



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: F 23 R 3/60  
F 02 K 3/02

# Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## ⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

643 050

②① Gesuchsnummer: 8832/79

②② Anmeldungsdatum: 01.10.1979

②④ Patent erteilt: 15.05.1984

④⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 15.05.1984

⑦③ Inhaber:  
Proizvodstvennoe obiedinenie "Nevsky Zavod"  
imeni V.I. Lenina, Leningrad (SU)

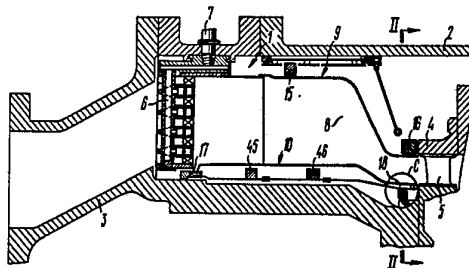
⑦② Erfinder:  
Andrei Leonidovich Kuznetsov, Leningrad (SU)  
Anatoly Vladimirovich Sudarev, Leningrad (SU)  
Viktor Vasilievich Ivakhnenko, Leningrad (SU)  
Jury Alexandrovich Lamm, Leningrad (SU)  
Vladimir Alexeevich Maev, Leningrad (SU)  
Jury Ivanovich Zakharov, Leningrad (SU)

⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte W.F. Schaad, V. Balass, E.E.  
Sandmeier, Zürich

### ⑤④ Gasturbinentriebwerk mit Ringbrennkammer.

⑤⑦ Die Ringbrennkammer des Gasturbinentriebwerkes weist eine in ihrem Eintrittsquerschnitt befindliche Frontbrennereinrichtung (6), eine Längsteilung, die mit der des Triebwerkes zusammenfällt, und ein Flammrohr (8) auf. Das Flammrohr (8) ist durch zwei konzentrisch angeordnete Aussen- (9) und Innenmäntel (10) mit krummlinigen Oberflächen gebildet. Jeder der Mäntel (9, 10) ist in Längsrichtung in Sektionen (11, 12) geteilt, wobei die Trennstellen mit Dichtungselementen verschlossen sind. Ausserdem sind in der Brennkammer mindestens zwei ringförmige Tragelemente (15, 16, 17, 18) mit Längsteilung für jeden der Mäntel (9, 10) vorgesehen. Das ringförmige Tragelement (15, 17) ist im Bereich des Eintrittsquerschnitts der Brennkammer (1) angeordnet und in Längs- und Radialrichtung verschiebbar, und das Tragelement (16, 18) befindet sich im Bereich des Austrittsquerschnitts der Brennkammer (1) und ist radial verschiebbar. Jede der Sektionen (11, 12) der Mäntel (9, 10) ist mit dem entsprechenden ringförmigen Tragelement (15, 16, 17, 18) derart verbunden, dass die Sektion (11, 12) mit ihrem mittleren Teil starr am ringförmigen Element befestigt und mit ihren Enden mit dem ringförmigen Element auf eine Art verbunden ist, die Verschiebungen in Umfangsrichtung zulässt. In dieser Weise wird das Auftreten von Spannungen in den Sektionen des Aussen- und Innenmantels des Flammrohres der Brennkammer (1)

durch Wärmeverformungen unter Beibehaltung erhöhter Starrheit des Flammrohres verhindert.



## PATENTANSPRÜCHE

Gasturbinentriebwerk mit Ringbrennkammer, die eine in ihrem Eintrittsquerschnitt befindliche Frontbrennereinrichtung aufweist und in der Längsrichtung geteilt ist, welche Teilung mit der Teilung des Triebwerkes zusammenfällt, wobei ein Flammrohr vorgesehen ist, welches einen Aussen- und einen Innenmantel besitzt, die konzentrisch zueinander angeordnet sind und gekrümmte Oberflächen aufweisen und wobei der Aussen- und der Innenmantel in Längsrichtung in Sektionen geteilt und die Übergangstellen mit Dichtungselementen versehen sind, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei ringförmige Tragelemente (15, 16, 17, 18) mit Längsteilung für jeden der Mäntel (9, 10) vorgesehen sind, wobei ein Tragelement (15, 17) im Bereich des Eintrittsquerschnitts der Brennkammer (1) angeordnet und in Längs- und Radialrichtung verschiebbar ist, während das andere Tragelement (16, 18) sich im Bereich des Austrittsquerschnitts der Brennkammer (1) befindet und radial verschiebbar ist, und jede der Sektionen (11, 12) der Mäntel (9, 10) mit dem entsprechenden ringförmigen Tragelement (15, 16, 17, 18) derart verbunden ist, dass die Sektion (11, 12) mit ihrem mittleren Teil starr am ringförmigen Element befestigt und mit ihren Enden in der Umfangsrichtung verschiebbar am ringförmigen Tragelement (15, 16, 17, 18) geführt ist.

