

(19)



(11)

EP 2 093 487 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.08.2016 Patentblatt 2016/33

(51) Int Cl.:
F23R 3/00 ^(2006.01) **F23R 3/50** ^(2006.01)
F23M 5/04 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09002226.0**

(22) Anmeldetag: **17.02.2009**

(54) **Anordnung mit einer ringförmigen Gasturbinenbrennkammer mit keramischem Flammenrohr für ein Triebwerk**

Arrangement with an annular gas turbine combustion chamber with a ceramic flame tube for an engine

Arrangement avec une chambre de combustion de turbine à gaz avec un tube de flamme céramique pour un moteur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **21.02.2008 DE 102008010294**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.08.2009 Patentblatt 2009/35

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

(72) Erfinder:
• **Gerendás, Miklos, Dr.**
15838 Am Mellensee (DE)
• **Sadig, Sermed**
10969 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Hoefer & Partner Patentanwälte mbB**
Pilgersheimer Straße 20
81543 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 543 918 US-A- 3 854 503
US-A- 5 333 443

EP 2 093 487 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung mit einer ringförmigen Gasturbinenbrennkammer für ein Triebwerk mit einem im Wesentlichen zylindrischen Flammenrohr.

[0002] Die GB-A 1 450 894 beschreibt den Aufbau einer Gasturbinenbrennkammer mit monolithischen Keramikschindeln. Die Schindeln dienen zur Wärmeisolierung und werden an einem strukturtragenden metallischen Gehäusebauteil befestigt. Da Keramik und Metall unterschiedliche Wärmeausdehnungen aufweisen, muss auf deren Verbindung besondere Acht gegeben werden. Die Auflagefläche zwischen metallischem und keramischem Bauteil liegt in einem speziellen Winkel vor, der sich dadurch auszeichnet, dass die Klemmkraft auch bei erhöhten Temperaturen konstant bleibt.

[0003] Ein Nachteil der Gasturbinenbrennkammer ist die direkte Verbindung der Schindeln am Gehäuse, die sich für axiale Brennkammern mit einem hohen Massendurchsatz nicht eignet, da der radiale Querschnitt nicht ausreicht, um den Druckverlust im Annulus auf ein ausreichend niedriges Niveau zu bringen. Durch den segmentierten Aufbau des Flammenrohrs, ergibt sich zusätzlich das Problem, die Spalte zwischen den einzelnen Schindeln, welche die Tragstruktur ungeschützt lassen, vor Heißgas zu bewahren.

[0004] Die US-A 6,397,603 beschreibt eine Gasturbinenbrennkammer, deren Flammenrohr voll aus CMC (ceramic matrix composite material) gefertigt wird. Die Brennkammer wird am Kopf mit Stehbolzen in ihrer entsprechenden Position gehalten.

[0005] Der Brennkammeraufbau hat zum Nachteil, dass die Verbindung des Flammenrohrs mit dem Brennkammerkopf über einen Bolzen erfolgt, der große radiale Bewegungen erlaubt. Aufgrund der Verbindungsart ist jedoch ein großes radiales Spaltmaß erforderlich, dessen Kontrolle innerhalb des Betriebs als sehr schwierig erachtet wird. Das Spaltmaß ergibt sich aus den durch unterschiedliche thermische Dehnungen resultierenden Relativbewegungen des CMC-Rohrs zum metallischen Brennkammerkopf und zum Gehäuse. Bei Druckschwingungen oder Stößen in der Triebwerksaufhängung schlägt das CMC-Bauteil wegen des notwendigen Spiels auf die metallenen Befestigungselemente. Weiterhin bringt die Fertigung des gesamten Flammenrohrs aus einem Stück hohe Kosten mit sich, da das Volumen eines Autoklaven aufgrund der Hohlzylinderform nicht voll ausgenutzt wird.

[0006] Die US 3 854 503 A beschreibt eine Gasturbinenbrennkammer aus Keramik mit in Umfangsrichtung unterteilten Elementen. Die Elemente weisen jeweils radial nach außen gerichtete Axialflansche auf, welche mittels metallischer Klemmelemente starr verbunden sind, wobei die Klemmelemente sich in Axialrichtung erstrecken und an ihren Enden die Brennkammer oder das Flammrohr lagern. Durch eine derartige Lagerung ist es nicht möglich, Unterschiede der Wärmeausdehnungskoeffizienten ausreichend zu berücksichtigen. Im Übrigen führen die Axialflansche zu einer statischen Überbestimmung der Lagerung der Brennkammer.

effizienten ausreichend zu berücksichtigen. Im Übrigen führen die Axialflansche zu einer statischen Überbestimmung der Lagerung der Brennkammer.

