

(19)



(11)

EP 3 462 091 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.01.2022 Patentblatt 2022/04

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23R 3/28^(2006.01) F23D 11/10^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18196253.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23D 11/107; F23R 3/28; F23D 2900/11101

(22) Anmeldetag: **24.09.2018**

(54) **BRENNKAMMERBAUGRUPPE MIT DÜSE MIT AXIAL ÜBERSTEHENDEM LUFTLEITELEMENT FÜR EINE NICHT GESTUFTE BRENNKAMMER EINES TRIEBWERKS**

COMBUSTION CHAMBER MODULE WITH NOZZLE WITH AXIALLY PROTRUDING AIR GUIDING ELEMENT FOR A NON-STAGED COMBUSTOR DEVICE OF AN ENGINE

ENSEMBLE CHAMBRE DE COMBUSTION POURVU DE BUSE À ÉLÉMENT DE GUIDAGE D'AIR SUPÉRIEUR AXIAL POUR UNE CHAMBRE DE COMBUSTION NON ÉTAGÉE D'UN MOTEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **EGGELS, Ruud**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)
- **STAUFER, Max**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)

(30) Priorität: **28.09.2017 DE 102017217329**

(74) Vertreter: **Maikowski & Ninnemann**
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Postfach 15 09 20
10671 Berlin (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.04.2019 Patentblatt 2019/14

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 840 316 EP-A2- 2 530 382
US-A1- 2007 137 207 US-A1- 2016 265 778
US-A1- 2016 363 321

(72) Erfinder:
• **GERENDAS, Miklos**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)

EP 3 462 091 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 Erfindung betrifft eine Brennkammerbaugruppe mit einer Düse für eine nicht gestufte Brennkammer eines Triebwerks zur Bereitstellung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches an einer Düsenaustrittsöffnung der Düse.

[0002] Eine (Einspritz-) Düse für eine Brennkammer eines Triebwerks, insbesondere für eine Ringbrennkammer eines Gasturbinentriebwerks umfasst einen die Düsenaustrittsöffnung aufweisenden Düsenhauptkörper, der neben einem Kraftstoffleitkanal zur Förderung von Kraftstoff an die Düsenaustrittsöffnung mehrere (mindestens zwei) Luftleitkanäle zur Förderung von mit dem Kraftstoff zu vermischender Luft an die Düsenaustrittsöffnung aufweist. Eine Düse dient üblicherweise auch zum Verdrallen der zugeführten Luft, die dann, mit dem zugeführten Kraftstoff gemischt, an der Düsenaustrittsöffnung der Düse in die Brennkammer gefördert wird. Mehrere Düsen sind beispielsweise in einer Düsenbaugruppe zusammengefasst, die mehrere nebeneinander, üblicherweise entlang einer Kreislinie angeordnete Düsen zur Einbringung von Kraftstoff in die Brennkammer umfasst.

[0003] Aus dem Stand der Technik, zum Beispiel der US 9,423,137 B2 oder der US 5,737,921 A, bekannte Düsen mit mehreren Luftleitkanälen und mindestens einem Kraftstoffleitkanal sehen vor, dass sich ein erster Luftleitkanal entlang einer Düsenlängsachse des Düsenhauptkörpers erstreckt und ein Kraftstoffleitkanal gegenüber dem ersten Luftleitkanal, bezogen auf die Düsenlängsachse, radial weiter außen liegt.

[0004] Mindestens ein weiterer Luftleitkanal ist dann zusätzlich gegenüber dem Kraftstoffleitkanal, bezogen auf die Düsenlängsachse, radial weiter außen liegend vorgesehen. Ein Ende des Kraftstoffleitkanals, an dem Kraftstoff aus dem Kraftstoffleitkanal in Richtung der Luft aus dem ersten Luftleitkanal ausströmt, liegt hierbei typischerweise bezogen auf die Düsenlängsachse und in Richtung der Düsenaustrittsöffnung vor dem Ende des zweiten Luftleitkanals, aus dem Luft dann in Richtung eines Gemisches aus Luft aus dem ersten Luftleitkanal und Kraftstoff aus dem Kraftstoffleitkanal ausströmt. Aus dem Stand der Technik ist ferner bekannt und beispielsweise auch in der US 9,423,137 B2 oder der US 5,737,921 vorgesehen, eine solche Düse mit einem dritten Luftleitkanal zu versehen, dessen gegebenenfalls radial nach außen versetztes Ende in axialer Richtung auf das Ende des zweiten Luftleitkanals folgt.

[0005] Aus dem Stand der Technik ist ferner bekannt, an einem im Bereich der Düsenaustrittsöffnung liegenden Ende eines radial ausliegenden Luftleitkanals ein Luftleitelement zur Führung aus dem mindestens einen weiteren Luftleitkanal strömende Luft vorzusehen. Über ein solches Luftleitelement wird die aus dem weiteren Luftleitkanal ausströmende, üblicherweise verdrehte Luft radial nach innen umgelenkt, um eine Vermischung mit dem Kraftstoff aus dem Kraftstoffleitkanal und der zu-

sätzlichen Luft insbesondere aus dem ersten, inneren Luftleitkanal zu erreichen. Hierüber soll eine Spraywolke mit Kraftstoff-Luft-Gemisch erzeugt werden, in der der Kraftstoff in fein verteilten Tropfen vorliegt. Eine Brennkammerbaugruppe mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 ist aus dem EP 2530382 A2 bekannt.

[0006] Bei aus der Praxis bekannten Düsen wurde dabei festgestellt, dass unter Umständen zu viel Kraftstoff bereits im Bereich des Endes des Kraftstoffleitkanals verdunstet und damit stark mit Kraftstoff angereicherte Zonen erzeugt werden, die wiederum zu unerwünschten Rußemissionen führen. Es besteht damit Bedarf an einer Düse sowie einer Brennkammerbaugruppe mit einer Düse, mit der eine verbesserte Zerstreuung und Verteilung insbesondere des flüssigen Kraftstoffs erreicht werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird mit einer Brennkammerbaugruppe nach Anspruch 1 gelöst.

[0008] Hiernach ist eine Düse für eine nicht gestufte, d.h., nicht mehrere in Strömungsrichtung aufeinanderfolgende Brennstoffeinspritzungen vorsehende, Brennkammer eines Triebwerks zur Bereitstellung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches an einer Düsenaustrittsöffnung der Düse vorgeschlagen, die einen die Düsenaustrittsöffnung aufweisenden Düsenhauptkörper umfasst, der sich entlang einer Düsenlängsachse erstreckt, wobei der Düsenhauptkörper ferner wenigstens das Folgende umfasst:

- mindestens einen sich entlang der Düsenlängsachse erstreckenden ersten, inneren Luftleitkanal zur Förderung von Luft an die Düsenaustrittsöffnung,
- mindestens einen gegenüber dem ersten Luftleitkanal, bezogen auf die Düsenlängsachse, radial weiter außen liegenden Kraftstoffleitkanal zur Förderung von Kraftstoff an die Düsenaustrittsöffnung, und
- mindestens einen gegenüber dem Kraftstoffleitkanal, bezogen auf die Düsenlängsachse, radial außen liegenden weiteren Luftleitkanal, wobei an einem im Bereich der Düsenaustrittsöffnung liegenden Ende dieses mindestens einen weiteren Luftleitkanals ein Luftleitelement zur Führung aus dem mindestens einen weiteren Luftleitkanal strömender Luft vorgesehen ist.

[0009] Ein Ende des Kraftstoffleitkanals ist an der Düsenaustrittsöffnung von einem radial außen liegenden Abströmrand berandet. Das Luftleitelement steht gegenüber diesem Abströmrand - mit einer definierten Länge - derart in, bezogen auf die Düsenlängsachse, axialer Richtung vor, dass

- (a) ein Referenzwinkel, der zwischen der Düsenlängsachse und einer Begrenzungsgeraden vorliegt, die durch einen (ersten) Punkt an dem Abströmrand und tangential zu dem axial vorstehenden Luftleitelement verläuft, und/oder
- (b) ein Referenzwinkel, der zwischen der Düsen-

längsachse und einer Begrenzungsgeraden vorliegt, die durch einen (ersten) Punkt an dem Abströmrand und einem maximal in axialer Richtung über den Abströmrand vorstehendem (zweiten) Punkt des Luftleitelements verläuft,

kleiner als oder gleich 50° ist.

[0010] Der Abströmrand des Kraftstoffleitkanals und das axial vorstehende Luftleitelement des radial außen liegenden Luftleitkanals sind hier somit zur Beeinflussung einer Luftströmung aus dem Luftleitkanal derart ausgebildet und aufeinander abgestimmt, dass durch einen axialen Überstand des Luftleitelements der oder die Referenzwinkel entsprechend den vorstehend angegebenen geometrischen Vorgaben eingehalten werden. Hierbei können der Referenzwinkel gemäß der vorstehend angegebenen Variante (a) und der Referenzwinkel gemäß der vorstehend angegebenen Variante (b) identisch sein. So kann eine entsprechende Begrenzungsgerade beispielsweise beide vorstehend unter (a) und (b) genannte Bedingungen erfüllen und mithin sowohl tangential zu dem axial vorstehenden Luftleitelement verlaufen und hierbei gleichzeitig durch einen Punkt an dem Abströmrand und einem maximal in axialer Richtung über den Abströmrand vorstehenden Punkt des Luftleitelements verlaufen.

[0011] Durch die vorgeschlagene Gestaltung des Abströmrandes und des Luftleitelements am Ende der Düse kann erreicht werden, dass, wenn die Düse bestimmungsgemäß an die Brennkammer montiert ist, ein maximaler Abströmwinkel, unter dem Luft aus dem Luftleitkanal bezüglich der Düsenlängsachse in Richtung des Brennraums geleitet wird, unter 50° liegt. Insbesondere kann erreicht werden, dass diese Luft bedingungslos zu den Kraftstoff-Luft-Gemisch respektive dem Spray aus Kraftstoff aus dem Kraftstoffleitkanal und Luft aus dem ersten, inneren Luftleitkanal (und gegebenenfalls einem weiteren Luftleitkanal, der zwischen dem inneren Luftleitkanal und dem radial äußersten, an seinem Ende das Luftleitelement aufweisenden Luftkanal liegt) geleitet wird. Mittels der vorgeschlagenen Düsengestaltung liegt ein maximaler Abströmwinkel, unter dem Luft aus dem radial außen liegenden Luftleitkanal bezüglich der Düsenlängsachse in Richtung des Brennraums geleitet wird, unter 50° . Hierdurch folgt der Kraftstoff besser dem Strömungspfad der Luft, die bei mehreren (mindestens zwei) radial außen liegenden Luftleitkanälen aus dem radial äußersten Luftleitkanal der Düse ausströmt. Ein im mittleren Bereich am Ende der Düse erzeugtes Kraftstoff-Luft-Gemisch, in dem der Kraftstoff bereits tropfenförmig verteilt vorliegt, folgt damit in einer Ausführungsvariante ohne Weiteres einem Strömungspfad der aus dem radial außenliegenden Luftleitkanal ausströmenden Luft, sodass der tropfenförmig Kraftstoff stärker radial auch nach außen geleitet und stärker mit Luft gemischt wird, was zu einer gleichmäßigeren Verteilung des Kraftstoffs und damit zu einer Reduzierung von Rußemissionen führt.