Die Erfindung betrifft ein Gasturbinentriebwerk mit Ringbrennkammer, welche bei stationären Anlagen angewendet werden kann.

In Gasturbinen finden zur Zeit Ringbrennkammern Verwendung, die zwischen Verdichter und Turbine eingebaut sind. Dabei weist die Brennkammer in der Regel keine Längsteilung auf, so dass der Arbeitsaufwand bei der Herstellung und speziell bei der Wartung des Triebwerkes gross ist, da die Einzelteile für Wartung und Reparatur nur schwer zugänglich sind.

Es wäre daher erwünscht eine Ringbrennkammer mit einer in der Teilebene anderer Bestandteile des Triebwerkes befindlichen Längsteilung zu schaffen. Die grösste Schwierigkeit bereitet dabei das unter der Hochtemperatureinwirkung stehende Flammrohr der Brennkammer, dessen Bauweise der Anforderung erhöhter Starrheit unter Gewährleistung der Wärmeausdehnungsfreiheit seiner Einzelelemente entsprechen muss, weil es widrigenfalls den Formverlust des Flammrohres, das Auftreten von Wärmespannungen und, als Folge davon, das Verziehen der Flammrohrelemente und die Bildung von Rissen in diesen herbeiführt, die den Ausfall sowohl der Brennkammer als auch des ganzen Triebwerkes mit sich bringen.

Versuche, Ringbrennkammern mit Wärmeausgleich ihrer Einzelelemente zu schaffen, führten zur Entstehung einer Brennkammer nach der GB-PS Nr. 799 605.

Die bekannte Ringbrennkammer enthält eine im Eintrittsquerschnitt angeordnete Brennereinrichtung und ein Flammrohr, das durch zwei konzentrisch angeordnete Aussen- und Innenmäntel gebildet ist.

Der Aussenmantel ist in der Längsrichtung in Abschnitte geteilt, wobei entlang der Teilung jeder Abschnitt mit Vorsprüngen und Ausnehmungen versehen sind, die beim Zusammenbau des Mantels miteinander in Eingriff kommen, und eine bewegliche Verbindung bilden, so dass die Wärmeverformungen der Brennkammer in Umfangsrichtung teilweise ausgeglichen werden. Diese Brennkammer weist einen grossen Raumbedarf auf und bleibt unzureichend starr, so dass die Betriebssicherheit der Brennkammer und des Gasturbinenwerkes insgesamt herabgesetzt wird.

Es ist ferner eine weitere Ringbrennkammer für Gasturbinentriebwerke bekannt geworden, deren Montage und Wartung auf Kosten einer Längsteilung der Brennkammer, die mit der Teilebene des Triebwerkes zusammenfällt, vereinfacht wurde (s. Trudy Uralskogo turbomotornogo zavoda «Opyt sozdania turbin i dizelei» (Abhandlungen der Ural-Turbinentriebwerkfabrik «Erfahrungen mit dem Turbinen- und Dieselmotorenbau»), Heft 2, 1972, S. 88–94).

