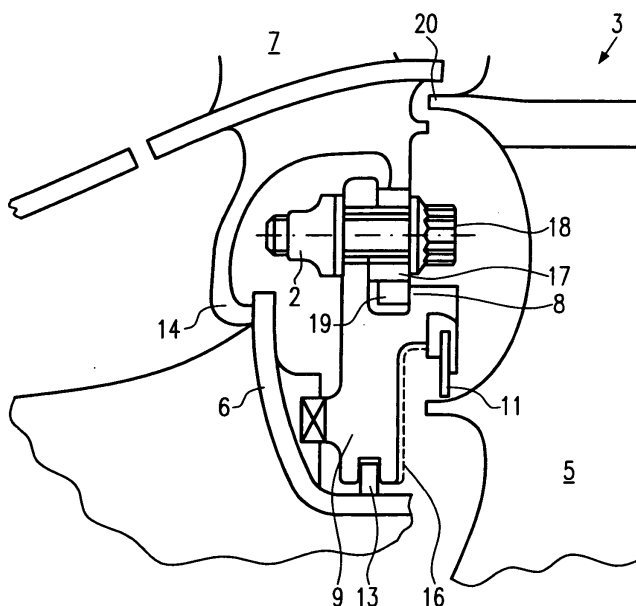


Fig.1

EP 1 512 842 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbine mit mehreren Deckbandsegmenten, welche als Dichtung Laufschaufeln eines Turbinenrades umschließen, wobei zumindest eine vordere oder eine hintere Befestigung der Deckbandsegmente an dem radial äußeren Bereich von Leitschaufelsegmenten erfolgt, welche an ihrem Inneren Bereich jeweils an einem Steuerring gelagert sind.

[0002] Eine Konstruktion dieser Art zeigt GB 2 061 396 A

[0003] Die Verwendung eines Steuerrings dient dem Zweck, die thermische Ausdehnung des Steuerrings zu nutzen, um die Leitschaufelsegmente entsprechend den thermischen Bedingungen in ihrem Außenumfang anzupassen. Hierdurch erfolgt eine Verkleinerung oder Vergrößerung des Gesamtdurchmessers des durch die Deckbandsegmente gebildeten Rings. Hierdurch ergibt sich eine Anpassung des Spaltes zwischen den Spitzen der Laufschaufeln und dem Innenbereich der Deckbandsegmente. Andernfalls würde eine thermische Kontraktion oder Ausdehnung der Laufschaufeln zu einer Vergrößerung des Spaltes oder zu einem Kontakt mit den Deckbandsegmenten führen.

[0004] Dem Stand der Technik liegt also die Grundidee zugrunde, eine optimale passive Laufspaltkontrolle zu erzielen. Dies wird, wie beschrieben, dadurch erzielt, dass die Befestigungsmittel der Deckbandsegmente ein thermisches Betriebsverhalten aufweisen, welches mit der radialen Bewegung der Schaufelspitzen der Laufschaufeln synchronisiert ist. Instationäre Betriebszustände können sich im Idealfall nicht nachteilig auf den Laufspalt im stationären Betrieb auswirken.

[0005] Bei den bekannten Konstruktionen hat es sich als nachteilig erwiesen, dass eine optimale Laufspaltkontrolle nicht unter allen Einbaubedingungen möglich ist, da die Einbaumaße des Steuerrings, der Leitschaufelsegmente sowie der Deckbandsegmente jeweils vorgegeben sind.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gasturbine mit einer optimierten passiven Laufspaltkontrolle zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und kostengünstiger Herstellung und Montage ein optimiertes Betriebsverhalten aufweist.

[0007] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Hauptanspruches gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0008] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass die Leitschaufelsegmente radial einstellbar an dem Steuerring gelagert sind.

[0009] Die erfindungsgemäße Konstruktion weist eine Reihe erheblicher Vorteile auf.

[0010] Durch die Verstellbarkeit der Laufschaufeln relativ zu dem Steuerring ist es möglich, Bauteiltoleranzen, beispielsweise der Leitschaufelsegmente und auch der Deckbandsegmente, auszugleichen. Gleiches

gilt für Toleranzabweichungen des Steuerrings oder Exzentrizitäten desselben.