[0007] Die US 5 333 443 A zeigt eine Dichtungsanordnung, bei welcher einzelne Brennkammerschindeln mittels radial nach außen weisender Befestigungsschenkel miteinander verbunden und an der Brennkammerwand befestigt sind. Auch diese Art der Lagerung ist statisch überbestimmt und kann nicht dazu dienen, unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten zu berücksichtigen.

[0008] Eine weitere Möglichkeit der Lagerung einer Brennkammer zeigt die GB 543 918 A. Dabei sind einzelne konische Segmente, die in Axialrichtung relativ zu den benachbarten konischen Segmenten in axialer Richtung bewegbar sind, durch einzelne sich in Umfangsrichtung erstreckende Streben am Brennkammergehäuse aufgehängt.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung mit einer Gasturbinenbrennkammer der eingangs genannten Art zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher, kostengünstiger Herstellbarkeit die Verwendung von faserverstärkten Keramikwerkstoffen ermöglicht.

[0010] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0011] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass das Flammenrohr aus einem keramischen Werkstoff gefertigt und in Umfangsrichtung in mehrere Umfangselemente unterteilt ist. Die Umfangselemente sind jeweils durch Axialflansche miteinander verbunden. Die Axialflansche sind mittels gelenkiger, kettengliedartiger Kopplungselemente mit den zugeordneten Bauteilen verbunden oder gekoppelt, so dass zum einen eine statisch eindeutige Zuordnung geschaffen ist und dass zum anderen Wärmeausdehnungen ohne Beschädigung der Bauelemente aufgefangen werden können. Hierzu schneiden sich die verlängerten Mittellinien der Kopplungselemente mit der Triebwerksachse.

[0012] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Teilansicht eines erfindungsgemäßen Flammenrohrs,

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung einer Teilansicht gemäß Fig. 1,

Fig. 3 eine weitere perspektivische Teilansicht,

Fig. 4 eine vereinfachte schematische Axial-Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Flammenrohrs mit Brennkammergehäuse,

Fig. 5 eine schematische Darstellung, analog Fig. 4,

mit Zuordnung zur Triebwerksachse, und

Fig. 6 eine schematische Gesamtdarstellung einer erfindungsgemäßen Brennkammer in einer Gasturbine.

[0013] Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, ein Flammenrohr 2 einer Brennkammer aus einer faserverstärkten Keramik (keramischer Werkstoff) zu fertigen, die sowohl die mechanischen wie auch die thermischen Lasten des Flammenrohres 2 aufnimmt. Die Brennkammer besteht aus einem äußeren Flammenrohr 2, einem inneren Flammenrohr 8, und dem Brennkammerkopf 7. Äußeres und inneres Flammenrohr sind in Umfangsrichtung in drei oder mehr Teile aufgeteilt.

[0014] Das Flammenrohr 2,8 ist in Umfangsrichtung in drei oder mehr Teile aufgeteilt. Die einzelnen Segmente werden durch Axialflansche 1, 9 mit Hilfe von Befestigungselementen 106 miteinander verbunden.

[0015] Die Halterung des äußeren Flammenrohres 2 an einem Brennkammergehäuse 3 erfolgt mit einer gelenkig gelagerten steifen Halterung in Form eines Kettengliedes 104, welches mit dem äußeren Axialflansch 1 am äußeren Flammenrohr 2 und einem Vorsprung 101 zur Befestigung am Brennkammergehäuse 3 verbunden ist. Hierbei schneiden sich die gedachten Verlängerungen 304 der Kettenglieder 104 auf einer Triebwerksachse 301 in einem Winkel, der größer 0° und kleiner 180° ist.

[0016] Das äußere Flammenrohr 2 wird auf einer angewinkelten Auflagefläche 208 geführt und positioniert. Je nach Auslegung kann das äußere Flammenrohr 2 auf der Auflagefläche 208 aufliegen, so dass die Halterung eine konstante Klemmkraft im Betrieb ermöglicht, oder es kann ein zur Kühlung gewünschter Spalt eingestellt werden, der im Laufe des Betriebs durch die Halterung konstant gehalten wird.

[0017] Zwischen der Auflagefläche 208 und dem äußeren Flammenrohr 2 kann zusätzlich ein flexibles hochtemperaturfestes Dichtelement 209 positioniert sein.

[0018] Die Verbindung zwischen Flammenrohr 2,8 und Brennkammerkopf 7 erfolgt ebenfalls über eine gelenkige Halterung 4, 204, die sowohl am Axialflansch 1, 9 des Flammenrohres 2 und an einem Vorsprung 103, 203 zur Befestigung am Brennkammerkopf 7 ansetzt. Auch hier schneiden sich die Verlängerungen 302, 303 der Kettenglieder 4, 204 auf der Triebwerksachse 301 unter einem Winkel, der größer 0° und kleiner 180° ist.

