



(11)

EP 1 564 373 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.03.2007 Patentblatt 2007/10

(51) Int Cl.:
F01D 5/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05002838.0**

(22) Anmeldetag: **10.02.2005**

(54) Wirbelgleichrichter in Röhrenbauweise

Tubular vortex reducer

Tube réducteur de tourbillon

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

• **Pichel, Sacha**
12203 Berlin (DE)

(30) Priorität: **11.02.2004 DE 102004006775**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.08.2005 Patentblatt 2005/33

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 3 398 881 **US-A- 4 844 694**
US-A- 5 267 832 **US-A1- 2003 101 730**

(73) Patentinhaber: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**
15827 Dahlewitz (DE)

(72) Erfinder:
• **Drevs, Steffen**
12555 Berlin (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Wirbelgleichrichter in Röhrenbauweise gemäß den Merkmalen des Oberbegriff des Hauptanspruchs.

[0002] Im Einzelnen bezieht sich die Erfindung auf einen Wirbelgleichrichter zur Kühlluftführung in einem Verdichter einer Gasturbine mit sich radial erstreckenden, in einer Zwischenscheibenkammer angeordneten Sekundärlufröhren, welche an ihrem radial äußeren Endbereich an einer Verdichterscheibe befestigt sind.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind Ausgestaltungen bekannt, bei welchen die Sekundärlufröhren mit entsprechenden Halterungen der Scheiben verpresst, vernietet, verschraubt, verschraubt oder verschmiedet sind. Hierbei erweist es sich als nachteilig, dass ein ausreichend großer Arbeitsraum erforderlich ist, um die Montage der Sekundärlufröhren mittels geeigneter Werkzeuge durchzuführen. Dies wiederum erfordert einen relativ großen Querschnitt der Sekundärluftkammer, durch welche die Sekundärluft in die Sekundärlufröhren einströmt. Hierdurch wiederum ergeben sich hohe Fertigungskosten. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass die Verdichterscheibe bei der Montage der Sekundärlufröhren beschädigt wird. Hierdurch ergibt sich ein ganz erhebliches Kostenrisiko. Auch die Spezialwerkzeuge führen zu einer nicht unbedeutlichen Kostensteigerung.

[0004] Aus der EP 0 541 250 A1 ist eine Anordnung vorbekannt, bei welcher die Sekundärlufröhren nur an ihrem radial innenliegenden Endbereich gelagert sind. Diese Konstruktion ist aufwendig in der Herstellung und erfordert eine Vielzahl zusätzlicher Bauelemente, die das Gesamtgewicht erhöhen. Weiterhin können sich Schwingungsprobleme durch die freistehenden radial äußeren Endbereiche der Sekundärlufröhren ergeben.

[0005] Die US 3 398 881 A beschreibt einen Wirbelgleichrichter mit Sekundärlufröhren. Der radial innenliegende Bereich ist mit einem Flansch versehen, welcher sich gegen einen Flansch der Verdichterscheibe abstützt. Das radial äußere Ende ist verschiebbar in einem Abstandsring des Rotors geführt. Die Sicherung gegen eine radial nach innen erfolgende Verschiebung erfolgt mittels Bolzen am radial innenliegenden Bereich, an welchem die Sekundärlufröhren an der Verdichterscheibe gelagert sind.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wirbelgleichrichter in Röhrenbauweise der eingangs genannten Art zu schaffen, welcher bei einfacherem Aufbau und einfacher, betriebssicherer Einsetzbarkeit kostengünstig und sicher herstellbar ist und bei welchem die Sekundärlufröhren gegen eine radial nach innen gerichtete Verschiebung gesichert sind.

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

[0008] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass der radial innenliegende Bereich der Sekundärlufröhre

passend und radial nach außen gerichtet in einer Ausnehmung eines Lagerflansches einer Verdichterscheibe gelagert ist. Die Sekundärlufröhre wird somit an ihrem radial innenliegenden Endbereich oder Fußbereich passend, nämlich spielfrei, in der Ausnehmung gehalten. Zugleich wird eine bei der Drehung der Verdichterscheibe auftretende, nach außen wirkende Kraft durch diese Lagerung aufgefangen, sodass die Sekundärlufröhre sicher gelagert ist.