[0011] Ein weiterer, wesentlicher Vorteil besteht darin, dass die Ringspaltabdichtung (Laufspalt) gegenüber der Basisauslegung in ihren Dimensionen optimiert werden kann, da eine exakte Anpassung an das thermische Betriebsverhalten möglich ist. Damit können achsensymmetrische und exzentrische Positionsabweichungen ohne Bauteiländerung kompensiert werden.

[0012] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Leitschaufelsegmente auch in Umfangsrichtung verstellbar an dem Steuerring gelagert sind. Somit ist es auch möglich, in Umfangsrichtung entsprechende Einstellungen vorzunehmen, bevor eine endgültige Montage der Leitschaufelsegmente und der Deckbandsegmente erfolgt.

[0013] Durch die erfindungsgemäß vorgesehene verstellbare Lagerung wird die Möglichkeit geschaffen, während der Montage eine exakte Einstellung vorzunehmen und entsprechend die Zuordnung der Bauelemente zu optimieren.

[0014] In günstiger Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Leitschaufelsegmente mittels einer Verschraubung unter Reibschluss an dem Steuerring fixiert sind. So ist es beispielsweise möglich eine Hülse mit einem Einstellspiel oder ein Segment mit einem Einstellspiel vorzusehen. In einer alternativen Ausbildung der Erfindung kann die Einstellung auch durch eine Excentervorrichtung, beispielsweise eine Passhülse mit Excenter, erfolgen.

[0015] Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn an dem Steuerring zumindest eine Sekundärluftdichtung ausgebildet ist und der Steuerring so ausgestaltet ist, dass sein thermisches Betriebsverhalten die Breite des Ringspaltes der Sekundärluftdichtung kontrolliert. Der innerhalb des Schaufelringraumes angeordnete Steuerring wird dabei so ausgebildet, dass sein thermisches Betriebsverhalten zusätzlich zur Steuerung des Laufspaltes auch zur Kontrolle von mindestens einer Ringspaltabdichtung des Rotorkühlluftsystems (Sekundärluftsystem) dient. Dabei kann mindestens eine an den Steuerring angebundene Sekundärluftdichtung als Bürstendichtung oder mehrstufiges Labyrinth ausgeführt sein. Somit wird auch der Ringspalt dieser Dichtung durch das thermische Betriebsverhalten entsprechend optimiert.

[0016] Weiterhin ist es besonders günstig, wenn die für die thermische Ausdehnung der Steuerringanordnung maßgeblichen Elemente hinsichtlich ihrer Werkstoffauswahl so ausgewählt sind, dass deren thermischer Ausdehnungskoeffizient mindestens 15% kleiner ist, als der thermische Ausdehnungskoeffizient der jeweils benachbarten Rotorscheibe.

[0017] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine vergrößerte Teilansicht des vorderen

Steuerrings unter Verwendung der Erfindung,

Fig. 2 eine vergrößerte Teilansicht des hinteren Steuerrings unter Verwendung der Erfindung, und

Fig. 3 eine Teil-Gesamtansicht der erfindungsgemäßen passiven Laufspaltkontrolle.

[0018] Die Fig. 3 zeigt das Deckbandsegment 1 welches dem Leitschaukelsegment der HDT 7 und dem Leitschaukelsegment der NDT 12 zugeordnet ist. Auf die Ausgestaltung des Gehäuses sowie der hierin befindlichen Kühlluftkanäle wird an dieser Stelle verzichtet.

[0019] Vor, bzw. hinter den Laufschaufeln 3, die in bekannter Weise ein Turbinenrad 5 bilden, sind die Leitschaukelsegmente 7 bzw. 12 montiert. Die Befestigung der Leitschaukelsegmente erfolgt jeweils an einem Steuerring, nämlich einem vorderen Steuerring 9 und einem hinteren Steuerring 10.

[0020] Das Bezugszeichen 11 betrifft eine Sekundärluftdichtung, die in Form einer Bürstendichtung ausgebildet sein kann.

[0021] Bezugszeichen 15 stellt ein Gehäuse der HDT dar.

[0022] Der generelle Aufbau der in Fig. 3 gezeigten Anordnung entspricht in weiten Zügen dem Stand der Technik, die erfindungsgemäßen Varianten zeigen insbesondere die vergrößerte Fig. 1 und 2.