[0019] Die Vorsprünge 103, 203 können mit dem Brennkammerkopf 7 einstückig ausgebildet oder gefügt sein.

[0020] Der Vorsprung 101 kann mit dem Brennkammergehäuse 3 einstückig ausgebildet oder gefügt sein.

[0021] Die Funktion der gelenkigen Halterungen 4, 204 und der Vorsprünge 103, 203 ist unabhängig von ihrer Form.

[0022] Die Verbindungselemente (Befestigungselement 106, Kettenglied 104) können aus metallischen oder keramischen Werkstoffen sein.

[0023] Durch die Einführung der gelenkigen Halterung unter Verwendung der angewinkelten Auflagefläche wird im Laufe des Betriebszyklus eine spannungsarme Verbindung des Flammenrohres am Gehäuse und am Brennkammerkopf ermöglicht. Je nach Auslegungsvariante lassen sich damit entweder die Spaltmaße besser kontrollieren oder die Klemmkraft über den gesamten Betriebszyklus konstant halten.

[0024] Die erfindungsgemäße Halterung ermöglicht es bei hohen Temperaturen dem keramischen Gehäuse sich spannungsfrei relativ zum Brennkammergehäuse und zum Brennkammerkopf zu bewegen. Die Relativbewegungen werden durch die gelenkige Lagerung des Flammenrohres abgefangen.

[0025] Die Segmentierung des Flammenrohres ermöglicht es, die Fertigungskosten gegenüber einer Vollringbauweise gering zu halten, da das Volumen eines Autoklaven durch Stapeln der einzelnen Segmente besser ausgenutzt wird. Dennoch treten durch die Einführung des Axialflanschs keine Leckagen, wie sie bei Schindeln nach der GB-A 1 450 894 üblich sind, auf.

[0026] Fig. 6 zeigt eine schematische Gesamtdarstellung einer erfindungsgemäßen Brennkammer in einer Gasturbine. Dabei sind eine Brennkammer 401, ein Brenner 402 mit Arm und Kopf, Nebenstrom 403, Fan 404, Verdichter 405, inneres und äußeres Brennkammergehäuse 407 und 408, Turbinenleitrad 409, Turbinenlaufrad 410, Antriebswelle 411 sowie Brennkammerkopf 412 vorgesehen.

Bezugszeichenliste

[0027]

35	1	Äußerer Axialflansch
	2	Äußeres Flammrohr (aus 10, 11, 12 gebildet)
	3	Äußeres Brennkammergehäuse
	4	Gelenkige Halterung Kettenglied/Kopplungselement
40	5	Innere Plattform der Turbinenleitschaufel
	6	Brennerloch
	7	Brennkammerkopf
	8	Inneres Flammenrohr
	9	Innerer Axialflansch
45	10	Umfangselement
	11	Umfangselement
	12	Umfangselement
	13	Äußere Plattform der Turbinenleitschaufel
	101	Vorsprung
50	102	Befestigungselement
	103	Vorsprung
	104	Kettenglied/Kopplungselement
	105	Äußere Plattform der Turbinenleitschaufel
	106	Befestigungselement des Axialflansches
55	107	Befestigungselement des Kettengliedes
	203	Vorsprung
	204	Gelenkige Halterung Kettenglied/Kopplungselement

ment
 205 Inneres Brennkammergehäuse
 206 Diffusor
 207 Turbinenleitschaufel
 208 Auflagefläche
 209 Dichtelement
 301 Triebwerksachse
 302 Verlängerung/Verlängerte Mittellinie
 303 Verlängerung/Verlängerte Mittellinie
 304 Verlängerung/Verlängerte Mittellinie

401 Brennkammer
 402 Brenner mit Arm und Kopf
 403 Nebenstrom
 404 Fan
 405 Verdichter
 407 Inneres Brennkammergehäuse
 408 Äußeres Brennkammergehäuse
 409 Turbinenleitrad
 410 Turbinenlaufrad
 411 Antriebswelle
 412 Brennkammerkopf