Die erwähnte Ringbrennkammer enthält eine ihrem Eintrittsquerschnitt befestigte Frontbrennereinrichtung und ein Flammrohr, das durch zwei konzentrisch angeordnete Aussen- und Innenmäntel mit krummlinigen Oberflächen gebildet ist. Jeder Mantel ist in der Längsrichtung geteilt, wobei an den Trennstellen Dichtungselemente in der Form von zwei Platten angeordnet sind. Die erste Platte ist flach und mit dem einen Ende eines Abschnittes verbunden. Mit dem zweiten Ende liegt sie hingegen frei auf dem benachbarten Abschnitt auf. Die zweite Platte ist mit dem einen Ende des Abschnittes, auf dem die erste Platte frei aufliegt, verbunden, und mit dem anderen Ende umfasst sie diese und bildet dabei zusammen mit ihr und dem Abschnitt eine bewegliche «Zapfen-Nut»-Verbindung. Zum Verbinden der Abschnitte der Aussen- und Innenmäntel ist im Eintrittsbereich der Brennkammer eine Tragvorrichtung vorgesehen, die in Form eines massiven Gerüsts ausgeführt ist, das eine Längsteilung aufweist und sich aus mehreren massiven Ringen zusammensetzt, von denen mindestens einer die Abschnitte des Aussenmantels und ein anderer diejenigen des Innenmantels umfasst. Diese Ringe sind durch Rippen starr miteinander verbunden, zwei von denen, die sich bei der horizontalen Längsebene in jeder Hälfte der Gerüstteilfuge befinden, einen Flansch der Teilfuge bilden, und ein Teil der anderen Rippen wird zur starren Befestigung des Gerüsts im Gehäuse benutzt.

Zum Verbinden der Abschnitte der Aussen- und Innenmäntel sind im Austrittsquerschnitt der Brennkammer einzelne Tragringe vorgesehen, die am Gehäuse ebenfalls starr befestigt sind. Die in Form eines Ringgerüsts ausgeführte Tragvorrichtung und die Tragringe sind also starr am Gehäuse befestigt, wodurch sie ein einheitliches starres System bilden.

Bei der Arbeit der Brennkammer – insbesondere bei nichtstationären Betriebszuständen – entsteht zwischen dem Ringgerüst und den Mantelabschnitten ein grosser Temperaturunterschied, der zum Auftreten von Wärmeausdehnungen der Abschnitte in bezug auf einander und in bezug auf das Gerüst führt. Jeder Abschnitt ist in Ringen, die einen Ringdurchlass aufweisen, mittels einer Klammer befestigt. Infolge der starren Befestigung des Gerüsts und der einzelnen Ringe am Gehäuse dienen der Ringdurchlass und die Klammern gleichzeitig zum Wärmeausgleich in Radial-, Umfangs- und Längsrichtung. Diese Befestigung fällt daher ausserordentlich kompliziert aus und kann keine sichere Arbeit der Brennkammer gewährleisten. Da keine Wärmelücken vorhanden sind treten Wärmespannungen auf, welche ein Verziehen der Brennkammer z.B. in ihrem Eintrittsquerschnitt und einen Formverlust verursachen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gasturbine mit Ringbrennkammer zu schaffen, bei der eine solche Verbindung der Mantelsektionen des Flammrohres mit den Tragelementen vorgesehen ist, die das Auftreten von Spannungen in den Sektionen des Aussen- und Innenmantels des Flammrohres der Brennkammer durch Wärmeverformungen unter Beibehaltung erhöhter Starrheit des Flammrohres verhindert.

Die gestellte Aufgabe wird durch eine Gasturbine mit Ringbrennkammer gelöst, welche die im Anspruch 1 aufgeführten Merkmale aufweist.

Beim Betrieb des Triebwerkes werden in der Brennkammer der Aussen- und Innenmantel der ringförmigen Tragelemente sowie des Gehäuses verschieden erwärmt. Die Höchsttemperatur weist dabei der Aussen- und Innenmantel des Flammrohres auf, und die grösste Temperaturdifferenz ergibt sich zwischen dem Aussen- und dem Innenmantel und den ringförmigen Tragelementen.

In der vorgeschlagenen Brennkammer wurden durch einfache Mittel gegenseitige Verschiebungen bei Wärmeausdehnungen ermöglicht. Erstens in Umfangsrichtung zwischen den Mantelsektionen durch die vorgeschlagene Verbindung der Sektionen des Aussen- und des Innenmantels mit den entsprechenden ringförmigen Tragelementen. Die Sektion ist mit ihrem mittleren Teil starr am ringförmigen Tragelement befestigt und mit ihren Enden mit dem ringförmigen Element auf eine Art verbunden, die Verschiebungen in Umfangsrichtung zulässt, und zugleich in Radialrichtung festgehalten wird; zweitens in Längs- und Radialrichtung zwischen den ringförmigen Tragelementen und dem Gehäuse auf Kosten von mindestens zwei ringförmigen Tragelementen für jeden der Mäntel. Ein Tragelement ist im Bereich des Eintrittsquerschnitts der Brennkammer angeordnet und in Längs- und Radialrichtung verschiebbar gehalten, während das andere sich im Bereich des Austrittsquerschnitts der Brennkammer befindet und radial verschoben werden kann, so dass der Wärmeausdehnungsunterschied zwischen den Sektionen, den ringförmigen Tragelementen und dem Gehäuse vollständig ausgeglichen werden.