[0012] Die vorgeschlagene Anordnung und Gestaltung des axial vorstehenden Luftleitelements bezüglich des Abströmrandes ist dabei zunächst grundsätzlich unabhängig von einer Geometrie des Luftleitelements, über die am Ende des Luftleitkanals ausströmende Luft radial nach innen geführt wird. Über das Luftleitelement kann dementsprechend weiterhin ein minimaler Innendurchmesser der Düsenaustrittsöffnung definiert sein, sodass über das radial außen liegende (umfangsseitig umlaufende) Luftleitelement eine Verjüngung der Düsenaustrittsöffnung (gegebenenfalls kombiniert mit einer stromab nachfolgenden Aufweitung der Düsenaustrittsöffnung zur Brennkammer hin) realisiert wird.

[0013] Eine Brennerdichtung der mit der Düse versehenen Brennkammerbaugruppe weist ferner einen sich entlang der Düsenlängsachse erstreckenden Lagerabschnitt mit einer Durchgangsöffnung auf, in der die Düse positioniert ist. Hierbei ist erfindungsmäßig vorgesehen, dass die Brennerdichtung im Bereich der Düsenaustrittsöffnung der Düse ein sich radial aufweitendes Strömungselement aufweist. Ein brennraumseitiges Ende der Brennerichtung ist hier somit mit einem Strömungselement für die Führung des erzeugten Kraftstoff-Luft-Gemisches ausgebildet, wobei sich dieses Strömungselement in axialer Richtung radial aufweitet. Eine innere Mantelfläche des sich radial aufweitenden Strömungselements verläuft am Ende der Brennerdichtung unter einem Winkel zur Düsenlängsachse, der im Wesentlichen dem Referenzwinkel zwischen Düsenlängsachse und der Begrenzungsgeraden entspricht oder mit diesem Referenzwinkel übereinstimmt. Derart liegen axiale Endpunkte des Luftleitelements des radial äußeren Luftleitkanals und das Strömungselement der Brennerdichtung auf der Begrenzungsgeraden.

[0014] Beispielsweise erstrecken sich das Luftleitelement der Düse und das Strömungselement der Brennerdichtung an dieser Begrenzungsgeraden respektive einer äußeren Mantelfläche eines entsprechenden geraden Kreiskegels entlang. Insbesondere können hierbei das Luftleitelement und das Strömungselement in radial nach außen weisender Richtung aneinander anschließen. Hierdurch kann die Strömungsführung innerhalb eines definierten Strömungskegels in den Brennraum hinein weiter unterstützt werden.

[0015] In einer Ausführungsvariante verläuft die Begrenzungsgerade tangential zu dem Abströmrand und tangential zu dem axial vorstehenden Luftleitelement. Abströmrand und Luftleitelement der Düse sind hier folglich derart ausgebildet und aufeinander abgestimmt, dass der Referenzwinkel, der zwischen der Düsenlängsachse und einer Begrenzungsgeraden, die tangential zu dem Abströmrand und tangential zu dem Luftleitelement verläuft, kleiner als oder gleich 50° ist.

[0016] In einer hierauf basierenden Weiterbildung, bei der das Luftleitelement eine radial nach innen weisende Wölbung aufweist, kann die Begrenzungsgerade ferner durch einen Punkt an dem Luftleitelement verlaufen, der in axialer Richtung hinter der radial nach innen weisen-

den Wölbung des Luftleitelements liegt. Über die radial nach innen weisende, typischerweise konvexe Wölbung des Luftleitelement wird aus dem radial außen liegenden Luftleitkanal ausströmende und gegebenenfalls verdrehte Luft, radial nach innen geleitet, sodass eine Luftströmung aus dem Luftleitkanal eine radial nach innen weisende Richtungskomponente aufweist. Der Abströmrand des Kraftstoffleitkanals und das Luftleitelement sind dann geometrisch zueinander derart ausgestaltet und/oder zueinander angeordnet, dass der Referenzwinkel zwischen Düsenlängsachse und der Begrenzungsgeraden kleiner als oder gleich 50° ist, wobei dann die tangential zu dem Abströmrand und tangential zu dem Luftleitelement verlaufende Begrenzungsgerade durch einen (Bezugs-) Punkt an dem Luftleitelement verläuft, der hinter oder stromab der nach innen weisenden Wölbung des Leitelements liegt.

[0017] Im Rahmen der vorgeschlagenen Lösung hat es sich beispielsweise insbesondere als vorteilhaft erwiesen, wenn der Abströmrand des Kraftstoffleitkanals und das Luftleitelement an einer äußeren Mantelfläche eines virtuellen, geraden Kreiskegel anliegen, dessen Kegelspitze auf der - mittig verlaufenden - Düsenlängsachse liegt und dessen Öffnungswinkel dem Zweifachen des Referenzwinkels entspricht. Der Abströmrand und das Luftleitelement des radial außen liegenden Luftleitkanals sind hier somit derart ausgebildet und aufeinander abgestimmt, dass ein axiales Ende des Abströmrandes und das axial über das Ende des Abströmrandes hinaus vorstehende Luftleitelement eine äußere Mantelfläche eines solchen virtuellen geraden Kreiskegels (punktuell) berühren. Abströmrand und Luftleitelement sind hier folglich derart ausgebildet und zueinander angeordnet, dass an der Düsenaustrittsöffnung über einen geraden Kreiskegel mit einem Öffnungswinkel, der dem Zweifachen des vorgegebenen Referenzwinkels entspricht und dessen Kegelspitze auf der (mittig verlaufenden) Düsenlängsachse liegt, insbesondere die Länge vorgegeben ist, mit der ein Ende des Luftleitelements gegenüber dem Abströmrand des Kraftstoffleitkanals in axialer Richtung (im montierten Zustand zu dem Brennraum hinweisend) vorsteht.

[0018] Grundsätzlich kann die Düse zusätzlich zu dem ersten, inneren Luftleitkanal mindestens zwei weitere, radial zueinander veretzte Luftleitkanäle aufweisen. Der Leitkanal mit dem axial vorstehenden Luftleitelement, dessen axiale Länge und Gestaltung bezüglich des Abströmrandes des Kraftstoffleitkanals vorgegeben ist, bildet hierbei dann den radial äußersten Luftleitkanal. Das Luftleitelement definiert somit die radial äußerste Begrenzung der Düsenaustrittsöffnung und definiert insbesondere den axialen Verlauf des Innendurchmessers der Düsenaustrittsöffnung an deren brennraumseitigen Ende.

[0019] Ergänzend bildet die Brennerdichtung im Bereich der Düsenaustrittsöffnung der Düse ein Ende aus, dass im Wesentlichen bündig oder bündig mit einem Hitzeschild der Brennkammerbaugruppe abschließt. Dies

schließt insbesondere ein, dass das Ende der Brennerdichtung im Wesentlichen bündig oder bündig mit einem Randabschnitt des Hitzeschildes abschließt, der eine Öffnung in dem Hitzeschild berandet, in der die Brennerdichtung gehalten ist. Die Kontur des Hitzeschildes im Bereich des Randabschnitts schließt sich somit an die Brennerdichtung an und gestattet einen gleichmäßigen Übergang von der Brennerdichtung zu dem Hitzeschild in einer radial nach außen weisenden Richtung. Ein wenigstens im Wesentlichen bündiger Anschluss der Brennerdichtung mit dem Hitzeschild erlaubt ferner eine Minimierung eines radialen Spaltes zwischen der Brennerdichtung und dem Hitzeschild, wodurch das Eindringen von Verbrennungsprodukten zwischen die Brennerdichtung und den Hitzeschild vermieden wird.

[0020] Der Hitzeschild kann im Übrigen am Randabschnitt der Öffnung, durch die die Brennerdichtung ragt, gegebenenfalls angefasst sein, um einen weichen respektive noch weichen Übergang zu einem sich in axialer Richtung radial nach außen aufweitenden Strömungselement der Brennerdichtung zu ermöglichen. Derart wird beispielsweise erreicht, dass bei einer im Betrieb des Triebwerks auftretenden maximalen axialen Verschiebung der Brennerdichtung bezüglich des Hitzeschildes ein radialer Abstand zwischen der Brennerdichtung und dem Hitzeschild unter einem vorgegebenen Grenzwert gehalten wird, der zum Beispiel kleiner oder gleich 0,2 mm ist.

[0021] In einer Ausführungsvariante kann alternativ oder ergänzend eine Brennkammerbaugruppe bereitgestellt sein, bei der die Brennerdichtung im Bereich der Düsenaustrittsöffnung der Düse ein Ende ausbildet, das über einen Hitzeschild der Brennkammerbaugruppe in axialer Richtung um eine Länge a vorsteht, für die bezogen auf eine Wandstärke d des vorstehenden Endes $a \leq 1,5 d$ gilt.

[0022] Im Zuge der vorgeschlagenen Lösung ist ferner ein Triebwerk mit mindestens einer erfindungsgemäßen Brennkammerbaugruppe vorgeschlagen.

[0023] Die beigefügten Figuren anschaulichen exemplarisch mögliche Ausführungsvarianten der vorgeschlagenen Lösung.