[0009] Weiterhin ist vorgesehen, dass der radial äußere Bereich der Sekundärlufröhre in einer Ausnehmung eines Lagerschenkels einer Verdichterscheibe radial verschiebbar geführt und mittels eines Sicherungselementes gegen eine radial nach innen gerichtete Verschiebung gesichert ist. Der radial äußere Bereich ist somit so gelagert, dass Längenänderungen durch Temperaturunterschiede durch die verschiebbare Lagerung ausgeglichen werden können. Weiterhin wird auf diese Weise eine Doppelpassung verhindert. Mittels des Sicherungselementes wird bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung verhindert, dass die Sekundärlufröhre im Stillstand der Verdichterscheibe bzw. der Gasturbine radial nach innen geleitet. Somit ist das Sicherungselement lediglich beim Stillstand der Verdichterscheibe in Wirkung, während es bei einer Drehung der Verdichterscheibe nicht in Funktion ist. Hieraus ergibt sich, dass die Passgenauigkeit und Montagegenauigkeit des Sicherungselementes größere Toleranzen aufweisen kann.

[0010] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Sekundärlufröhren an ihrem radial innenliegenden Bereich mit einer Ringwulst versehen sind, welche radial von innen gegen den jeweiligen Lagerflansch anliegen. Hierdurch ergibt sich eine gute Krafteinleitung bei gleichzeitiger Gewährleistung einer exakten Positionierung.

[0011] Um das Sicherungselement in Einwirkung mit der Sekundärlufröhre bringen zu können, ist vorgesehen, dass diese an ihrem radial außenliegenden Bereich mit einem ringförmigen Haltewulst versehen ist.

[0012] Das Sicherungselement ist erfindungsgemäß jeweils mittels eines die beiden Verdichterscheiben verbindenden Bolzens befestigt. Somit entfallen zusätzliche Befestigungsmittel für das Sicherungselement.

[0013] Das Sicherungselement umfasst bevorzugter Weise einen Halteschenkel zur Anlage an den Haltewulst der Sekundärlufröhre. Weiterhin ist es günstig, wenn das Sicherungselement einen verformbaren Sicherungsschenkel zur Halterung des Bolzens umfasst, sodass der Bolzen vormontiert werden kann bzw. sich im Reparaturzustand nicht von dem Sicherungselement lösen kann.

[0014] Die Kontaktflächen zwischen der Sekundärlufröhre und der Verdichterscheibe kann entweder sphärisch oder flach ausgebildet sein. Bei einer sphärischen Ausgestaltung kann die Kontaktfläche der Verdichterscheibe durch einen einfachen und kostengünstigen Drehvorgang erzeugt werden. Bei einer flachen oder ebenen Ausgestaltung kann eine entsprechende vertief-

te Kontaktfläche an der Verdichterscheibe ausgebildet werden.

[0015] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung ist es möglich, die Größe der Zwischenscheibenkammer zu reduzieren und den Zusammenbau bzw. die Demontage zu erleichtern. Insgesamt ergibt sich eine größere Festigkeit des Rotors. Auch die Schwingungsoder Vibrationseigenschaften sind erheblich verbessert.

[0016] Ein weiterer Vorteil ergibt sich durch die einfachere Montage und Demontage sowohl bei der Herstellung der Gasturbine als auch bei Wartungsarbeiten. Durch die Verringerung der Einzelteile sowie durch eine Reduzierung der Arbeitsschritte ergibt sich eine erhebliche Kostenreduzierung. Weiterhin gestattet die erfindungsgemäße Ausgestaltung die Dimensionierung der Zwischenscheibenkammer zu optimieren, um auf diese Weise die Luftführung bei Erhöhung der Gesamtfestigkeit zu verbessern.

[0017] Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Sekundärlufröhren zur Ausbalancierung oder Auswuchtung des Verdichters leicht austauschbar sind.

[0018] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Teilansicht eines Ausgestaltungsbeispiels gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine Ansicht, analog Fig. 1, eines weiteren Ausführungsbeispiels gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 3 eine vereinfachte Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels,

Fig. 4-6 den Montageablauf der in Fig. 3 gezeigten Ausführung, und

Fig. 7 eine vereinfachte Schnittansicht eines Teils einer erfindungsgemäßen Gasturbine unter Verwendung der Erfindung.