Gleichzeitig wird das Auftreten von Spannungen durch Wärmeverformungen verhindert und die Robustheit der Konstruktion erhöht, was die Betriebssicherheit der Ringbrennkammer mit einer Längsteilung, sowie des Gasturbinentriebwerkes insgesamt wesentlich steigert.

Ein Ausführungsbeispiel der Brennkammer eines Gasturbinentriebwerkes wird an Hand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 in schematischer Darstellung einen Längsschnitt durch die Ringbrennkammer,

Fig. 2 einen Schnitt gemäss Linie II-II der Fig. 1,

Fig. 3 eine Ansicht in Pfeilrichtung A von Fig. 2,

Fig. 4 einen Schnitt gemäss Linie IV-IV der Fig. 3 in vergrössertem Massstab,

Fig. 5 eine Einzelheit B von Fig. 2 in vergrössertem Massstab,

Fig. 6 einen Schnitt nach Linie VI-VI der Fig. 5 in vergrössertem Massstab,

Fig. 7 einen Schnitt gemäss Linie VII-VII der Fig. 2 in vergrössertem Massstab,

Fig. 8 eine Einzelheit C von Fig. 1 in vergrössertem Massstab,

Fig. 9 einen Schnitt gemäss Linie IX-IX der Fig. 3,

Fig. 10 einen Schnitt gemäss Linie X-X der Fig. 2,

Fig. 11 einen Schnitt gemäss Linie XI-XI der Fig. 10.

Die Ringbrennkammer 1 (Fig. 1) ist im Gehäuse 2 des Gasturbinentriebwerkes angeordnet und zwischen Lufttrichter 3 des Verdichters und Gehäuse 4 des Leitapparates 5 der Gasturbine untergebracht.

Die erwähnte Kammer 1 ist in der Längsrichtung geteilt, wobei die Teilung mit der Teilung des Triebwerkes zusammenfällt. Die Kammer 1 weist eine im Eintrittsquerschnitt derselben angeordnete Frontbrennereinrichtung 6 mit Gaszuführstützen 7 sowie ein Flammrohr 8 auf. Letzteres ist durch zwei konzentrisch angeordnete Aussen- und Innenmäntel 9 bzw. 10 mit gekrümmten Oberflächen gebildet. Diese setzen sich aus einer Zylinderfläche und aus einer Kegelfläche zusammen, welche letztere in Strömungsrichtung im Querschnitt abnimmt und mit der Zylinderfläche verbunden ist.

Jeder der Mäntel 9 und 10 ist in Sektionen 11 bzw. 12 (Fig. 2) geschnitten, die in der Achsialrichtung verlaufen. Entlang der Schnittstellen sind Dichtungselemente angeordnet, die in Form gewellter Federn 13 (Fig. 3) ausgeführt sind, wobei ein Rand der streifenförmigen Feder 13 starr an einer der Sektionen 11 befestigt ist und der andere Rand frei auf der benachbarten Sektion 11 aufliegt, so dass die gegenseitigen Wärmeausdehnungen dieser Sektionen in Umfangsrichtung nicht behindert werden. Ähnliche Dichtungselemente sind entlang der Innenmäntel 10 angeordnet.

Zur Erhöhung der Wirkung der Feder 13 als Dichtungselement sind im Bereich des frei aufliegenden Randes der Feder 13, Platten 14 (Fig. 4) vorgesehen, die auf den Wellungen der Feder 13 ruhen und in einem gewissen Abstand voneinander in Längsrichtung verteilt angeordnet sind.

Die Sektionen 11 des Aussenmantels 9 und die Sektionen 12 des Innenmantels 10 sind jeweils an mindestens zwei ringförmigen Tragelementen 15, 16 (Fig. 1) bzw. 17, 18 befestigt.