[0024] Hierbei zeigen:

- | | | |
|----|----------|---|
| 45 | Figur 1A | ausschnittsweise eine erste Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Düse, bei der über einen mit definierter Länge axial überstehendes Luftleitelement eines radial äußersten Luftleitkanals eine Strömungsführung innerhalb eines vorgegebenen Strömungskegels erreicht ist; |
| 50 | | |
| 55 | Figur 1B | in mit der Figur 1A übereinstimmender Ansicht eine alternative Ausführungsvariante der Düse; |
| | Figur 2 | in Querschnittsansicht eine weitere |

- Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Düse;
- Figuren 3A-3F in übereinstimmenden Ansichten jeweils ausschnittsweise alternative Ausgestaltungen des Luftleitelements;
- Figur 4 in Querschnittsansicht und ausschnittsweise eine Brennkammerbaugruppe mit einer Brennerdichtung, die ein Strömungsleitelement aufweist, das im Wesentlichen bündig mit einem Hitzeschild abschließt und sich entlang einer Begrenzungsgeraden in radial nach außenweisender Richtung an das Luftleitelement der Düse anschließt;
- Figur 5 ausschnittsweise und in Querschnittsansicht eine Weiterbildung der Ausführungsvariante der Figur 4 mit einer Brennerdichtung mit einem sich aufweitenden Strömungsleitelement größerer Länge;
- Figur 6 in perspektivischer Ansicht eine Brennerdichtung für eine Ausführungsvariante gemäß der Figur 5;
- Figur 7A ein Triebwerk, in dem die Ausführungsvarianten der Figuren 1 bis 6 zum Einsatz kommt;
- Figur 7B ausschnittsweise und in vergrößertem Maßstab die Brennkammer des Triebwerks der Figur 7A;
- Figur 7C in Querschnittsansicht den grundsätzlichen Aufbau einer Düse gemäß dem Stand der Technik und die umliegenden Komponenten des Triebwerks im eingebauten Zustand der Düse;
- Figur 7D eine Rückansicht auf eine Düsenaustrittsöffnung unter Darstellung von Verdrallelementen, die in radial außen liegenden Luftleitkanälen der Düse vorgesehen sind.

[0025] Die Figur 7A veranschaulicht schematisch und in Schnittdarstellung ein (Turbofan-) Triebwerk T, bei dem die einzelnen Triebwerkskomponenten entlang einer Rotationsachse oder Mittelachse M hintereinander angeordnet sind und das Triebwerk T als Turbofan-Triebwerk ausgebildet ist. An einem Einlass oder Intake E des Triebwerks T wird Luft entlang einer Eintrittsrichtung mittels eines Fans F angesaugt. Dieser in einem Fangehäu-

se FC angeordnete Fan F wird über eine Rotorwelle S angetrieben, die von einer Turbine TT des Triebwerks T in Drehung versetzt wird. Die Turbine TT schließt sich hierbei an einen Verdichter V an, der beispielsweise einen Niederdruckverdichter 11 und einen Hochdruckverdichter 12 aufweist, sowie gegebenenfalls noch einen Mitteldruckverdichter. Der Fan F führt einerseits in einem Primärluftstrom F1 dem Verdichter V Luft zu sowie andererseits, zur Erzeugung des Schubs, in einem Sekundärluftstrom F2 einem Sekundärstromkanal oder Bypasskanal B. Der Bypasskanal B verläuft hierbei um einen Verdichter V und die Turbine TT umfassendes Kerntriebwerk, das einen Primärstromkanal für die durch den Fan F dem Kerntriebwerk zugeführte Luft umfasst.

[0026] Die über den Verdichter V in den Primärstromkanal geförderte Luft gelangt in einen Brennkammerabschnitt BKA des Kerntriebwerks, in dem die Antriebsenergie zum Antreiben der Turbine TT erzeugt wird. Die Turbine TT weist hierfür eine Hochdruckturbine 13, eine Mitteldruckturbine 14 und einen Niederdruckturbine 15 auf. Die Turbine TT treibt dabei über die bei der Verbrennung frei werdende Energie die Rotorwelle S und damit den Fan F an, um über die die in den Bypasskanal B geförderte Luft den erforderlichen Schub zu erzeugen. Sowohl die Luft aus dem Bypasskanal B als auch die Abgase aus dem Primärstromkanal des Kerntriebwerks strömen über einen Auslass A am Ende des Triebwerks T aus. Der Auslass A weist hierbei üblicherweise eine Schubdüse mit einem zentral angeordneten Auslasskonus C auf.

[0027] Die Figur 7B zeigt einen Längsschnitt durch den Brennkammerabschnitt BKA des Triebwerks T. Hieraus ist insbesondere in eine (Ring-) Brennkammer 3 des Triebwerks T ersichtlich. Zur Einspritzung von Kraftstoff respektive eines Luft-Kraftstoff-Gemisches in einen Brennraum 30 der Brennkammer 3 ist eine Düsenbaugruppe vorgesehen. Diese umfasst einen Brennkammer-ring R, an dem entlang einer Kreislinie um die Mittelachse M mehrere (Kraftstoff / Einspritz-) Düsen 2 angeordnet sind. Hierbei sind an dem Brennkammer-ring R die Düsenaustrittsöffnungen der jeweiligen Düsen 2 vorgesehen, die innerhalb der Brennkammer 3 liegen. Jede Düse 2 umfasst dabei einen Flansch, über den eine Düse 2 an ein Außengehäuse G der Brennkammer 3 geschraubt ist.

[0028] Die Figur 7C zeigt nun in Querschnittsansicht den grundsätzlichen Aufbau einer Düse 2 sowie die umliegenden Komponenten des Triebwerks T im eingebauten Zustand der Düse 2. Die Düse 2 ist hierbei Teil eines Brennkammersystems des Triebwerks T. Die Düse 2 befindet sich stromab eines Diffusors DF und wird bei der Montage durch ein Zugangsloch L durch einen Brennkammerkopf 31, durch ein Hitzeschild 300 und eine Kopfplatte 310 der Brennkammer 3 bis zum Brennraum 30 der Brennkammer 3 eingeschoben, sodass eine an einem Düsenhauptkörper 20 ausgebildete Düsenaustrittsöffnung in den Brennraum 30 reicht. Die Düse 2 ist hierbei über einen Lagerabschnitt 41 der Brennerdichtung 4 an der Brennkammer 3 positioniert und in einer Durch-

gangsöffnung des Lagerabschnitts 41 gehalten. Die Düse 2 umfasst ferner einen sich im Wesentlichen radial bezüglich der Mittelachse M erstreckenden Düsenstamm 21, in dem eine Kraftstoffzuleitung 210 untergebracht ist, die Kraftstoff zu dem Düsenhauptide 20 fördert. Am Düsenhauptide 20 sind ferner eine Kraftstoffkammer 22, Kraftstoffpassagen 220, Hitzeschilde 23 sowie Luftkammern zur Isolation 23a und 23b ausgebildet. Zusätzlich bildet der Düsenhauptide 20 einen mittig entlang einer Düsenlängsachse DM verlaufenden (ersten) inneren Luftleitkanal 26 und hierzu radial weiter außen liegende (zweite und dritte) äußere Luftleitkanäle 27a und 27b aus. Diese Luftleitkanäle 26, 27a und 27b erstrecken sich in Richtung der Düsenaustrittsöffnung der Düse 2.

[0029] Des Weiteren ist noch wenigstens ein Kraftstoffleitkanal 26 an dem Düsenhauptide 20 ausgebildet. Dieser Kraftstoffleitkanal 25 liegt zwischen dem ersten inneren Luftleitkanal 26 und dem zweiten äußeren Luftleitkanal 27a. Das Ende des Kraftstoffleitkanals 25, über den im Betrieb der Düse 2 Kraftstoff in Richtung der Luft aus dem ersten inneren Luftleitkanal 26 ausströmt, liegt, bezogen auf die Düsenlängsachse DM und in Richtung der Düsenaustrittsöffnung, vor einem Ende des zweiten Luftleitkanals 27a, aus dem Luft aus dem zweiten, äußeren Luftleitkanal 27a in Richtung eines Gemisches aus Luft aus dem ersten, inneren Luftleitkanal 26 und Kraftstoff aus dem Kraftstoffleitkanal 25 ausströmt.

[0030] In den äußeren Luftleitkanälen 27a und 27b sind Verdrallelemente 270a, 270b zum Verdralen der hierüber zugeführten Luft vorgesehen. Ferner umfasst der Düsenhauptide 20 am Ende des dritten äußeren Luftleitkanals 27b noch ein äußeres, radial nach innen weisendes Luftleitelement 271b. Bei der Düse 2, bei der sich z.B. um eine druckunterstützte Einspritzdüse handelt, folgen entsprechend der Figur 7C, bezogen auf die Düsenlängsachse DM und in Richtung der Düsenaustrittsöffnung, auf das Ende des Kraftstoffleitkanals 25, aus dem im Betrieb des Triebwerks T Kraftstoff der Luft aus dem ersten inneren, sich mittig erstreckenden Luftleitkanal 26 zugeführt wird, die Enden der zweiten und dritten radial außen liegenden Luftleitkanäle 27a und 27b. Aus diesen zweiten und dritten Luftleitkanälen 27a und 27b gelangt mittels der Verdrallelemente 270a, 270b verdrehte Luft an die Düsenaustrittsöffnung. Wie anhand der Rückansicht der Figur 7D mit Blick auf die Düsenaustrittsöffnung entlang der Düsenlängsachse DM dargestellt ist, sind diese Verdrallelemente 270a, 270b innerhalb des jeweiligen Luftleitkanals 27a, 27b über den Umfang verteilt angeordnet.

[0031] Zur Abdichtung der Düse 2 zum Brennraum 30 hin ist an dem Düsenhauptide 20 umfangsseitig noch ein Dichtungselement 28 vorgesehen. Dieses Dichtungselement 28 bildet ein Gegenstück zu einer Brennerdichtung 4. Diese Brennerdichtung 4 ist schwimmend zwischen dem Hitzeschild 300 und der Kopfplatte 310 gelagert, um bei verschiedenen Betriebszuständen radiale und axiale Bewegungen zwischen der Düse 2 und

der Brennkammer 3 auszugleichen und eine zuverlässige Dichtung zu gewährleisten.

[0032] Die Brennerdichtung 4 weist ein Strömungsleitelement 40 zum Brennraum 30 auf. Dieses Strömungsleitelement 40 sorgt in Verbindung mit dem dritten äußeren Luftleitkanal 27b an der Düse 2 für eine gewollte Strömungsführung des Kraftstoff-Luft-Gemisches, das aus der Düse 2, genauer der verdrehten Luft aus den Luftleitkanälen 26, 27a und 27b, sowie dem Kraftstoffleitkanal 25, entsteht.