[0023] Aus Fig. 1 ist zusätzlich zu den bereits mit Bezugszeichen belegten und beschriebenen Bauelementen, die Befestigung der Leitschaukelsegmente 7 an den Steuerring 9 gezeigt.

[0024] Der Steuerring 9 ist mit einer Isolation 16 versehen, die dessen thermisches Verhalten dem thermischen Verhalten der Scheibe 5 annähert.

[0025] Die Befestigung erfolgt mittels einer Hülse 17 und einer Schraube 18, wobei zusätzlich ein Lastkompensationselement 19 vorgesehen ist. Die Hülse weist ein Einstellspiel auf, die Fixierung erfolgt über die Verschraubung mittels der Schraube 18 mit Reibschluss. Somit ist es möglich, das Leitschaukelsegment 7 sowohl in radialer als auch in Umfangsrichtung in gewissem Maße einzustellen. Durch die innere Dichtung vorderer Steuerring 13 und die äußere Dichtung vorderer Steuerring 8 lässt sich der Druck über den Steuerring einstellen. Mittels des Lastkompensationselements 19 wird die innere Laufschaufelaufhängung 14 entlastet und kann dadurch kleiner dimensioniert werden. Dies wirkt sich günstig auf Gewicht und Kosten des gesamten Aufbaus aus.

[0026] Jede Laufschaufel wird somit mittels einer Schraube 18 an den Steuerring 9 geschraubt. Die Hülse 17 befindet sich im unteren Steg der Laufschaufel (Leitschaukelsegment 7). Die Hülse kann, von der Hülsenmitte aus gesehen, Kräfte nur in radialer Richtung auf die Laufschaufel übertragen. Die Laufschaufel kann damit, wie beschrieben, in axialer Richtung und zum Um-

fang über die Hülsenmitte kippen. Der Bohrungsdurchmesser der Hülse weist ein Spiel zum Schraubendurchmesser auf, dass dann die Einstellbarkeit der Leitschaufeln zum Steuerring ermöglicht.

[0027] Erfindungsgemäß erfolgt somit eine Verbesserung des Schaufellaufspalts durch Kompensation von Toleranz und Asymmetrieeffekten.

[0028] Weiterhin wird erfindungsgemäß eine Absenkung von verbrauchsschädlichen Sekundärluftleckagen bei minimalem Zusatzaufwand gewährleistet.

[0029] Erfindungsgemäß ist es günstig, wenn mindestens eine Bürstendichtung als integraler Bestandteil des Steuerrings ausgebildet ist. Die Auswahl der jeweiligen Materialien (Legierungen) ist dabei so getroffen, dass eine Anpassung an das thermische Verhalten und die fügetechnischen Belange des Steuerrings erfolgt und die Anbindung der Bürstendichtung an den Steuerring ohne lösbare Verbindungselemente möglich ist.

[0030] Durch die thermisch und fügetechnisch kompatible Legierung der Bürstendichtung und die Befestigungsbedingte gute Wärmeübertragung zwischen dem Steuerring und der Bürstendichtung ist erfindungsgemäß gewährleistet, dass beide Teile immer annähernd die gleichen Temperaturen haben. Die thermisch bedingten Spannungen zwischen Steuerring und Bürstendichtung sind stets nahezu gleich, wodurch eine kostengünstige und platzsparende axiale Sicherung mittels Stoffschluss möglich ist.

[0031] Der Steuerring und seine formschlüssige axiale Anbindung an die Leitschaukelsegmente sind erfindungsgemäß so ausgebildet, dass eine äußere Dichtung am Steuerring gebildet wird. In Verbindung mit der inneren Dichtung am Steuerring ist gewährleistet, dass ein Druckgradient über den Steuerring zur Lastkompensation an der Stelle der inneren Laufschaufelaufhängung führt.