Die Sektionen 11 werden an den ringförmigen Tragelementen 15, 16 (Fig. 3) mittels Winkel 19 und Walzen 20 starr befestigt. Zur Befestigung der Enden der Sektionen 11 sind Winkel 21 (Fig. 5, 6) vorgesehen, die ovale Löcher 22 (Fig. 5) aufweisen, in welche im ringförmigen Tragelement 16 angeordnete Walzen 23 hineinragen.

Aus den Fig. 2, 3, 4, 5 ist zu ersehen, dass die Sektionen 11 bei Wärmeausdehnung in bezug auf die ringförmigen Tragelemente 15, 16 (Fig. 3) in Umfangsrichtung verschiebbar sind.

Die Befestigung der Sektion 12 des Innenmantels 10 an den ringförmigen Tragelementen 17, 18 ist ähnlich ausgeführt.

Die ringförmigen Tragelemente 15, 16, 17, 18 (Fig. 1) seien nun am Beispiel des ringförmigen Tragelementes 15 (Fig. 3) behandelt, weil die übrigen ähnlich ausgeführt sind. Das ringförmige Tragelement 15 besteht aus zwei Hälften 24 und 25, die im Bereich der Teilfuge mittels Winkel 26 starr verbunden sind. Die Winkel sind mittels Schraubenbolzen 27 miteinander verbunden, wobei sie eine starre lösbare Verbindung der beiden Hälften bilden.

Die im Bereich des Austrittsquerschnitts der Brennkammer 1 angeordneten ringförmigen Tragelemente 16, 18 (Fig. 1) sind bezüglich des Gehäuses 4 des Leitapparates 5 radial frei verschiebbar. Diese freie Verschiebbarkeit ist z.B. für das ringförmige Tragelement 16 mit Hilfe einer Konsole 28 (Fig. 7) gewährleistet, welche an einem Ende am Gehäuse 4 befestigt ist und an seinem anderen Ende einen Zapfen bildet, der in die Nut eines Trägers 29 hineinragt. Ein Bolzen 30 des Trägers 29 passt in ein radiales Loch 31 des ringförmigen Tragelementes 16. Die Konsole ist mittels eines versplinteten Bolzens 32 mit dem Träger 29 verbunden. Die freie radiale Verschiebbarkeit des ringförmigen Tragelementes 16 ist mittels eines am Tragelement 18 ausgebildeten Bundes 33 (Fig. 8) verwirklicht, der in einen Ringdurchlass 34 des Gehäuses 4 hineinragt, und so das ringförmige Tragelement 18 in Längsrichtung verriegelt.

Die Möglichkeit einer Wärmeausdehnung in Radialrichtung in bezug auf das Gehäuse 4 bleibt bestehen. Zum Wärmeschutz des Gehäuses 4 sind mit den Sektionen 12 verbundene Schirme 35 vorgesehen.