[0019] Die Fig. 7 zeigt eine Teil-Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Gasturbine. Das Bezugszeichen 1 zeigt einen Verdichter, welcher Rotorschaufeln 11 und Statorschaufeln 12 umfasst. Die Rotorschaufeln 11 sind an Verdichterscheiben 3 bzw. 4 befestigt. Diese bilden eine Zwischenscheibenkammer 5, in welcher mehrere radial angeordnete Sekundärlufröhren 2 angeordnet sind. Mit dem Bezugszeichen 13 ist eine Brennkammer angedeutet, das Bezugszeichen 14 zeigt schematisch eine Turbine. Durch die Pfeile ergibt sich der schematische Verlauf der Sekundärluftführung.

[0020] Die Fig. 1 und 2 zeigen Ausführungsbeispiele aus dem Stand der Technik. Dabei ist ersichtlich, dass die Endbereiche der Sekundärlufröhren vernietet sind, so wie sich dies durch das Bezugszeichen 15 ergibt. Mit

dem Bezugszeichen 16 ist eine zusätzliche Trägerscheibe gezeigt, welche ein zusätzliches volumenmäßiges Bauteil bildet und in der Zwischenscheibenkammer 5 montiert ist.

[0021] Die Fig. 2 zeigt ein ähnliches Ausführungsbeispiel, bei welchem das Bezugszeichen 15 wiederum eine Nietverbindung zeigt. Dabei ist insbesondere ersichtlich, dass eine sehr große Sekundärluftkammer 17 erforderlich ist, um das Nietwerkzeug einzuführen.

[0022] Die Fig. 3 zeigt in der Schnittansicht ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel im montierten Zustand. Daraus ist ersichtlich, dass die Sekundärlufröhre 2 an ihrem radial innenliegenden, der Drehachse der Gasturbine zugewandten Bereich mit einer Ringwulst 37 versehen ist, welche mit einer im Einzelnen nicht bezeichneten, radial nach außen weisenden Anlagefläche versehen ist. Diese Anlagefläche liegt gegen einen Lagerflansch 32 an, welcher einstückig mit der Verdichterscheibe 3 ausgebildet ist. Die Sekundärlufröhre 2 ist dementsprechend durch eine Ausnehmung 31 des Lagerflansches 32 durchführbar.

[0023] An dem radial äußeren Endbereich ist die Sekundärlufröhre 2 mit einer Haltewulst 38 versehen. Die Haltewulst 38 weist einen Außendurchmesser auf, welcher kleiner ist, als der Innendurchmesser der Ausnehmung 31, sodass die Sekundärlufröhre von innen, wie in Fig. 4 gezeigt, durchschiebbar ist. Der Haltewulst 38 liegt im montierten Zustand mit einem Spiel gegen einen Lagerschenkel 35 der Verdichterscheibe 3 an, sodass sich keine Doppelpassung ergibt. Der Innendurchmesser einer Ausnehmung 34 des Lagerschenkels 35 ist bevorzugter Weise so gewählt, dass der Endbereich der Sekundärlufröhre 2 längs verschiebbar ist, jedoch schwingungsfrei gehalten wird.

[0024] Zur Verbindung des Lagerschenkels 35 der Verdichterscheibe 3 mit der Verdichterscheibe 4 ist ein Gewindegelenk vorgesehen, der zugleich zur Fixierung eines Sicherungselementes 36 dient. Durch diesen wird ein radial äußerer Bereich 33 der Sekundärlufröhre 2 daran gehindert, radial nach innen zu gleiten, wenn sich der Verdichter 1 im Stillstand befindet. Die radial nach außen gerichtete Kraft während des Betriebs des Verdichters 1 wird in der beschriebenen Weise an einem radial innenliegenden Bereich 30 der Sekundärlufröhre 2 aufgenommen.

[0025] Das Sicherungselement 36 umfasst einen verlängerten Halteschenkel 39 (siehe Fig. 5 und 6), welcher gegen den Haltewulst 38 anliegt oder zu diesem ein gewisses Spiel aufweist. Zusätzlich ist das Sicherungselement 36 mit einem Sicherungsschenkel 40 versehen (siehe Fig. 5 und 6), welcher nach der Montage verformbar ist, um den Kopf des Gewindegelenks 18 zu halten.