[0033] Eine aus dem Stand der Technik bekannte Brennkammerbaugruppe entsprechend der Figur 7C kann hinsichtlich der Entstehung von Rußemissionen nachteilig sein. So kann die aus dem dritten Luftleitkanal 27b über das Luftleitelement 271b radial nach innen geleitete Luftströmung unter Umständen nicht zu einer erwünschten homogenen Verteilung des Kraftstoffes unmittelbar stromab der Düsenaustrittsöffnung führen. Insbesondere können unmittelbar im Bereich stromab des Kraftstoffleitkanals 25 Bereiche mit zu viel überschüssigen Kraftstoff entstehen, die wiederum zu einer Erzeugung von Rußemissionen führen. In dieser Hinsicht kann die vorgeschlagene Lösung Abhilfe schaffen, zu der unterschiedliche Ausführungsvarianten in den Figuren 1A bis 6 dargestellt sind.

[0034] Hierbei ist jeweils vorgesehen, dass ein Abströmrund 250, der das Ende des Kraftstoffleitkanals 25 an der Düsenaustrittsöffnung radial außen berandet, und das in axialer Richtung x entlang der Düsenlängsachse DM gegenüber diesem Abströmrund 250 vorstehende Luftleitelement 271b zur Beeinflussung einer Luftströmung LS aus dem dritten Luftleitkanal 271b derart ausgebildet und aufeinander abgestimmt sind, dass ein Referenzwinkel α kleiner als oder gleich 50° ist, der zwischen der Düsenlängsachse DM und einer Begrenzungsgeraden 6 vorliegt. Diese Begrenzungsgerade 6 verläuft durch einen (ersten) Punkt an dem Abströmrund 250 (z.B. durch einen Punkt an einer Abströmkante des Abströmrundes 250) und tangential zu dem axial vorstehenden Luftleitelement 271b, insbesondere tangential zu dem Abströmrund 250 und tangential zu dem die Luftströmung LS zunächst radial nach innen leitenden Luftleitelement 271b. Alternativ oder ergänzend verläuft die Begrenzungsgerade 6 durch einen Punkt an dem Abströmrund 250 und eine maximal in axialer Richtung x über den Abströmrund 250 vorstehenden (Bezugs-) Punkt 2712b eines brennraumseitigen Endes des Luftleitelements 271b.

[0035] Bei der in der Figur 1A dargestellten Düse 2 steht beispielsweise das Luftleitelement 271b mit einer vorgegebenen Länge l_1 in axialer Richtung x über den Abströmrund 250 des Kraftstoffleitkanals 25 vor, sodass die Begrenzungsgerade 6, als Tangente an den Abströmrund 250 und eine radial nach innen weisende Wölbung 2711b des Luftleitelements 271b, einen Winkel $\alpha \leq 50^\circ$ zu der mittig verlaufenden Düsenlängsachse DM einschließt. Die aus dem dritten Luftleitkanal 27b stammende Luftströmung LS wird somit an einer Innenkontur

2710b des axial vorstehenden Luftleitelements 271b in radial nach außen weisender Richtung innerhalb eines Spraykegels 5 geführt der einem natürlich ergebenden Spraykegel des eingedüsten Kraftstoffs aus dem Kraftstoffleitkanal 25 und damit dem erzeugten Kraftstoff-Luft-Gemisch angenähert ist. Die Luftströmung LS aus dem dritten Luftleitkanal 27b wird somit über das derart bezüglich dem Abströmrand 250 des Kraftstoffleitkanals 25 angeordnete Luftleitelement 271b an der Düsenaustrittsöffnung in einen virtuellen geraden Kreiskegel geleitet, dessen Kegelspitze auf der Düsenlängsachse DM liegt und dessen Öffnungswinkel 2α beträgt. Die Begrenzungsgerade 6 zeigt damit in der Figur 1 den Verlauf einer äußeren Mantelfläche dieses geraden Kreiskegels an, an dem der Abströmrand 250 und das Luftleitelement 271b (im Bereich seiner Wölbung 2711b) anliegen.

[0036] Durch die derart gewählte Gestaltung der Düse 2 wird der Luftströmung LS ein Strömungspfad mit einem Abströmen Winkel unter 50° aufgezwungen, sodass die Luft aus dem dritten Luftleitkanal 27b bedingungslos zum radial nach außen strömenden Spray geleitet wird, das sich durch den Kraftstoff aus dem Kraftstoffleitkanal 25 und der verdrahten Luft aus dem ersten, inneren Luftleitkanal 26 und dem zweiten Luftleitkanal 27a ergibt.

[0037] Bei der Ausführungsvariante der Figur 1B ist der axiale Überstand des Luftleitelements 271b gegenüber der Ausführungsvariante der Figur 1A reduziert. Hier steht das Luftleitelement 271b mit seiner konvex nach innen weisenden Wölbung 2711b mit einer kleineren Länge l_2 gegenüber dem Abströmrand 250 des Kraftstoffleitkanals 25 vor ($l_2 \leq l_1$). Auch hier sind jedoch Lage und Geometrie des Abströmrandes 250 und des Luftleitelements 271b des dritten Luftleitkanals 27b zur gezielten Beeinflussung der Luftströmung LS derart gewählt und aufeinander abgestimmt, dass die Begrenzungsgerade 6 als Tangente an den Abströmrand 250 und die Wölbung 2711b des Luftleitelements 271b mit der Düsenlängsachse DM den Winkel $\alpha \leq 50^\circ$ einschließt. Die Begrenzungsgerade 6 läuft somit auch durch einen Punkt an Abströmrand 250 (eines sogenannten "pre-filmers") und einem Punkt, der auf einer Tangente an die dem Brennraum 30 zugewandte Innenkontur 2710b des Luftleitelements 271b liegt.

[0038] Bei der Variante der Figur 2 verläuft die Begrenzungsgerade 6 ebenfalls tangential und mithin durch einen Punkt an dem Abströmrand 250 des Kraftstoffleitkanals 25. An dem Luftleitelement 271b verläuft die Begrenzungsgerade 6 jedoch durch einen axial äußersten Bezugspunkt 2712b. Auch hier sind Geometrie und Anordnung des Luftleitelements 271b unter Bezug auf den Abströmrand 250 des Kraftstoffleitkanals 25 derart gewählt, dass zur Beeinflussung der Luftströmung LS aus dem dritten Luftleitkanal 27b der Abströmrand 250 und die Innenkontur 2710b stromab der (Innen-) Wölbung 2711b an einer äußeren Mantelfläche eines virtuellen Referenz- oder Kreiskegels 7 anliegen, dessen Kegelspitze 70 auf der Düsenlängsachse DM liegt und einen Öffnungswinkel von 2α aufweist, mit $\alpha \leq 50^\circ$.

[0039] Die Figuren 3A bis 3F veranschaulichen unterschiedliche Geometrien des Luftleitelements 271b insbesondere im Hinblick auf den Verlauf einer über die radial nach innen weisende Wölbung 2711b definierte Innenkontur 2710b und die axiale Länge des Luftleitelements 271b.

[0040] Bei der in der Figur 4 dargestellten Brennkammerbaugruppe, bei der eine Düse 2 entsprechend den vorstehend erläuterten Figuren 1A bis 3F zum Einsatz kommt, ist die Brennerdichtung 4 mit ihrem brennraumseitigen Strömungsleitelement 40 im Wesentlichen bündig mit dem Hitzeschild 30 abschließend ausgestaltet. So steht das sich radial aufweitende Strömungsleitelement 40 lediglich mit einer Länge a über das Hitzeschild 30 oder besser über einen die Öffnung für die Brennerdichtung 4 berandenden Randabschnitt des Hitzeschildes 30 vor, der kleiner ist als das 1,5-fache einer Wandstärke d des Strömungsleitelements 40.

[0041] Für die optimierte Führung des Kraftstoff-Luft-Gemisches verläuft eine innere Mantelfläche des Strömungsleitelements 40 der Brennerrichtung 4 ferner unter demselben Referenzwinkel α zur Düsenlängsachse DM und schließt sich damit in der radial nach außen weisenden Richtung entlang der Begrenzungsgeraden 6 an das Luftleitelement 271b an.

[0042] Darüber hinaus ist die an einer Lagerstelle 311 schwimmend gelagerte Brennerdichtung 4 vorliegend mit einer engen Passung zwischen dem Strömungsleitelement 40 und dem Hitzeschild 30 versehen, sodass bei einer im Betrieb des Triebwerks T auftretenden maximalen axialen Verschiebung der Brennerdichtung 4 ein radialer Abstand zwischen Brennerdichtung 4 und Hitzeschild 30 einen vorgegebenen Grenzwert von 0,2 mm nicht überschreitet. Eine enge Passung zwischen der Brennerdichtung 4 und dem Hitzeschild 30 im Bereich des Endes des Strömungsleitelement 40 verhindert im Übrigen das Eindringen von Verbrennungsprodukten in eine Kavität zwischen der Brennerdichtung 4 und dem Hitzeschild 30.

[0043] Bei der in Figur 5 dargestellten Variante das sich kontinuierlich aufweitende Strömungsleitelement 41 mit einer gegenüber der Variante Figur 4 weniger stark geneigten inneren Mantelfläche ausgebildet. Gleichwohl ist auch hier vorgesehen, dass das Strömungsleitelement 40 im Wesentlichen bündig oder bündig mit der Brennerdichtung 30 abschließt und die innere Mantelfläche des Strömungsleitelements 40 unter dem Referenzwinkel α zur Düsenlängsachse DM verläuft.

[0044] Die Figur 6 veranschaulicht in perspektivischer Ansicht eine mögliche Ausgestaltung der in der Figur 5 schematisch dargestellten Brennerdichtung mit dem sich zum Brennraum 30 hin aufweitenden Strömungsleitelement 40.