Bezugszeichenliste

[0032]

- | | |
|----|-------------------------------------|
| 1 | Deckbandsegment |
| 2 | Mutter |
| 3 | Laufschaufel |
| 4 | Mutter |
| 5 | Turbinenrad |
| 6 | Innere Lastaufnahme für 7 |
| 7 | Leitschaukelsegment der HDT |
| 8 | Äußere Dichtung vorderer Steuerring |
| 9 | Vorderer Steuerring |
| 10 | Hinterer Steuerring |
| 11 | Sekundärluftdichtung |
| 12 | Leitschaukelsegment der NDT |
| 13 | Innere Dichtung vorderer Steuerring |
| 14 | Innere Laufschaufelaufhängung |
| 15 | Gehäuse |
| 16 | Isolation |
| 17 | Hülse |

- 18 Schraube
- 19 Lastkompensationselement
- 20 Dichtung
- 21 Schraube
- 22 Segment

koeffizient mindestens 15% kleiner ist als der der benachbarten Rotorscheibe (5).

9. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich an den Leitschaufelsegmenten (7) eine Lastkompensationseinrichtung befindet.

Patentansprüche

1. Gasturbine mit mehreren Deckbandsegmenten (1), welche als Dichtung Laufschaufeln (3) eines Turbinenrades (5) umschließen, wobei zumindest eine vordere und eine hintere Befestigung der Deckbandsegmente (1) an dem radial äußeren Bereich von Leitschaufelsegmenten (7,12) erfolgt, welche an ihrem radial inneren Bereich jeweils an einem Steuerring (9,10) gelagert sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufelsegmente (7,12) radial einstellbar an dem Steuerring (9,10) gelagert sind.
2. Gasturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufelsegmente (7,12) in Umfangsrichtung einstellbar an dem Steuerring gelagert sind.
3. Gasturbine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufelsegmente (7,12) mittels einer Verschraubung unter Kraftschluss an dem Steuerring (9,10) fixiert sind.
4. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufelsegmente (7,12) mittels eines Einstellspiels relativ zu dem Steuerring (9,10) verstellbar sind.
5. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufelsegmente (7,12) mittels einer Excentervorrichtung relativ zu dem Steuerring (9,10) verstellbar sind.
6. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufelsegmente (7,12) mittels einstellbarer Segmente relativ zu dem Steuerring (9,10) verstellbar sind.
7. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Steuerring (9,10) zumindest eine Sekundärluftdichtung (11) ausgebildet ist, und dass der Steuerring (9,10) so ausgestaltet ist, dass sein thermisches Betriebsverhalten die Breite des Ringspalts der Sekundärluftdichtung (11) steuert.
8. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Materialien der Elemente zumindest eines Steuerringes so ausgewählt sind, dass deren thermischer Ausdehnungs-

10. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich um eine mehrstufige Turbine handelt, wobei der vordere Bereich der ersten Deckbandsegmente in den Leitschaufelsegmenten gelagert ist, die sich vor dem ersten Turbinenrad befinden und der hintere Bereich der letzten Deckbandsegmente in den Leitschaufelsegmenten gelagert ist, die sich hinter dem letzten Turbinenrad befinden.