[0026] Die Fig. 4 bis 6 zeigen den Montagefortschritt. In Fig. 4 ist dargestellt, dass die Sekundärlufröhre 2 von innen nach außen zunächst durch den Lagerflansch 32 durchgeführt wird. Daraufhin wird der radial äußere Bereich 33 in die Ausnehmung 34 eingeführt, während der radial innenliegende Bereich 30 passend in die Ausneh-

mung 31 eingesetzt wird, wobei sich die Ringwulst 37 passend gegen die Anlagefläche des Lagerflansches 32 anlegt.

[0027] In der in Fig. 5 gezeigten nächsten Montages-
tufe wird das Sicherungselement 36 vormontiert. Es ver-
steht sich, dass eine Ausnehmung 41 des Lagerschen-
kels 35 in Umfangsrichtung versetzt zur Sekundärlufröhre 2 vorgesehen ist, um den Bolzen 18 einführen zu
können. Dieser Versatz in Umfangsrichtung ist in den
Fig. 5 und 6 der Einfachheit halber nicht im Einzelnen
dargestellt. Das Sicherungselement 36 wird vormontiert
und ist mittels einer Klammer 42, die einstückig an dem
Sicherungselement 36 ausgebildet ist, an dem Lagerschenkel 35 gehaltert. Nachfolgend wird der Bolzen 18
eingeschoben (Fig. 6). Der Sicherungsschenkel 40 wird
verformt, um den Kopf des Bolzens 18 zu halten. Nach-
folgend kann eine Verschraubung mit der benachbarten
Verdichterscheibe 4 erfolgen.

Bezugszeichenliste

[0028]

- | | |
|------|-------------------------------|
| 1 | Verdichter |
| 2 | Sekundärlufröhre |
| 3, 4 | Verdichterscheibe |
| 5 | Zwischenscheibenkammer |
| 11 | Rotorschaufel |
| 12 | Statorschaufel |
| 13 | Brennkammer |
| 14 | Turbine |
| 15 | Nietverbindung |
| 16 | Trägerscheibe |
| 17 | Sekundärluftkammer |
| 18 | Bolzen |
| 30 | radial innenliegender Bereich |
| 31 | Ausnehmung |
| 32 | Lagerflansch |
| 33 | radial äußerer Bereich |
| 34 | Ausnehmung |
| 35 | Lagerschenkel |
| 36 | Sicherungselement |
| 37 | Ringwulst |
| 38 | Halteschenkel |
| 39 | Halteschenkel |
| 40 | Sicherungsschenkel |
| 41 | Ausnehmung |
| 42 | Klammer |

Patentansprüche

1. Wirbelgleichrichter in Röhrenbauweise zur Kühl-
föhrung in einem Verdichter (1) einer Gasturbine, mit
sich radial erstreckenden, in einer Zwischenschei-
benkammer (5) angeordneten Sekundärlufröhren
(2), welche an ihrem radial äußeren Endbereich (33)
an einer Verdichterscheibe (3) gelagert sind, wobei

der radial innenliegende Bereich (30) der Sekundär-
lufröhren (2) passend und radial nach außen gesi-
chert in einer Ausnehmung (31) eines Lagerflan-
sches (32) einer Verdichterscheibe (3) gelagert ist
und der radial äußere Bereich (33) der Sekundär-
lufröhre (2) in einer Ausnehmung (34) eines Lagerschen-
kels (35) einer Verdichterscheibe (3) radial
verschiebbar geführt ist, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der radial äußere Bereich (33) der Sekundär-
lufröhre (2) mittels eines Sicherungselements (36)
gegen eine radial nach innen gerichtete Verschie-
bung gesichert ist, dass die Sekundärlufröhre (2) an
ihrem radial außenliegenden Bereich (33) mit einer
ringförmigen Halteschelle (38) versehen ist, gegen
welche das Sicherungselement (36) in Anlage bring-
bar ist und dass das Sicherungselement (36) jeweils
mittels eines die beiden Verdichterscheiben (3, 4)
verbindenden Bolzens (18) befestigt ist und einen
Halteschenkel (39) zur Anlage an dem Halteschelle
(38) umfasst.

2. Wirbelgleichrichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundärlufröhre (2) an
ihrem radial innenliegenden Bereich (30) mit einer
Ringwulst (37) versehen ist, welche radial von innen
gegen den Lagerflansch (32) anliegt.
3. Wirbelgleichrichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherungselement (36)
einen verformbaren Sicherungsschenkel (40) zur
Halterung des Bolzens (18) umfasst.
4. Wirbelgleichrichter nach einem der Ansprüche 1 bis
4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktflä-
chen der Sekundärlufröhre (2) und der Verdichter-
scheibe (3) sphärisch ausgebildet sind.
5. Wirbelgleichrichter nach einem der Ansprüche 1 bis
4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktflä-
chen der Sekundärlufröhre (2) und der Verdichter-
scheibe (3) eben ausgebildet sind.

Claims

1. Tube-type vortex reducer for the conduction of cool-
ing air in a compressor (1) of a gas turbine, with radial
secondary air tubes (2) being arranged in a disk inter-
space (5) and attached to a compressor disk (3) at
their radially outward end section (33), with the ra-
dially inward section (30) of the secondary air tubes
(2) being located fittingly and radially outwards in a
recess (31) of a locating pad (32) of a compressor
disk (3), and with the radially outward section (33)
of the secondary air tube (2) being carried radially
shiftable in a recess (34) of a locating arm (35) of a
compressor disk (3), **characterized in that** the ra-
dially outward section (33) of the secondary air tube

- (2) is secured against radially inward movement by means of a locking element (36), that the secondary air tube (2) is provided at its radially outward section (33) with an annular retaining shoulder (38) which is locatable against the locking element (36), and that each locking element (36) is attached by means of a bolt (18) connecting both compressor disks (3, 4) and comprises a retaining leg (39) which rests on the retaining shoulder (38).
2. Vortex reducer in accordance with Claim 1, **characterized in that** the secondary air tube (2) is provided with a ring shoulder (37) at its radially inward section (30), which rests against the locating pad (32) radially from the inside.
3. Vortex reducer in accordance with Claim 1, **characterized in that** the locking element (36) comprises a deformable locking leg (40) to hold the bolt (18).
4. Vortex reducer in accordance with one of the Claims 1 to 4, **characterized in that** the mating surfaces between the secondary air tube (2) and the compressor disk (3) are spherical.
5. Vortex reducer in accordance with one of the Claims 1 to 4, **characterized in that** the mating surfaces between the secondary air tube (2) and the compressor disk (3) are plain.

Revendications

1. Réducteur de tourbillons de construction tubulaire destiné à guider de l'air de refroidissement dans un compresseur (1) d'une turbine à gaz avec des tubes d'air secondaire (2) s'étendant dans le sens radial, disposés dans une chambre entre disques (5), et qui sont fixés à un disque de compresseur (3) à leur extrémité extérieure radiale (33), sachant que la zone intérieure radiale (30), des tubes d'air secondaire (2) est fixée dans un évidement (31) d'une bride de palier (32) d'un disque de compresseur (3), et ce de manière ajustée et orientée vers l'extérieur dans le sens radial, et que la zone extérieure radiale (33) du tube d'air secondaire (2) est guidée de manière mobile dans le sens radial dans un évidement (34) d'une branche de palier (35) d'un disque de compresseur (3), **caractérisé en ce que** la zone radiale extérieure (33) du tube d'air secondaire (2) est assurée contre un déplacement radial vers l'intérieur au moyen d'un élément de blocage (36), que le tube d'air secondaire (2) est muni d'un bourrelet d'arrêt (38) annulaire à son extrémité radiale extérieure (33), et contre lequel l'élément de blocage (36) peut s'appuyer, et que chaque élément de blocage (36) est fixé par un boulon (18) reliant les deux disques de compresseur (3, 4) et comprend une branche d'arrêt (39) destinée à

prendre appui sur le bourrelet d'arrêt (38).

2. Réducteur de tourbillons selon la revendication n° 1, **caractérisé en ce que** le tube d'air secondaire (2) est muni dans sa zone intérieure radiale (30) d'un tore (37), qui s'appuie dans le sens radial de l'intérieur contre la bride de palier (32).
3. Réducteur de tourbillons selon la revendication n° 1, **caractérisé en ce que** l'élément de blocage (36) comprend une branche de retenue (40) déformable destinée à maintenir le boulon (18).
4. Réducteur de tourbillons selon une des revendications n° 1 à 4, **caractérisé en ce que** les surfaces de contact entre le tube d'air secondaire (2) et le disque de compresseur (3) sont sphériques.
5. Réducteur de tourbillons selon une des revendications n° 1 à 4, **caractérisé en ce que** les surfaces de contact entre le tube d'air secondaire (2) et le disque de compresseur (3) sont planes.