55 Bezugszeichenliste

[0045]

11	Niederdruckverdichter
12	Hochdruckverdichter
13	Hochdruckturbine
14	Mitteldruckturbine
15	Niederdruckturbine
2	Düse
20	Düsenhauptkörper
21	Stamm
210	Kraftstoffzuleitung
22	Kraftstoffkammer
220	Kraftstoffpassage
23	Hitzeschild
24a, 24b	Luftkammer
25	Kraftstoffleitkanal
250	Abströmrund
26	Erster Luftleitkanal
270a, 270b	Verdrallelement
271b	Luftleitelement
2710b	Innenkontur
2711b	Wölbung
2712b	Bezugspunkt
27a	Zweiter Luftleitkanal
27b	Dritter Luftleitkanal
28	Dichtungselement
3	Brennkammer
30	Brennraum
300	Hitzeschild
31	Brennkammerkopf
310	Kopfplatte
311	Lagerstelle
4	Brennerdichtung
40	Strömungselement
41	Lagerabschnitt
5	Spraykegel
6	Tangente / Begrenzungsgerade)
7	Referenzkegel / Kreiskegel
70	Kegelspitze
A	Auslass
a	Länge
B	Bypasskanal
BKA	Brennkammerabschnitt
C	Auslasskonus
D	Wandstärke
DF	Diffusor
DM	Düsenlängsachse
E	Einlass / Intake
F	Fan
F1, F2	Fluidstrom
FC	Fanghäuse
G	Außengehäuse
L	Zugangsloch
l ₁ , l ₂	Länge
LS	Luftströmung
M	Mittelachse / Rotationsachse
R	Brennkammerring
S	Rotorwelle
T	(Turbofan-)Triebwerk
TT	Turbine

V	Verdichter
x	Richtung
α	Referenzwinkel

5

Patentansprüche**1. Brennkammerbaugruppe, mit**

10

- einer Brennerdichtung (4), die einen sich entlang einer Düsenlängsachse (DM) erstreckenden Lagerabschnitt (41) mit einer Durchgangsöffnung aufweist und in einer Öffnung eines Hitzeschildes (300) einer Brennkammer (3) gehalten ist, und

15

- einer in der Durchgangsöffnung des Lagerabschnitts (41) positionierten Düse für eine nicht gestufte Brennkammer (3) eines Triebwerks (T) zur Bereitstellung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches an einer Düsenaustrittsöffnung der Düse (2), wobei die Düse (2) einen die Düsenaustrittsöffnung aufweisenden Düsenhauptkörper (20) umfasst, der sich entlang der Düsenlängsachse (DM) erstreckt, und der Düsenhauptkörper (20) ferner wenigstens das Folgende umfasst:

25

- mindestens einen sich entlang der Düsenlängsachse (DM) erstreckenden ersten, inneren Luftleitkanal (26) zur Förderung von Luft an die Düsenaustrittsöffnung,
- mindestens einen gegenüber dem ersten Luftleitkanal (26), bezogen auf die Düsenlängsachse (DM), radial weiter außen liegenden Kraftstoffleitkanal (25) zur Förderung von Kraftstoff an die Düsenaustrittsöffnung, und

30

- mindestens einen gegenüber dem Kraftstoffleitkanal (25), bezogen auf die Düsenlängsachse (DM), radial außen liegenden weiteren Luftleitkanal (27b), wobei an einem im Bereich der Düsenaustrittsöffnung liegenden Ende dieses mindestens einen weiteren Luftleitkanals (27b) ein Luftleitelement (271b) zur Führung aus dem mindestens einen weiteren Luftleitkanal (27b) strömender Luft vorgesehen ist,

45

wobei

ein Ende des Kraftstoffleitkanals (25) an der Düsenaustrittsöffnung von einem radial außen liegenden Abströmrund (250) berandet ist und das Luftleitelement (271b) gegenüber diesem Abströmrund (250) derart in, bezogen auf die Düsenlängsachse (DM), axialer Richtung (x) vorsteht, dass

50

- ein Referenzwinkel (a), der zwischen der Düsenlängsachse (DM) und einer Begrenzungsgeraden (6) vorliegt, die durch einen Punkt an dem Abströmrund (250) und tangential zu dem

55

axial vorstehenden Luftleitelement (271b) verläuft, und/oder

- ein Referenzwinkel (a), der zwischen der Düsenlängsachse (DM) und einer Begrenzungsgeraden (6) vorliegt, die durch einen Punkt an dem Abströmrand (250) und einem maximal in axialer Richtung (x) über den Abströmrand (250) vorstehendem Punkt (2712b) des Luftleitelements (271b) verläuft, kleiner als oder gleich 50° ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Brennerdichtung (4) im Bereich der Düsenaustrittsöffnung der Düse (2) ein sich radial aufweitendes Strömungselement (40) zu einem Brennraum (30) der Brennkammer (3) aufweist und eine innere Mantelfläche des sich radial aufweitenden Strömungselements (40) am Ende der Brennerdichtung (4) unter einem Winkel zur Düsenlängsachse (DM) verläuft, der im Wesentlichen dem Referenzwinkel (a) entspricht oder mit dem Referenzwinkel (a) übereinstimmt.

2. Brennkammerbaugruppe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Begrenzungsgerade (6) tangential zu dem Abströmrand (250) und tangential zu dem Luftleitelement (271b) verläuft.

3. Brennkammerbaugruppe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Luftleitelement (271b) eine radial nach innen weisende Wölbung (2711b) aufweist und die Begrenzungsgerade (6) durch einen Punkt (2712b) an dem Luftleitelement (271b) verläuft, der in axialer Richtung (x) hinter der radial nach innen weisenden Wölbung (2711b) des Luftleitelements (271b) liegt.

4. Brennkammerbaugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abströmrand (250) des Kraftstoffleitkanals (25) und das Luftleitelement (271b) an einer äußeren Mantelfläche eines virtuellen geraden Kreiskegels (7) anliegen, dessen Kegelspitze (70) auf der Düsenlängsachse (DM) liegt und dessen Öffnungswinkel dem Zweifachen des Referenzwinkels (a) entspricht.

5. Brennkammerbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (2) zusätzlich zu dem ersten, inneren Luftleitkanal (26) mindestens zwei weitere, radial zueinander versetzte Luftleitkanäle (27a, 27b) aufweist, wobei der Luftleitkanal (27b) mit dem axial vorstehenden Luftleitelement (271b) den radial äußersten Luftleitkanal (27b) bildet.

6. Brennkammerbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennerdichtung (4) im Bereich der Düsenaustrittsöffnung der Düse (2) ein Ende ausbildet, das

im Wesentlichen bündig oder bündig mit einem Hitzeschild (300) der Brennkammerbaugruppe abschließt.

7. Brennkammerbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennerdichtung (4) im Bereich der Düsenaustrittsöffnung der Düse (2) ein Ende ausbildet, das über einen Hitzeschild (300) der Brennkammerbaugruppe in axialer Richtung (x) um eine Länge a vorsteht, für die bezogen auf eine Wandstärke d des vorstehenden Endes gilt:

$$a \leq 1,5 d.$$

8. Triebwerk mit mindestens einer Brennkammerbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Claims

1. Combustion chamber assembly, having

- a combustor seal (4) which has a support section (41) extending along a nozzle longitudinal axis (DM) and having a passage opening and which is held in an opening of a heat shield (300) of a combustion chamber (3), and

- a nozzle, which is positioned in the passage opening of the support section (41), for a non-staged combustion chamber (3) of an engine (T) for the purposes of providing a fuel-air mixture at a nozzle outlet opening of the nozzle (2), wherein the nozzle (2) comprises a nozzle main body (20) which has the nozzle outlet opening and which extends along the nozzle longitudinal axis (DM), and the nozzle main body (20) furthermore comprises at least the following:

- at least one first, inner air-guiding channel (26) which extends along the nozzle longitudinal axis (DM) and which serves for conveying air to the nozzle outlet opening,

- at least one fuel-guiding channel (25) which is situated radially further to the outside than the first air-guiding channel (26) in relation to the nozzle longitudinal axis (DM) and which serves for conveying fuel to the nozzle outlet opening, and

- at least one further air-guiding channel (27b) which is situated radially further to the outside than the fuel-guiding channel (25) in relation to the nozzle longitudinal axis (DM), wherein, at an end of said at least one further air-guiding channel (27b) which is situated in the region of the nozzle outlet opening, there is provided an air-guiding el-

ement (271b) for guiding air that flows out of the at least one further air-guiding channel (27b),

wherein

an end of the fuel-guiding channel (25) at the nozzle outlet opening is bordered by a flow-off edge (250) situated radially to the outside, and the air-guiding element (271b) protrudes relative to said flow-off edge (250) in an axial direction (x) in relation to the nozzle longitudinal axis (DM) such that

- a reference angle (α) between the nozzle longitudinal axis (DM) and a straight reference line (6) that runs through a point on the flow-off edge (250) and tangentially with respect to the axially protruding air-guiding element (271b), and/or
- a reference angle (α) between the nozzle longitudinal axis (DM) and a straight reference line (6) that runs through a point on the flow-off edge (250) and a point (2712b) of the air-guiding element (271b) that protrudes to a maximum extent beyond the flow-off edge (250) in the axial direction (x),

is less than or equal to 50° ,

characterized in that

the combustor seal (4) has, in the region of the nozzle outlet opening of the nozzle (2), a radially widening flow-guiding element (40) in the direction of a combustion space (30) of the combustion chamber (3), and an inner lateral surface of the radially widening flow-guiding element (40) at the end of the combustor seal (4) runs at an angle with respect to the nozzle longitudinal axis (DM), which angle substantially corresponds to the reference angle (α) or matches the reference angle (α).

2. Combustion chamber assembly according to Claim 1, **characterized in that** the straight reference line (6) runs tangentially with respect to the flow-off edge (250) and tangentially with respect to the air-guiding element (271b).
3. Combustion chamber assembly according to Claim 2, **characterized in that** the air-guiding element (271b) has a radially inwardly pointing bulge (2711b), and the straight reference line (6) runs through a point (2712b) on the air-guiding element (271b) which is situated behind the inwardly pointing bulge (2711b) of the air-guiding element (271b) in the axial direction (x).
4. Combustion chamber assembly according to any one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the flow-off edge (250) of the fuel-guiding channel (25) and the air-guiding element (271b) lie on an outer lateral surface of a virtual straight circular cone (7), the cone

tip (70) of which lies on the nozzle longitudinal axis (DM) and the opening angle of which corresponds to twice the reference angle (α).

5. Combustion chamber assembly according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the nozzle (2) has not only the first, inner air-guiding channel (26) but also at least two further air-guiding channels (27a, 27b) which are radially offset with respect to one another, wherein the air-guiding channel (27b) with the axially protruding air-guiding element (271b) forms the radially outermost air-guiding channel (27b).
6. Combustion chamber assembly according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the combustor seal (4) forms, in the region of the nozzle outlet opening of the nozzle (2), an end that terminates substantially flush, or flush, with a heat shield (300) of the combustion chamber assembly.
7. Combustion chamber assembly according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the combustor seal (4) forms, in the region of the nozzle outlet opening of the nozzle (2), an end that protrudes beyond a heat shield (300) of the combustion chamber assembly in the axial direction (x) by a length a, for which, in relation to a wall thickness d of the protruding end, the following applies:

$$a \leq 1.5 \cdot d.$$
8. Engine having at least one combustion chamber assembly according to any one of the preceding claims.