Patentansprüche

1. Anordnung mit einer ringförmigen Gasturbinenbrennkammer für ein Triebwerk mit einem im Wesentlichen zylindrischen Flammenrohr (2, 8) welches aus einem keramischen Werkstoff gefertigt ist und in Umfangsrichtung in mehrere Umfangselemente (10, 11, 12) unterteilt ist, wobei die Umfangselemente (10, 11, 12) jeweils durch Axialflansche (1, 9) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Axialflansche (1, 9) jeweils mittels gelenkiger kettengliedartiger Kopplungselemente (4, 104, 204) gelagert sind, und dass verlängerte Mittellinien (302, 303, 304) der Kopplungselemente (4, 104, 204) sich mit einer Triebwerksachse (301) schneiden.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein radial äußerer Axialflansch (1) des äußeren Flammenrohrs (2) mittels eines Kopplungselements (104) an einem äußeren Brennkammergehäuse (3) gelagert ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein radial innerer Axialflansch (9) des inneren Flammenrohrs (8) mittels eines Kopplungselements an einem inneren Brennkammergehäuse (205) gelagert ist.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein radial innerer Axialflansch (9) des inneren Flammenrohrs (8) mittels eines Kopplungselements (204) an einem Brennkammerkopf (7) gelagert ist.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein radial äußerer Axialflansch (1) des äußeren Flammenrohrs (2) mittels des Kopplungselements (4) an einem Brennkammerkopf (7) gelagert ist.

Claims

1. Arrangement having an annular gas-turbine combustion chamber for an engine with an essentially cylindrical flame tube (2, 8), which is made of a ceramic material and circumferentially divided into several circumferential elements (10, 11, 12), where the circumferential elements (10, 11, 12) are each connected by axial flanges (1, 9), **characterized in that** the axial flanges (1, 9) are each supported by articulated link-type coupling elements (4, 104, 204), and that extended centerlines (302, 303, 304) of the coupling elements (4, 104, 204) intersect with an engine axis (301).
2. Arrangement in accordance with Claim 1, **characterized in that** a radially outer axial flange (1) of the outer flame tube (2) is supported on an outer combustion chamber casing (3) by means of a coupling element (104).
3. Arrangement in accordance with Claim 1, **characterized in that** a radially inner axial flange (9) of the inner flame tube (8) is supported on an inner combustion chamber casing (205) by means of a coupling element.
4. Arrangement in accordance with one of the Claims 1 to 3, **characterized in that** a radially inner axial flange (9) of the inner flame tube (8) is supported on a combustion chamber head (7) by means of a coupling element (204).
5. Arrangement in accordance with one of the Claims 1 to 4, **characterized in that** a radially outer axial flange (1) of the outer flame tube (2) is supported on a combustion chamber head (7) by means of the coupling element (4).

Revendications

1. Arrangement avec une chambre de combustion annulaire de turbine à gaz pour un moteur, comprenant un tube à flamme (2, 8) pour l'essentiel cylindrique qui est fabriqué en un matériau céramique et subdivisé dans le sens circonférentiel en plusieurs éléments circonférentiels (10, 11, 12), les éléments circonférentiels (10, 11, 12) étant respectivement reliés par des brides axiales (1, 9), **caractérisé en ce que** les brides axiales (1, 9) sont respectivement logées

au moyen d'éléments de couplage (4, 104, 204) articulés en forme de chaînon, et que des prolongements des lignes médianes (302, 303, 304) des éléments de couplage (4, 104, 204) coupent un axe du moteur (301).

5

2. Arrangement selon la revendication n° 1, **caractérisé en ce qu'**une bride axiale (1) extérieure dans le sens radial du tube à flamme (2) extérieur est logée au moyen d'un élément de couplage (104) sur un carter extérieur (3) de la chambre de combustion. 10
3. Arrangement selon la revendication n° 1, **caractérisé en ce qu'**une bride axiale (9) intérieure dans le sens radial du tube à flamme (8) intérieur est logée au moyen d'un élément de couplage sur un carter intérieur (205) de la chambre de combustion. 15
4. Arrangement selon une des revendications n° 1 à n° 3, **caractérisé en ce qu'**une bride axiale (9) intérieure dans le sens radial du tube à flamme (8) intérieur est logée au moyen d'un élément de couplage (204) sur une tête (7) de la chambre de combustion. 20
5. Arrangement selon une des revendications n° 1 à n° 4, **caractérisé en ce qu'**une bride axiale (1) extérieure dans le sens radial du tube à flamme (2) extérieur est logée au moyen de l'élément de couplage (4) sur une tête (7) de la chambre de combustion. 25