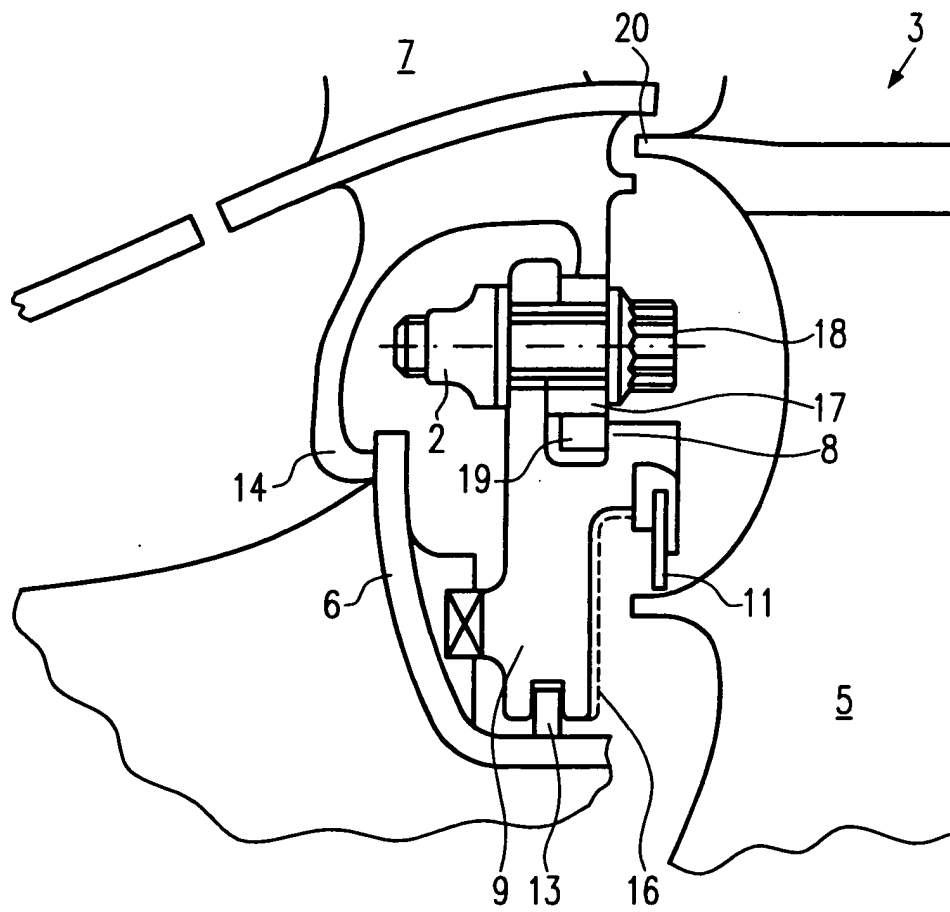


Fig.1

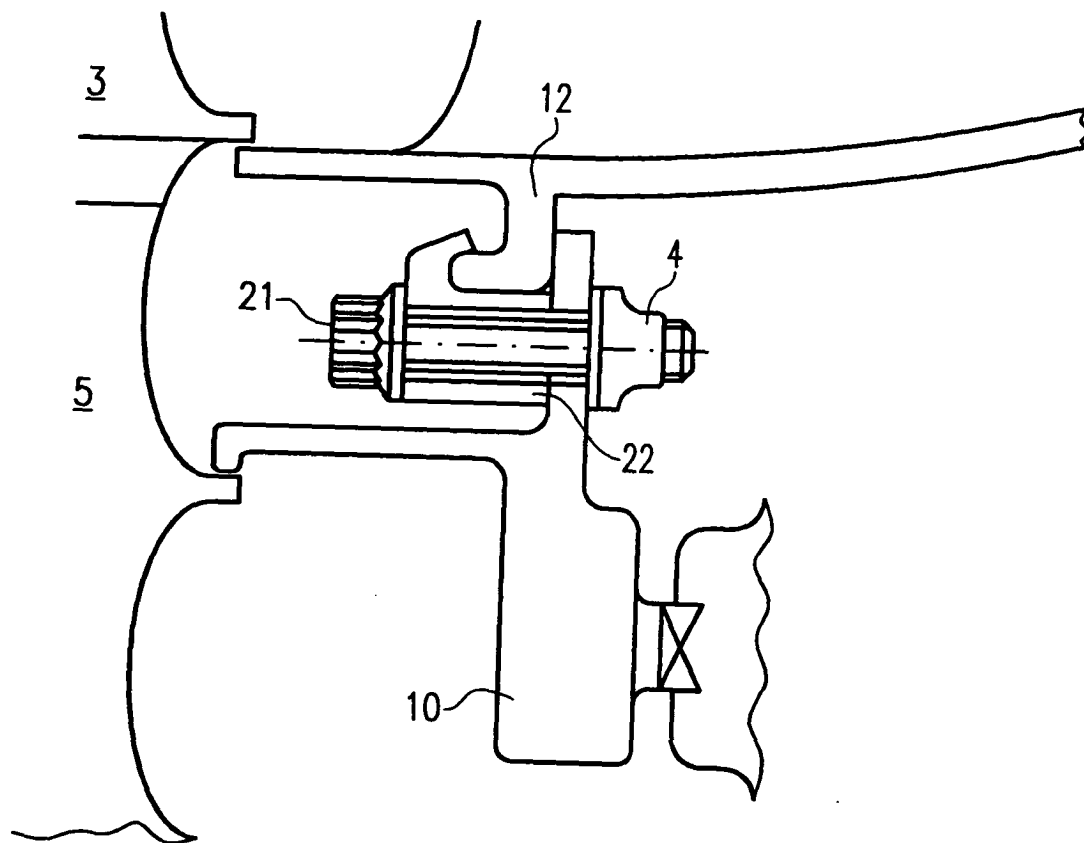