Revendications

1. Ensemble chambre de combustion, comportant
 - un joint d'étanchéité de brûleur (4), qui comprend une partie de support (41) s'étendant le long d'un axe longitudinal de buse (DM) et dotée d'une ouverture traversante, et est retenu dans un orifice d'un bouclier thermique (300) d'une chambre de combustion (3), et
 - une buse, positionnée dans l'ouverture traversante de la partie de support (41) pour une chambre de combustion (3) non étagée d'un moteur (T), servant à la fourniture d'un mélange carburant/air au niveau d'un orifice de sortie de la buse (2), la buse (2) comportant un corps principal de buse (20) comprenant l'orifice de sortie de buse, lequel corps s'étend le long de l'axe longitudinal de buse (DM), et le corps principal de buse (20) comportant en outre au moins les éléments suivants :

- au moins un premier canal de guidage d'air intérieur (26) s'étendant le long de l'axe longitudinal de buse (DM) et servant au transport d'air au niveau de l'orifice de sortie de buse,

- au moins un canal de guidage de carburant (25) situé radialement plus à l'extérieur que le premier canal de guidage d'air (26), par rapport à l'axe longitudinal de buse (DM), et servant au transport de carburant au niveau de l'orifice de sortie de buse, et

- au moins un autre canal de guidage d'air (27b) situé radialement à l'extérieur par rapport au canal de guidage de carburant (25), par rapport à l'axe longitudinal de buse (DM), un élément de guidage d'air (271b) servant au guidage de l'air s'écoulant hors de l'au moins un autre canal de guidage d'air (27b) étant prévu à une extrémité de cet au moins un autre canal de guidage d'air (27b) située dans la région de l'orifice de sortie de buse, une extrémité du canal de guidage de carburant (25) au niveau de l'orifice de sortie de buse étant bordée par un bord de fuite (250) situé radialement à l'extérieur et l'élément de guidage d'air (271b) faisant saillie par rapport à ce bord de fuite (250) dans la direction axiale (x) par rapport à l'axe longitudinal de buse (DM), de telle sorte que

- un angle de référence (a) qui est présent entre l'axe longitudinal de buse (DM) et une droite de limitation (6) qui passe par un point au niveau du bord de fuite (250) et s'étend tangentielle-ment à l'élément de guidage d'air (271b) saillant axialement, et/ou

- un angle de référence (a) qui est présent entre l'axe longitudinal de buse (DM) et une droite de limitation (6) qui passe par un point au niveau du bord de fuite (250) et un point (2712b) de l'élément de guidage d'air (271b) saillant au-de-là du bord de fuite (250) au maximum dans la direction axiale (x),

est/sont inférieur(s) ou égal/égaux à 50°,

caractérisé en ce que

le joint d'étanchéité de brûleur (4) comprend, dans la région de l'orifice de sortie de la buse (2), un élément de guidage d'écoulement (40) s'élargissant radialement vers un espace de combustion (30) de la chambre de combustion (3) et une surface d'enveloppe intérieure de l'élément de guidage d'écoulement (40) s'élargissant radialement à l'extrémité du joint d'étanchéité de brûleur (4) s'étendant suivant un angle par rapport à l'axe longitudinal de buse (DM) qui correspond sensiblement à l'angle de référence (a) ou coïncide avec l'angle de référence (a).

2. Ensemble chambre de combustion selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la droite de limitation (6) s'étend tangentiellement au bord de fuite (250) et tangentiellement à l'élément de guidage d'air (271b) .

3. Ensemble chambre de combustion selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'élément de guidage d'air (271b) comprend un bombement (2711b) orienté radialement vers l'intérieur et la droite de limitation (6) passe par un point (2712b) au niveau de l'élément de guidage d'air (271b), lequel point est situé derrière le bombement (2711b) orienté radialement vers l'intérieur de l'élément de guidage d'air (271b) dans la direction axiale (x).

4. Ensemble chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le bord de fuite (250) du canal de guidage de carburant (25) et l'élément de guidage d'air (271b) s'appuient contre une surface d'enveloppe extérieure d'un cône circulaire (7) droit virtuel dont le sommet de cône (70) est situé sur l'axe longitudinal de buse (DM) et dont l'angle d'ouverture correspond au double de l'angle de référence (a) .

5. Ensemble chambre de combustion selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la buse (2) comprend, en plus du premier canal de guidage d'air intérieur (26), au moins deux autres canaux de guidage d'air (27a, 27b) décalés radialement les uns par rapport aux autres, le canal de guidage d'air (27b) formant le canal de guidage d'air (27b) radialement le plus à l'extérieur avec l'élément de guidage d'air (271b) saillant axialement.

6. Ensemble chambre de combustion selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le joint d'étanchéité de brûleur (4) forme, dans la région de l'orifice de sortie de la buse (2), une extrémité qui se termine sensiblement en affleurement ou en affleurement avec un bouclier thermique (300) de l'ensemble chambre de combustion.

7. Ensemble chambre de combustion selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le joint d'étanchéité de brûleur (4) forme, dans la région de l'orifice de sortie de la buse (2), une extrémité qui fait saillie au-delà d'un bouclier thermique (300) de l'ensemble chambre de combustion dans la direction axiale (x) d'une longueur a, pour laquelle, par rapport à une épaisseur de paroi d de l'extrémité saillante, l'on a :

$$a \leq 1,5 d.$$

8. Moteur comportant au moins un ensemble chambre

de combustion selon l'une des revendications précédentes.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