25

30

35

40

45

50

55

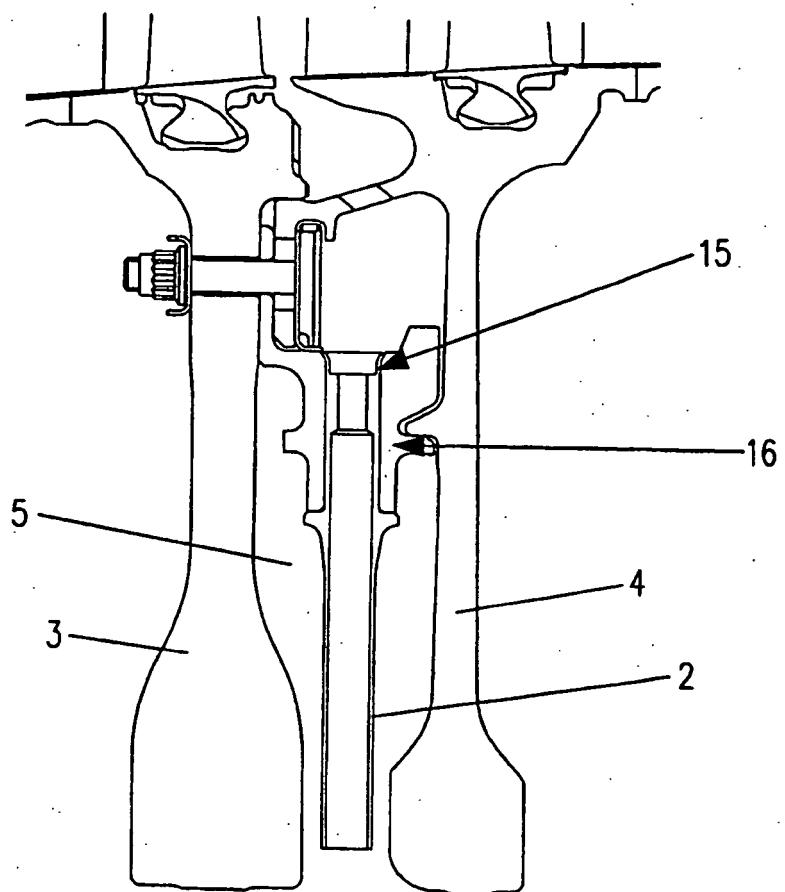


Fig. 1
(Stand der Technik)

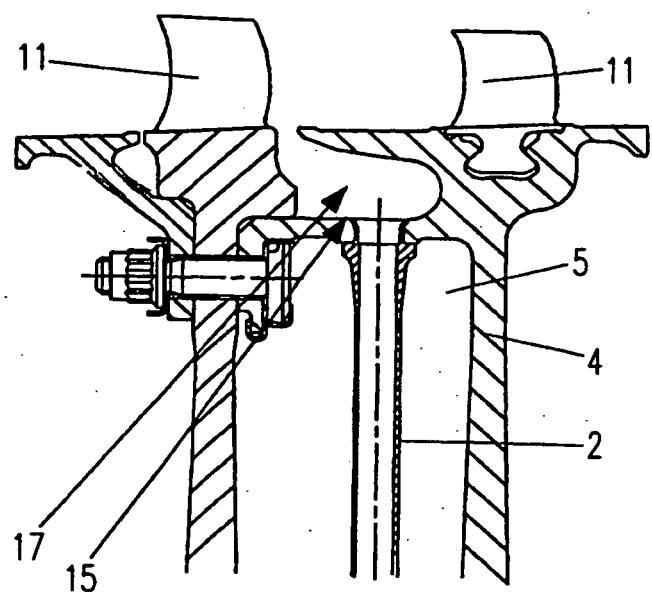


Fig.2 (Stand der Technik)