30

35

40

45

50

55

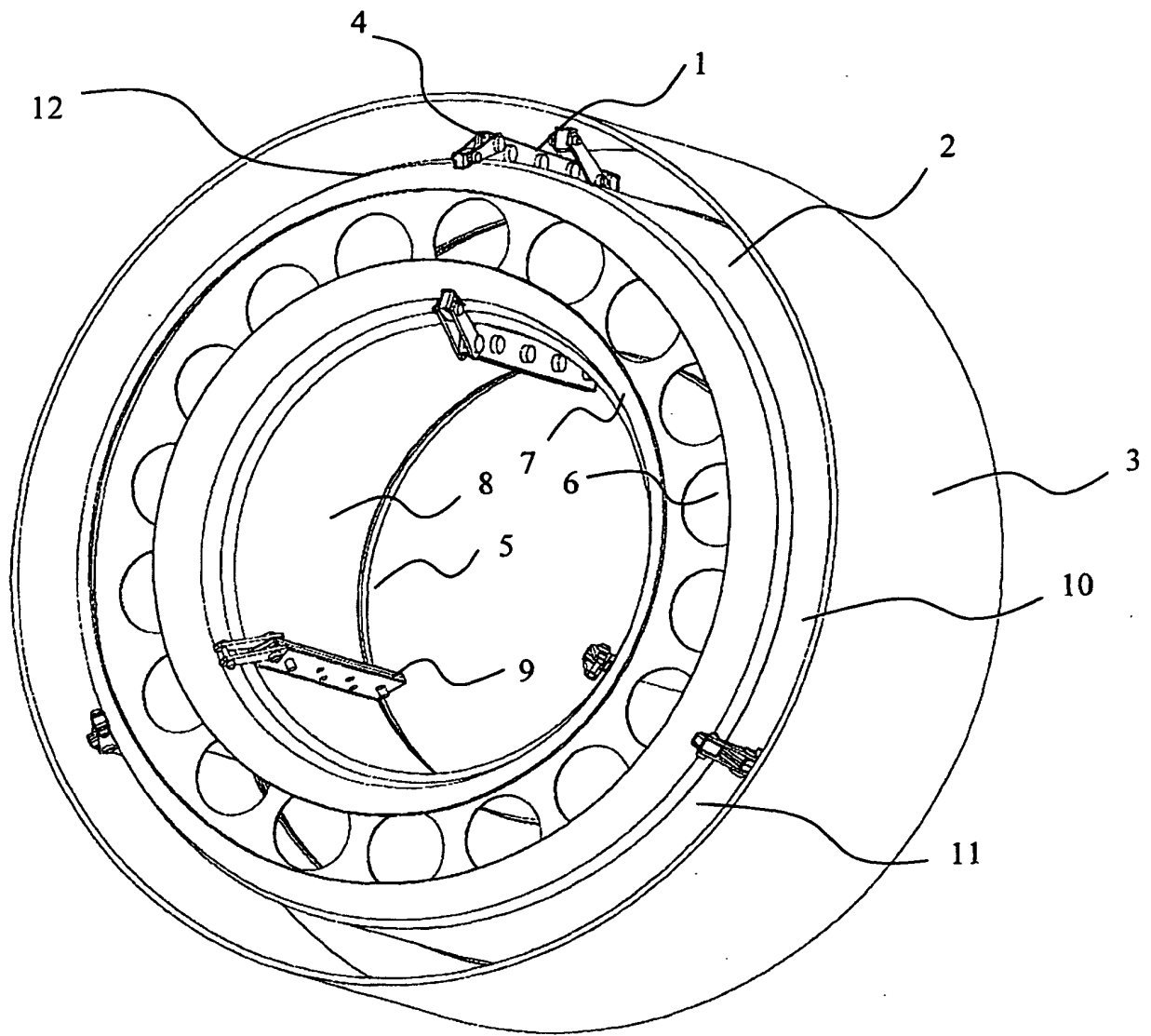


Fig. 1

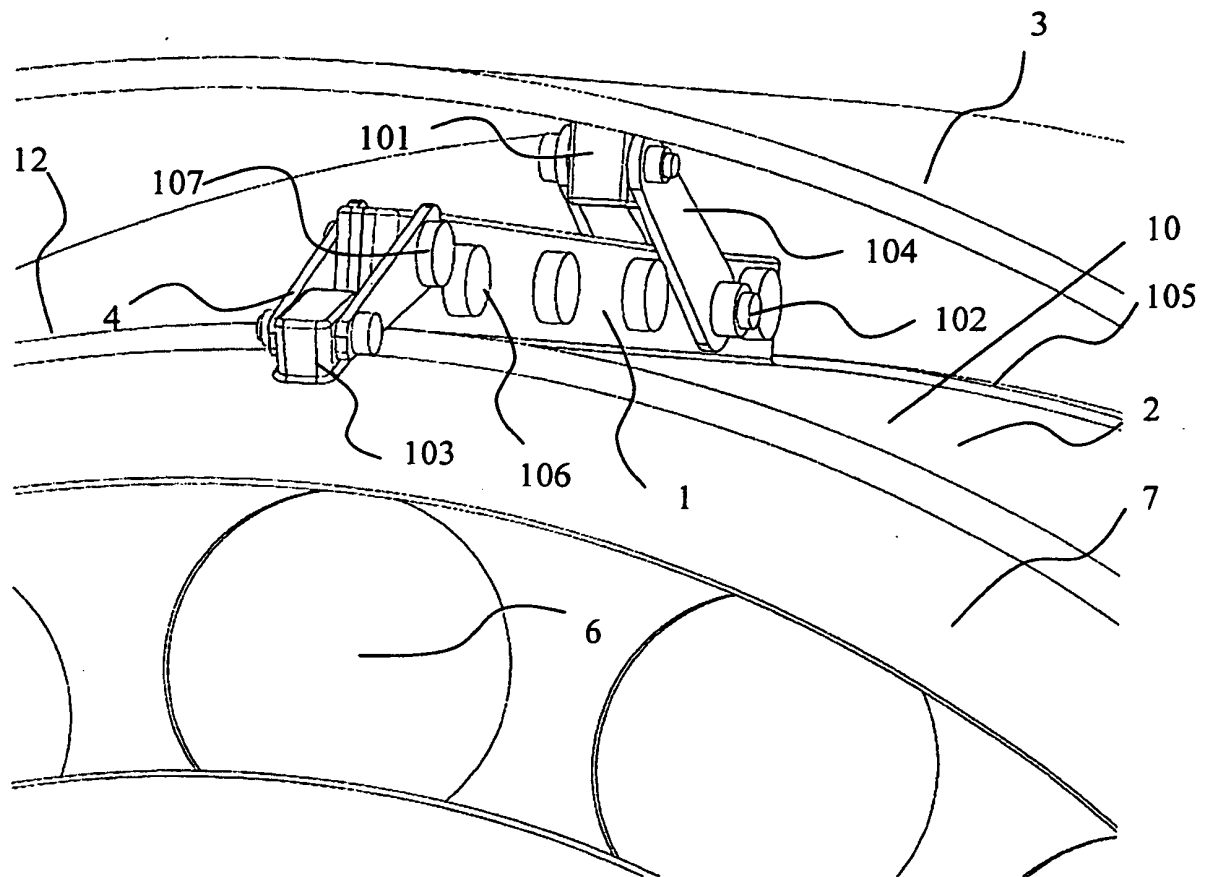


Fig. 2