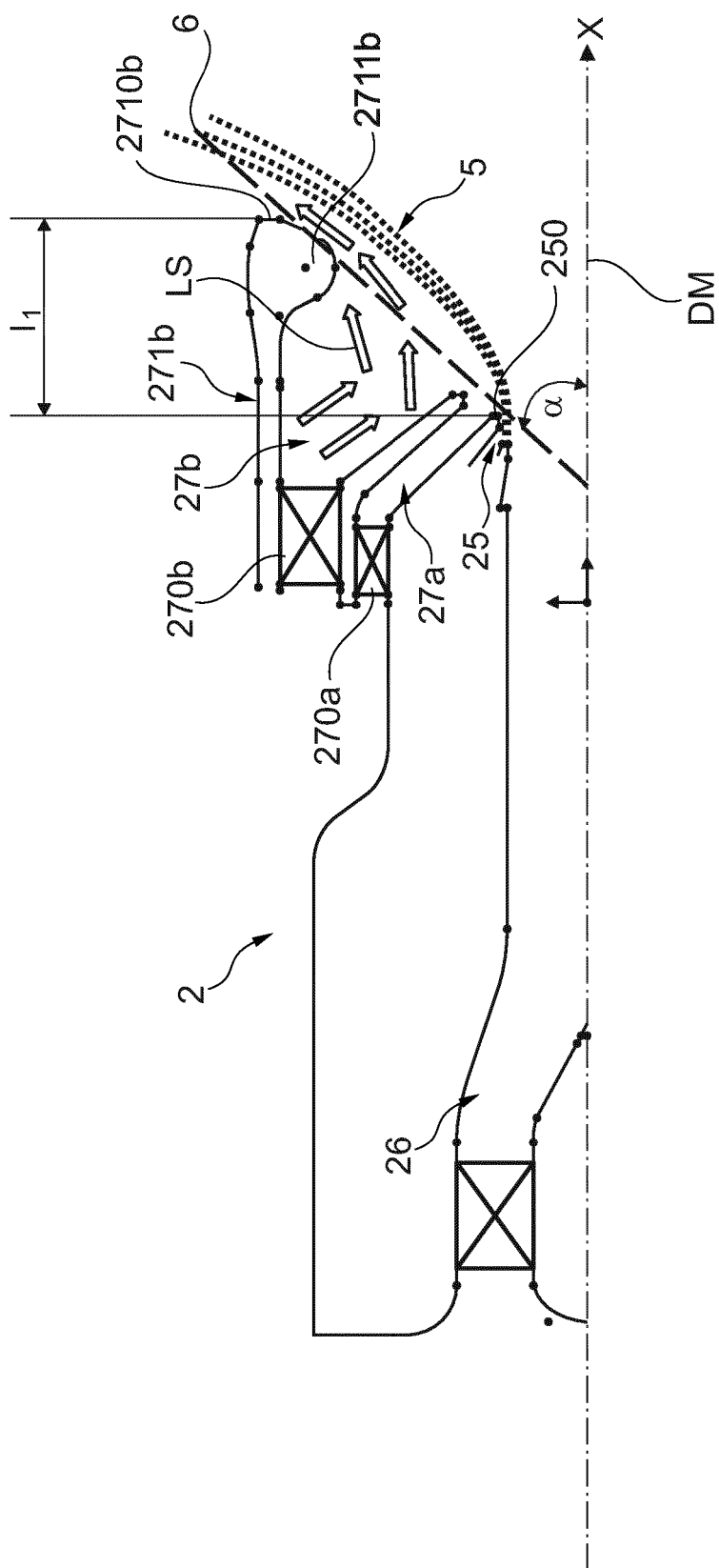


Fig. 1A

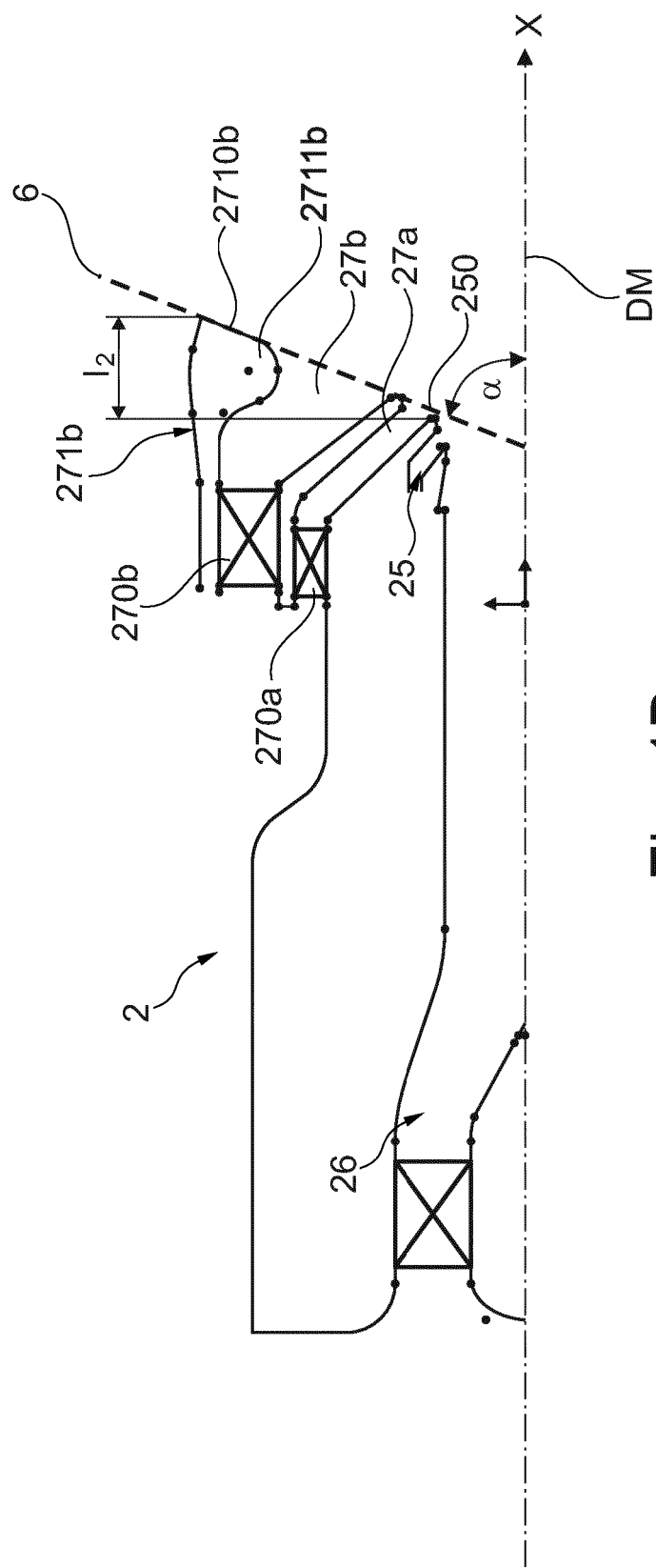


Fig. 1B

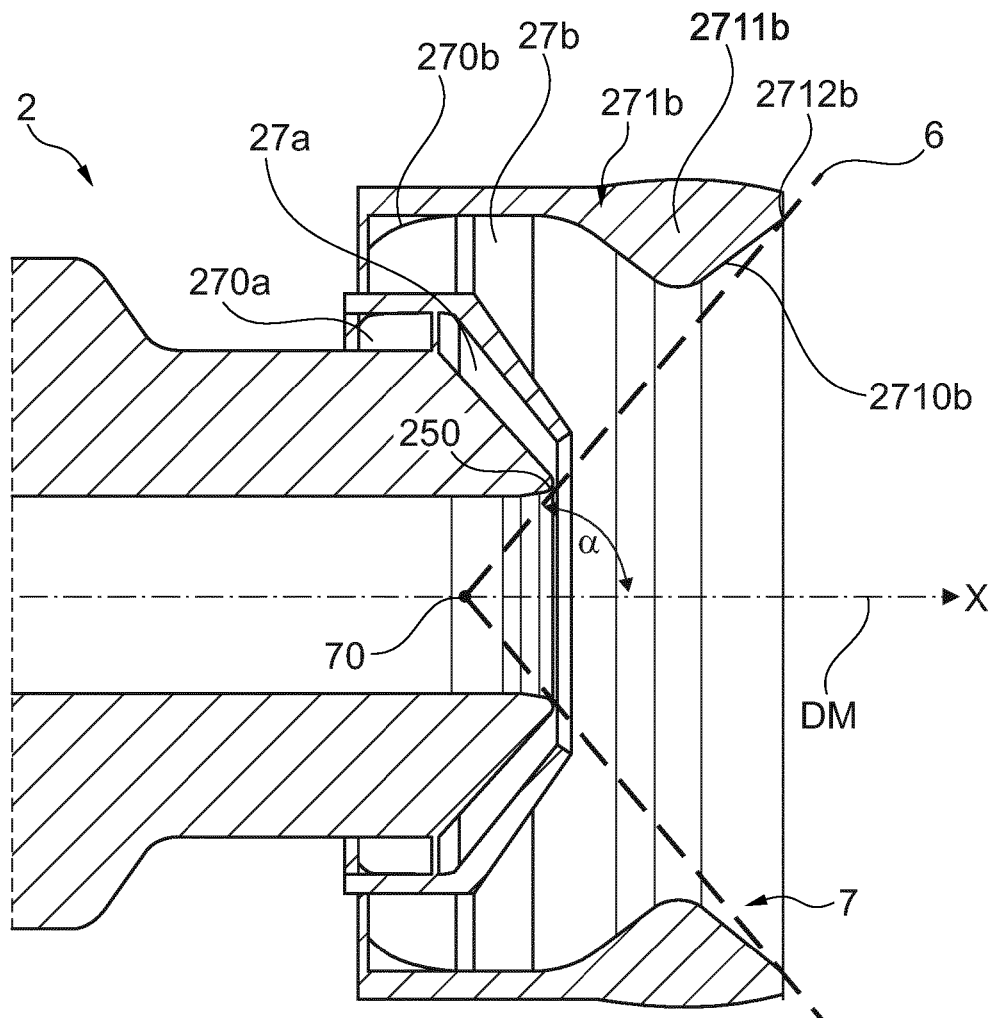


Fig. 2

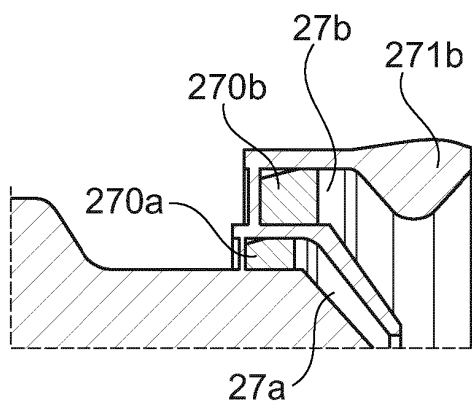


Fig. 3A

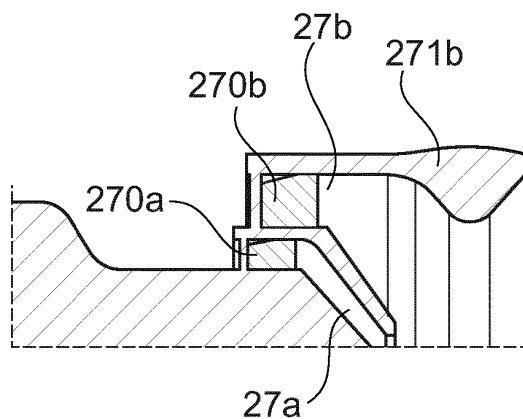


Fig. 3B

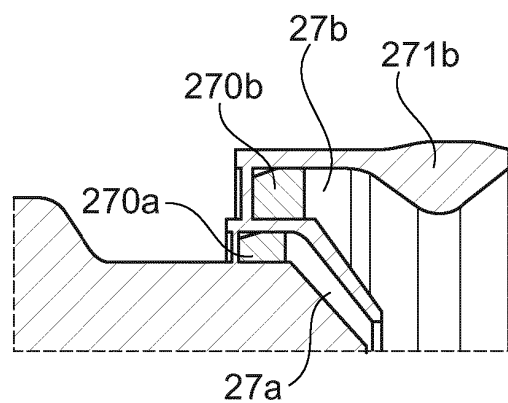


Fig. 3C

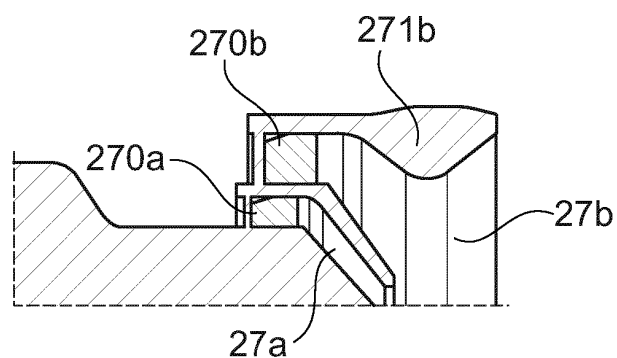