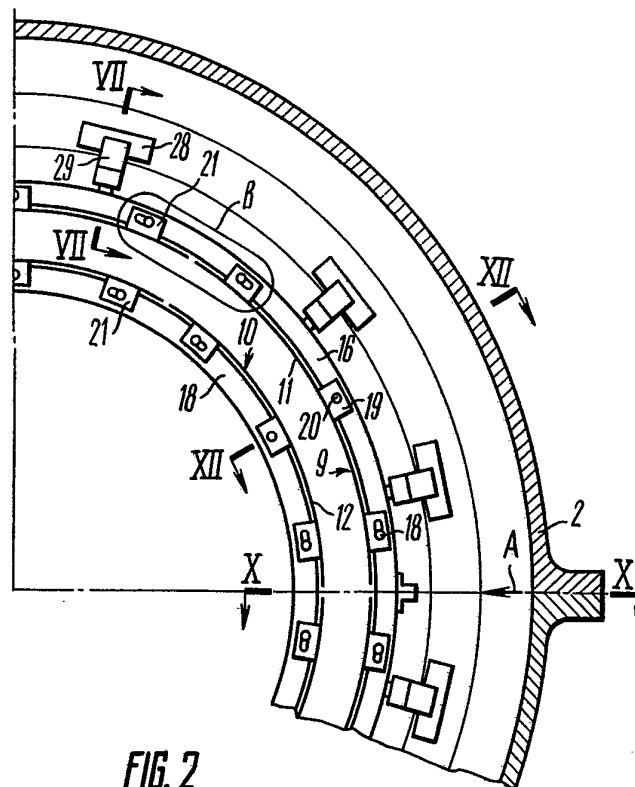
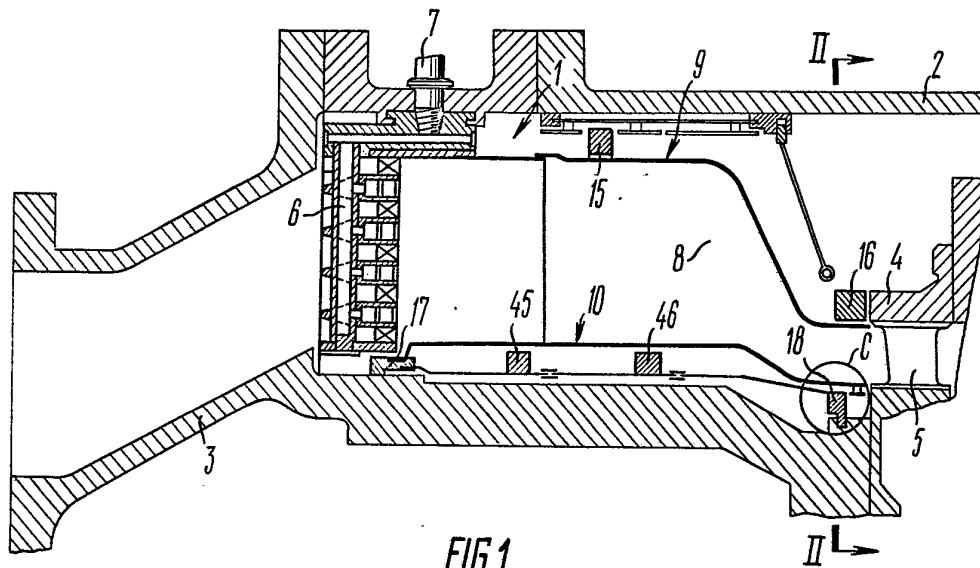
Das im Bereich des Eintrittsquerschnitts der Brennkammer 1 befindliche ringförmige Tragelement 15 (Fig. 1) ist relativ zum Gehäuse 2 in Längs- und Radialrichtung verschiebbar. In der Teilebene des Tragelementes 15 sind hierzu Leisten 37 (Fig. 9) vorgesehen, die in einer Aussparung 38 im Flansch der Längsteilung des Gehäuses 2 mit einem Radialspiel 39 (Fig. 10) und einem Längsspiel 40 untergebracht sind.

Das ringförmige Tragelement 17 (Fig. 1), das sich im Bereich des Eintritts der Brennkammer 1 befindet, ist in bezug auf den Lufttrichter 3 in Längs- und Radialrichtung verschiebbar. In der Teilebene des Tragelementes 17 (Fig. 11) sind dazu Leisten 41 vorgesehen, die in einer Aussparung 42 im Flansch der Längsteilung des Lufttrichters 3 mit einem Radialspiel 43 (Fig. 10) und einem Längsspiel 44 untergebracht sind.

Zwecks Aussteifung und Erhöhung der Dichtheit der Teilfuge des Innenmantels 10 ist der letztere mit zusätzlichen Halbringen 45 und 46 (s. Fig. 1, 10) bewehrt, die mit dem Mantel ähnlich wie die ringförmigen Tragelemente 17 und 18

verbunden sind. Zur Vereinfachung der Demontage der Brennkammer 1 weisen die Halbringe 45 und 46 keine starre Verbindung untereinander auf, stützen sich nur in der Teilebene aufeinander ab und sind z.B. mit einer Keilverbindung in Radialrichtung gegeneinander gesichert.

Zur Temperatursenkung des Lufttrichters 3 sind Schirme 47 vorgesehen, die aus einer Reihe von in der Teilebene offenen zylindrischen Leitblechen bestehen. Sie sind zwischen dem Lufttrichter 3 und dem Innenmantel 10 (s. Fig. 10) an den ringförmigen Tragelementen 17 und 18 und an den zusätzlichen Halbringen 45 und 46 befestigt.