Fig.2

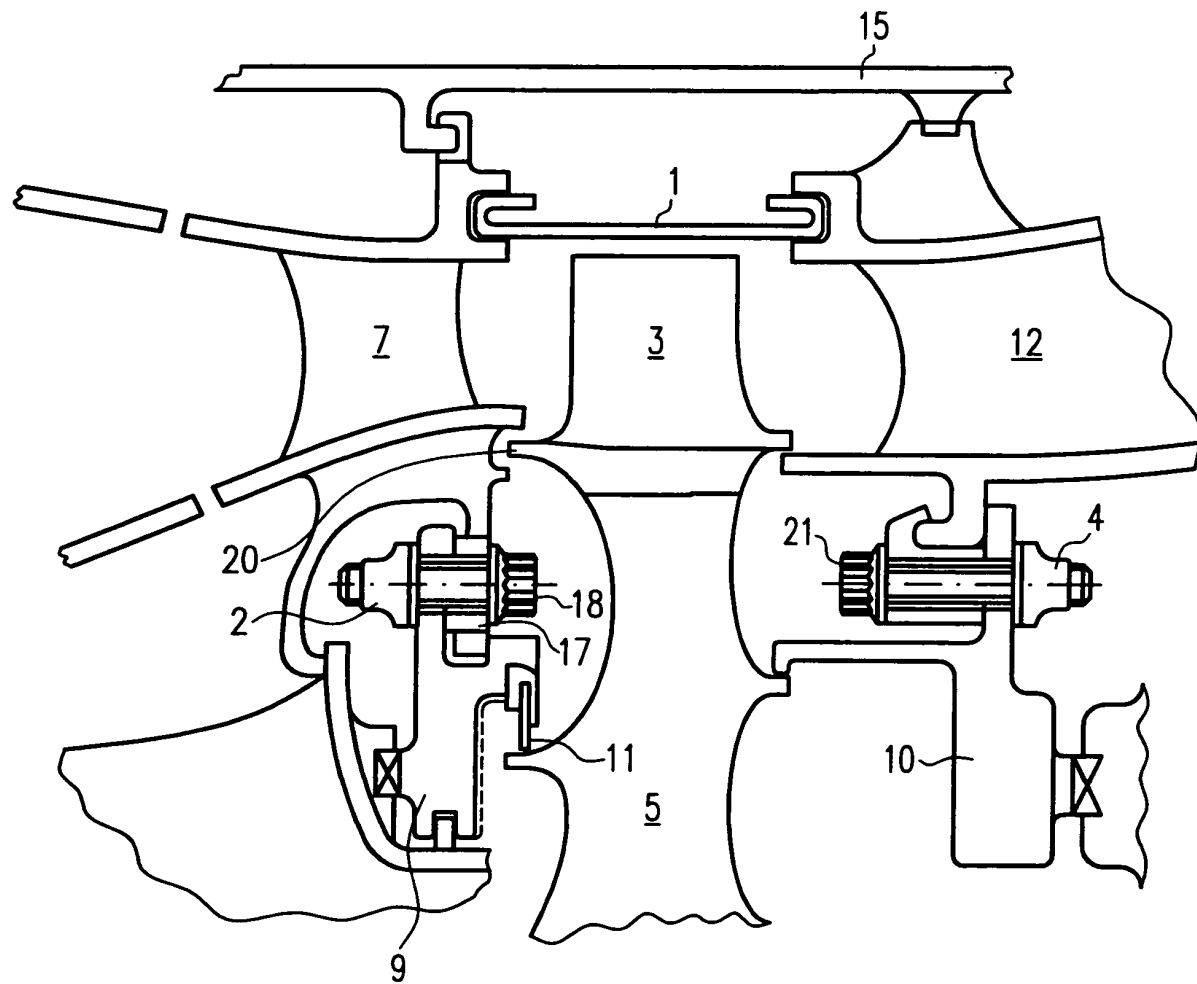


Fig.3