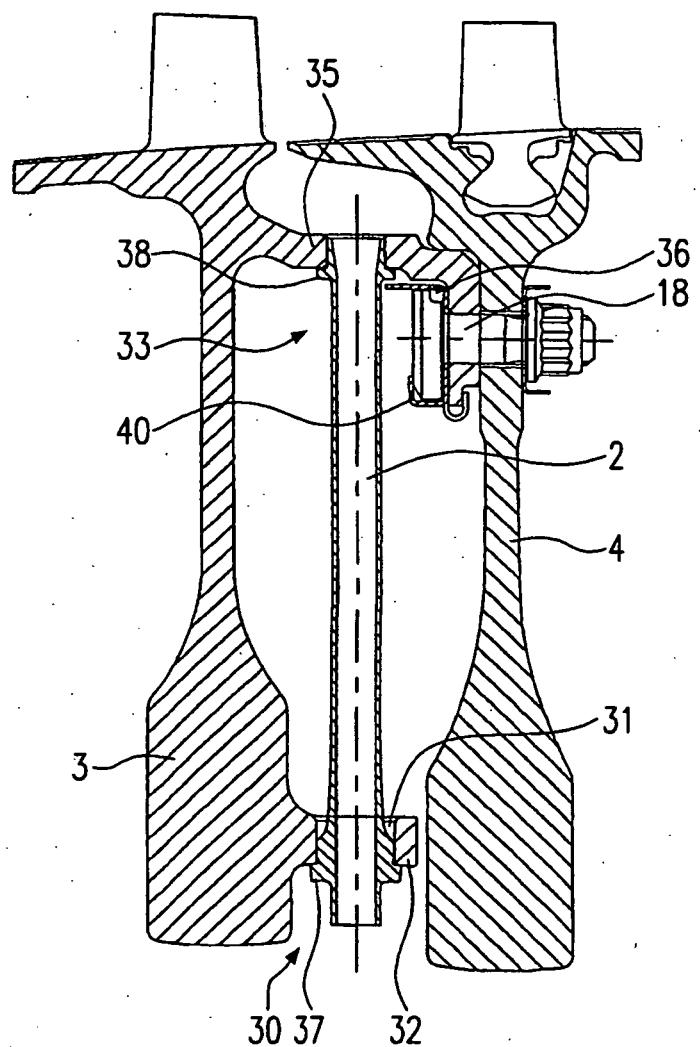


Fig.3

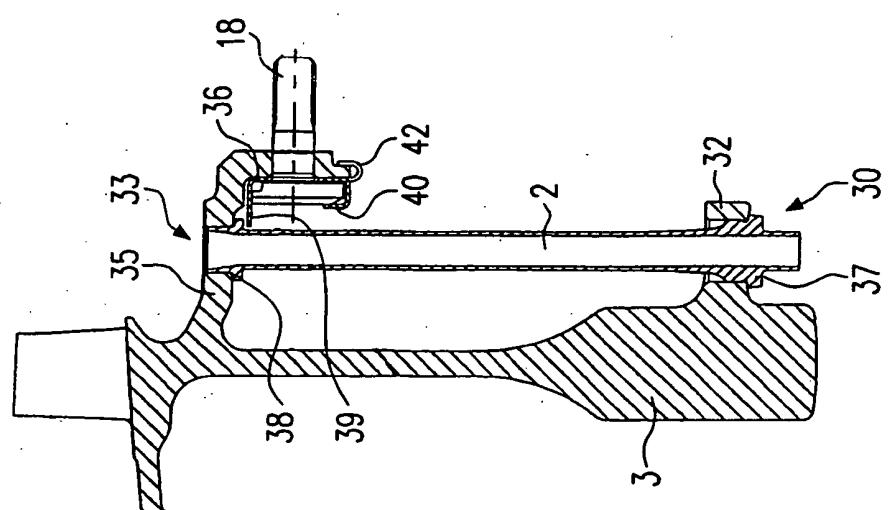


Fig. 6

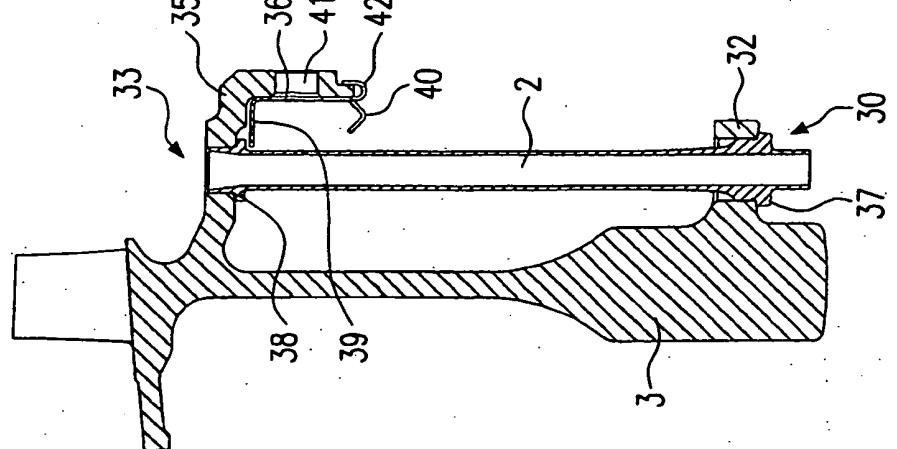