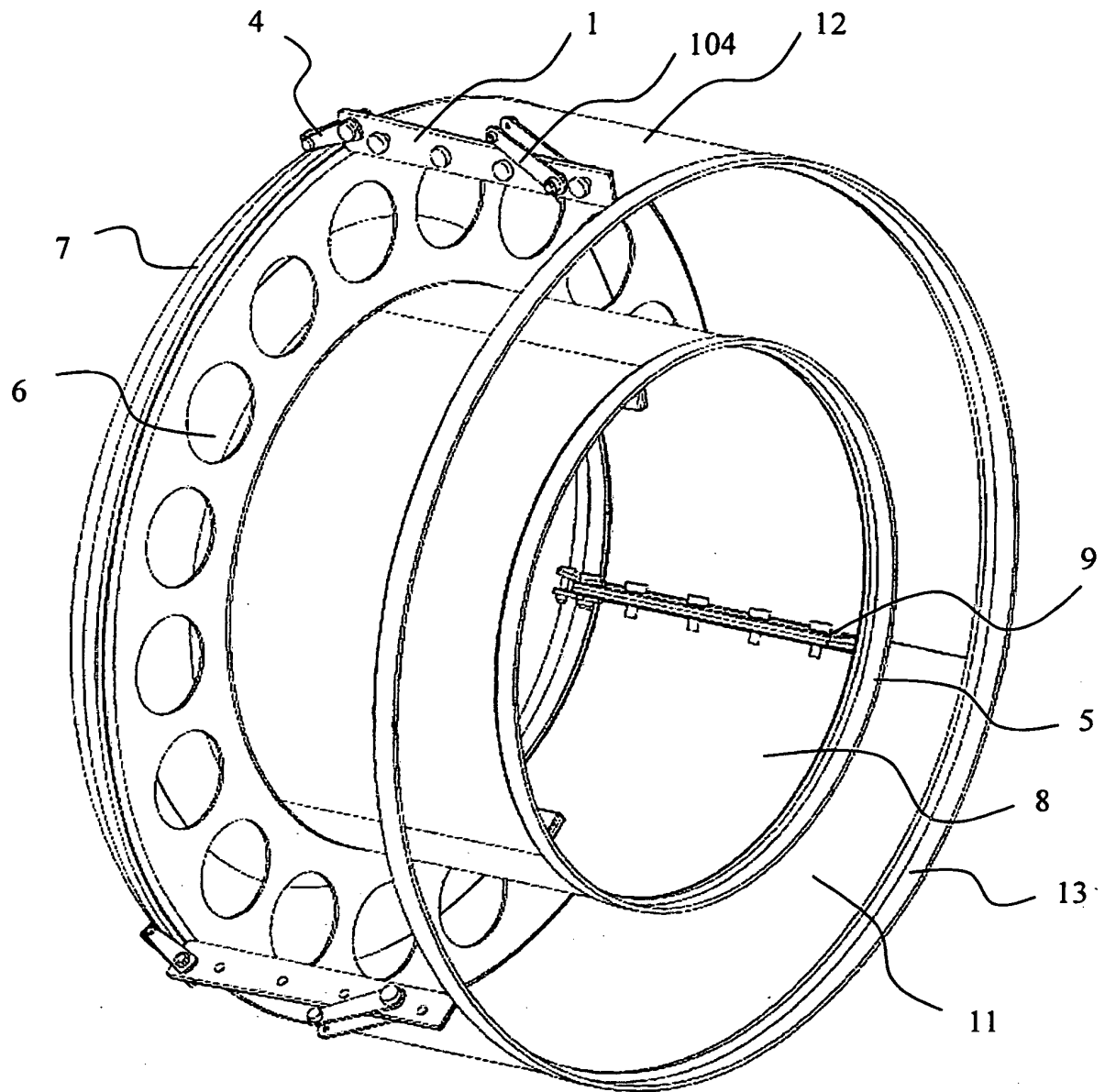


Fig. 3

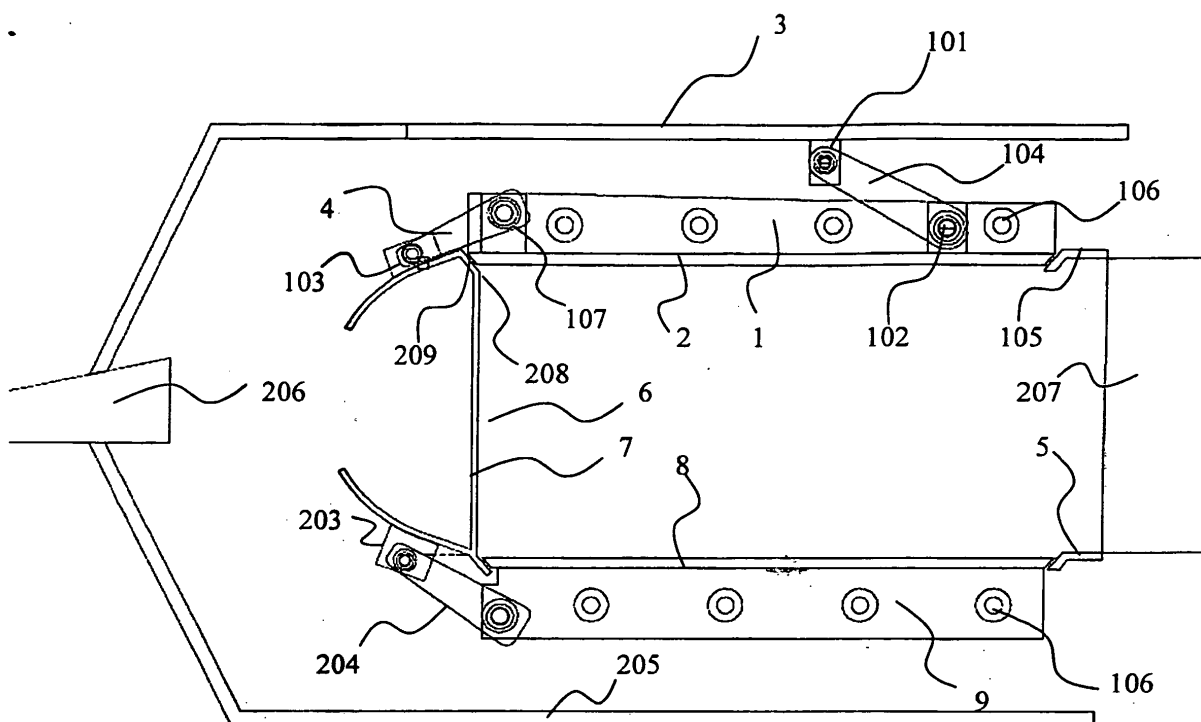


Fig. 4