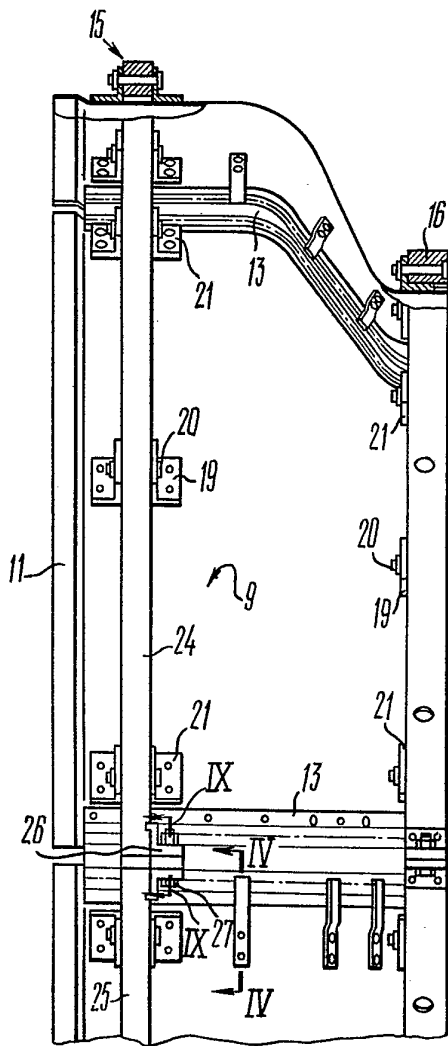


FIG. 3

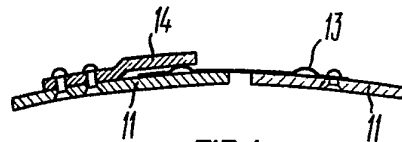


FIG. 4

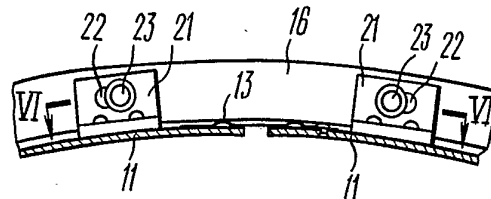


FIG. 5

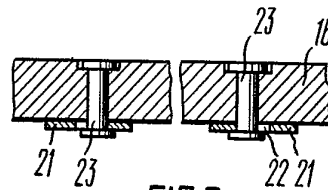


FIG. 6

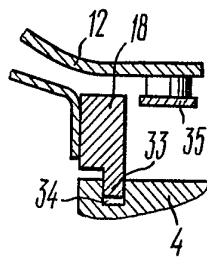
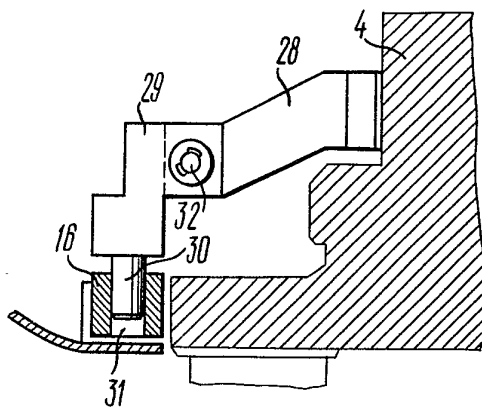
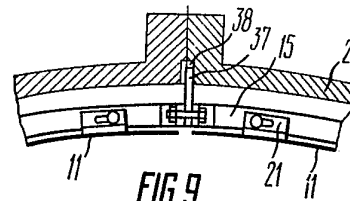


FIG. 8



**FIG. 7**



**FIG. 9**

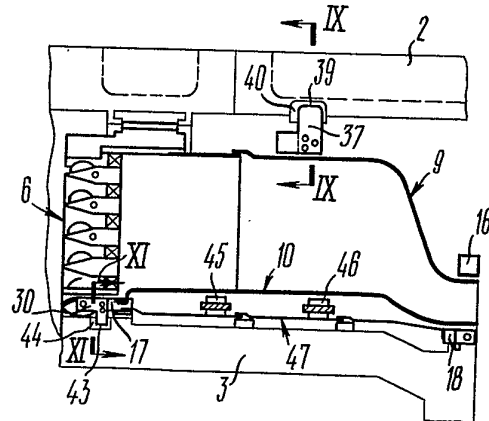


FIG. 10

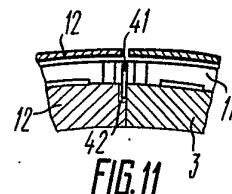


FIG. 11