Fig. 5

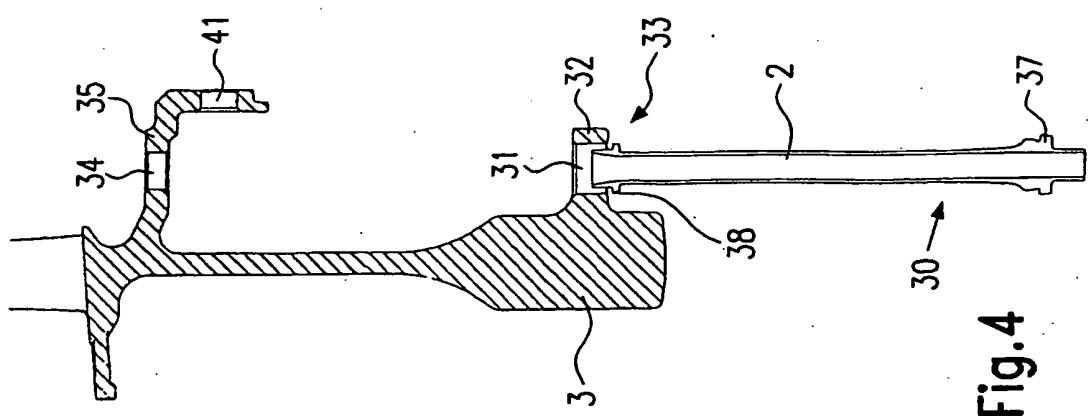


Fig. 4

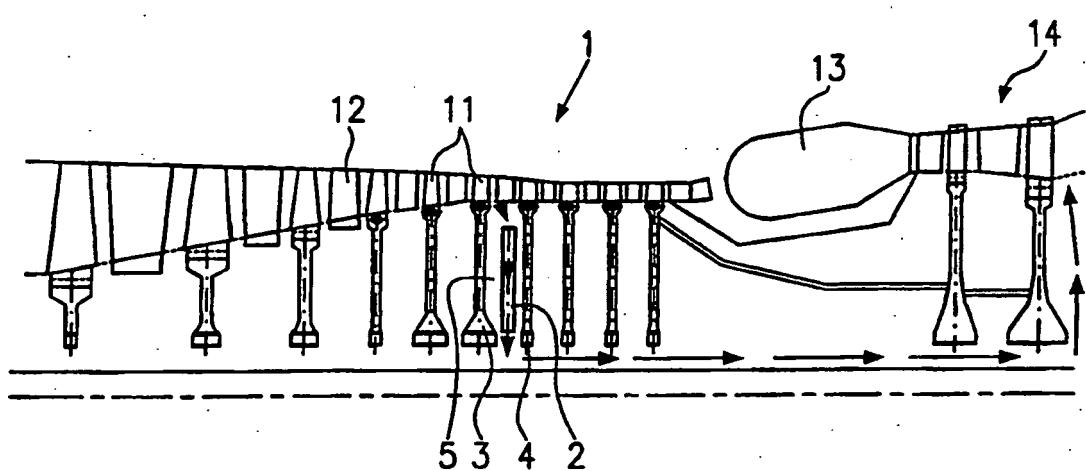


Fig.7