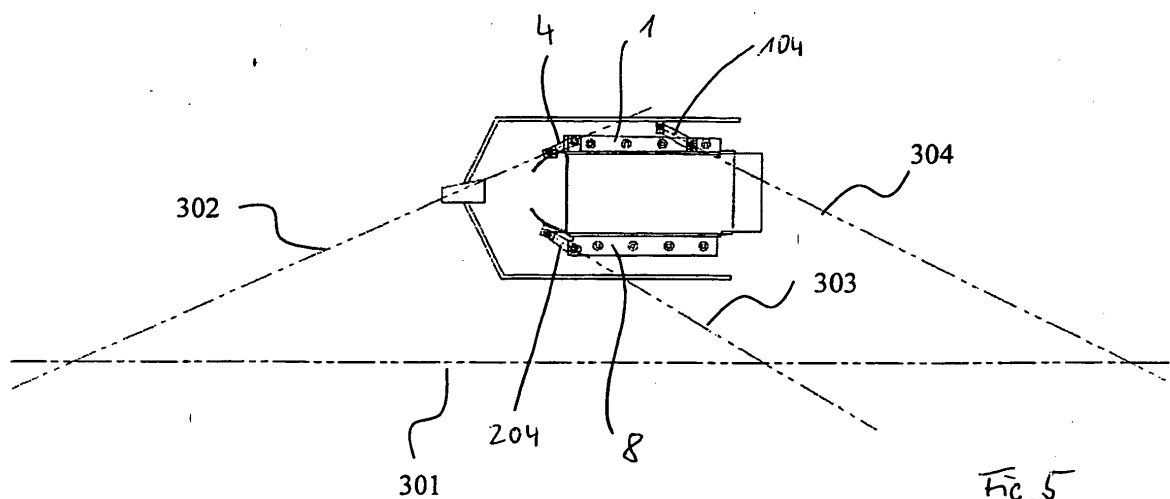


Fig-5

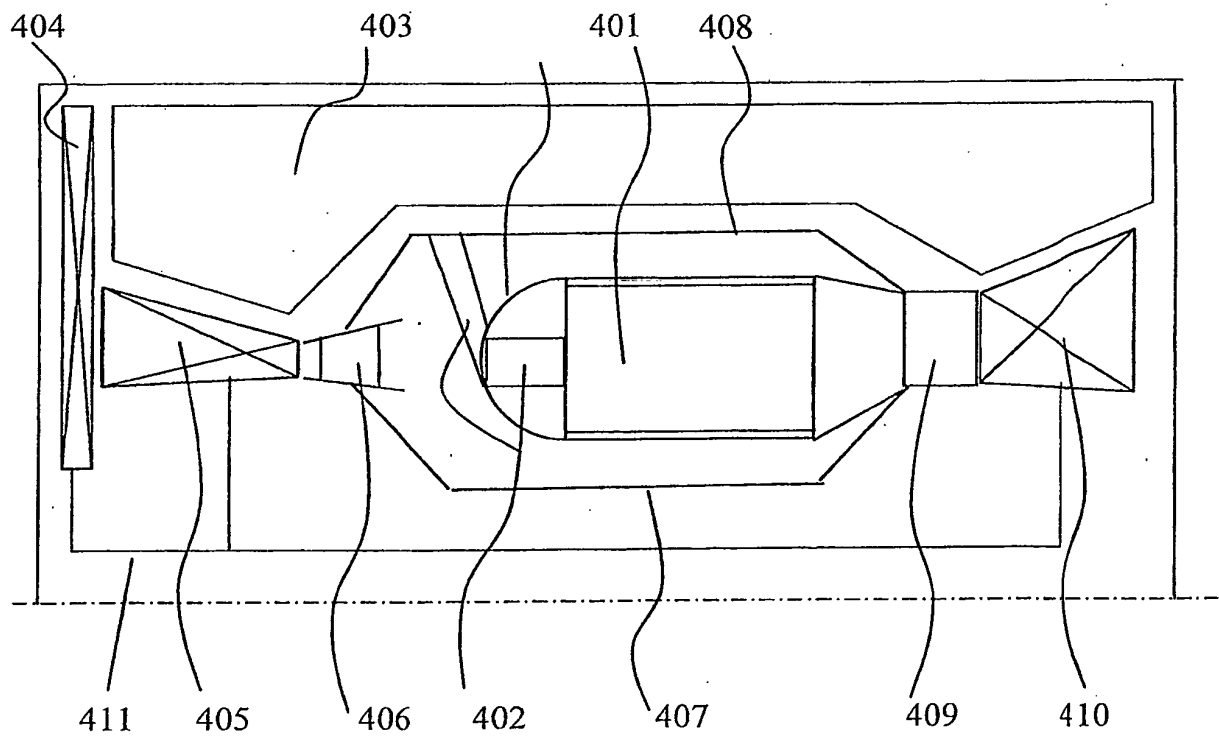


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- GB 1450894 A [0002] [0025]
- US 6397603 A [0004]
- US 3854503 A [0006]
- US 5333443 A [0007]
- GB 543918 A [0008]