Fig. 3D

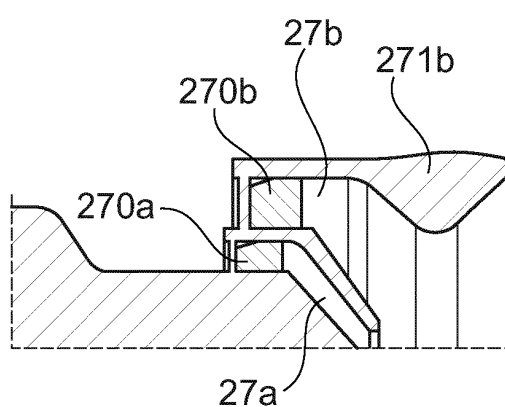


Fig. 3E

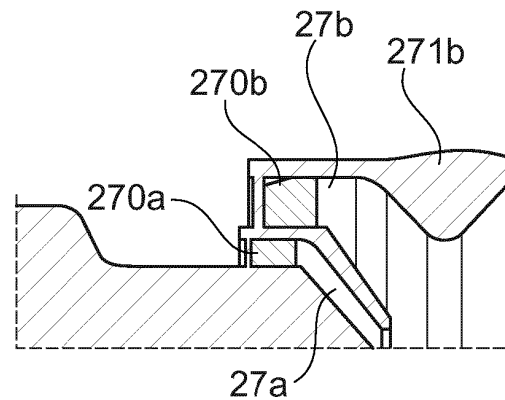


Fig. 3F

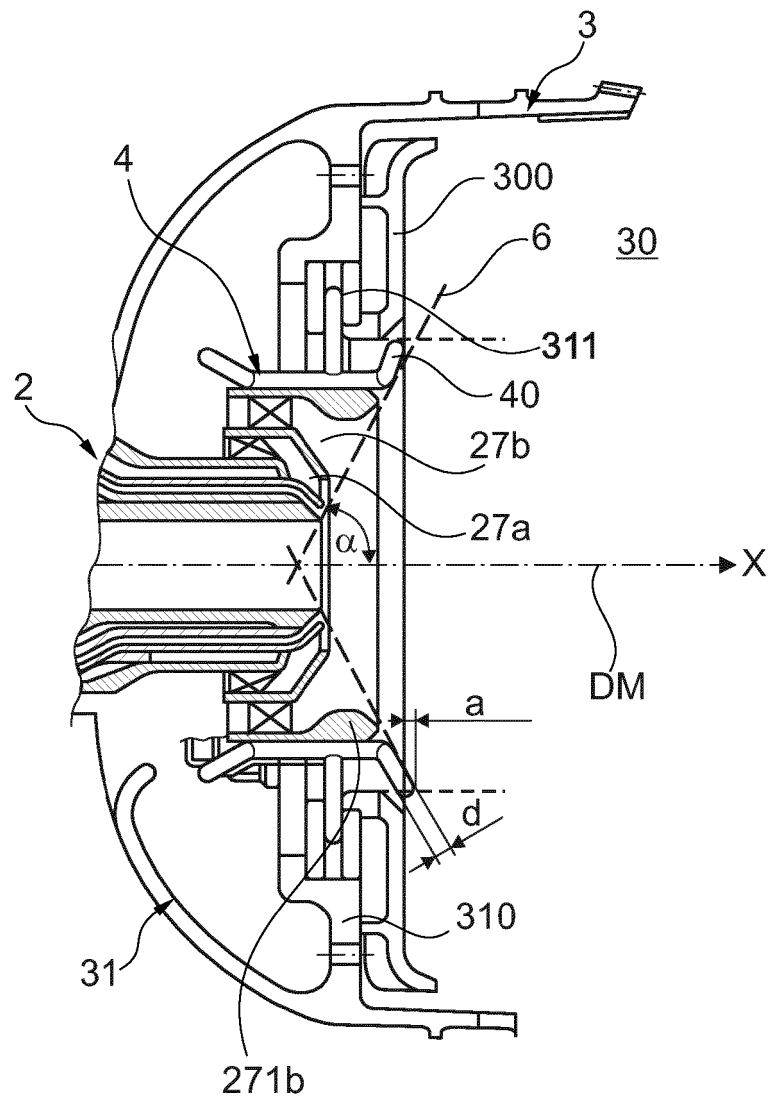


Fig. 4

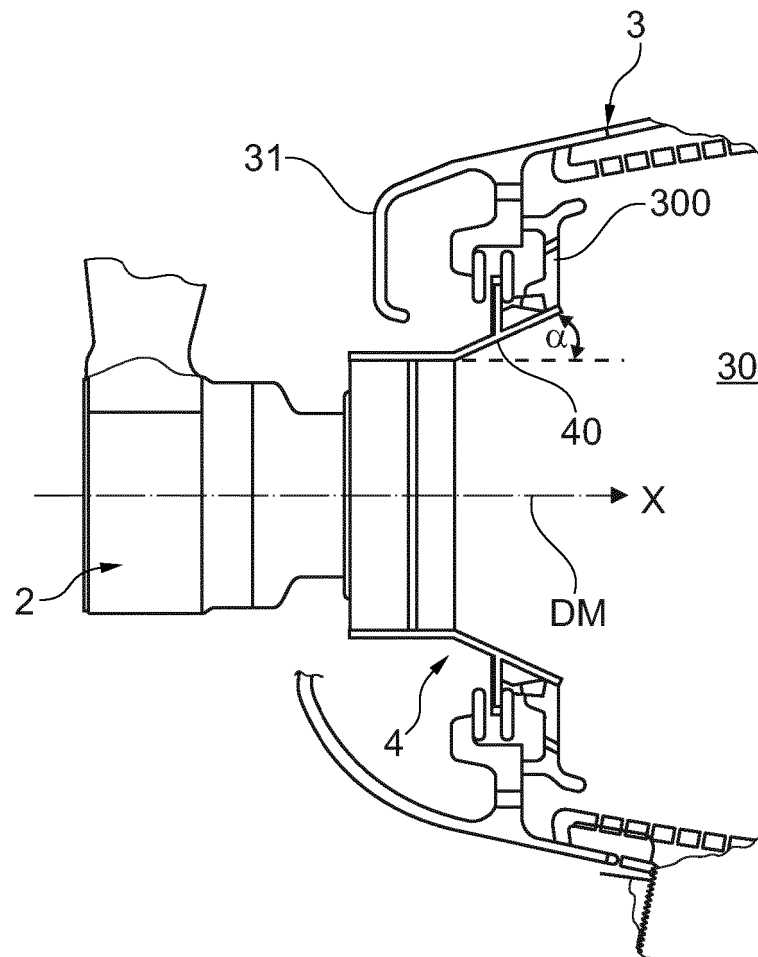


Fig. 5

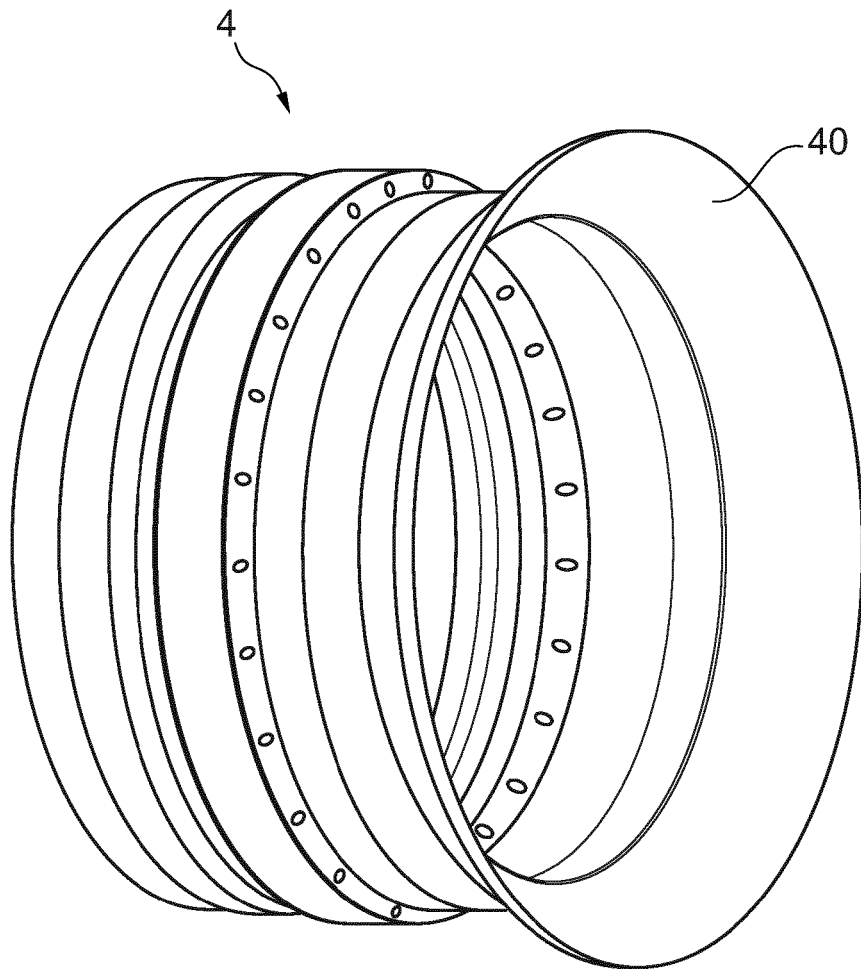


Fig. 6

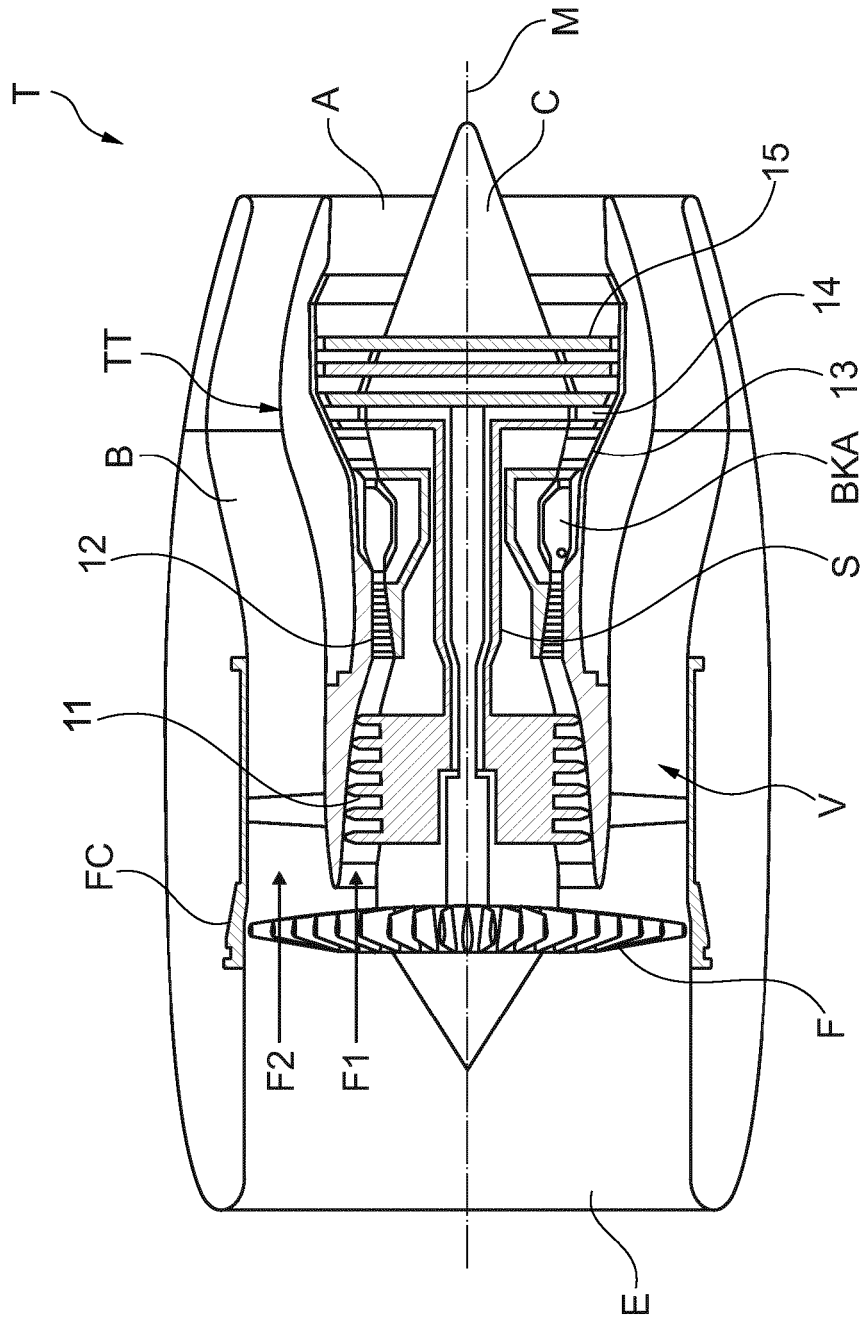


Fig. 7A

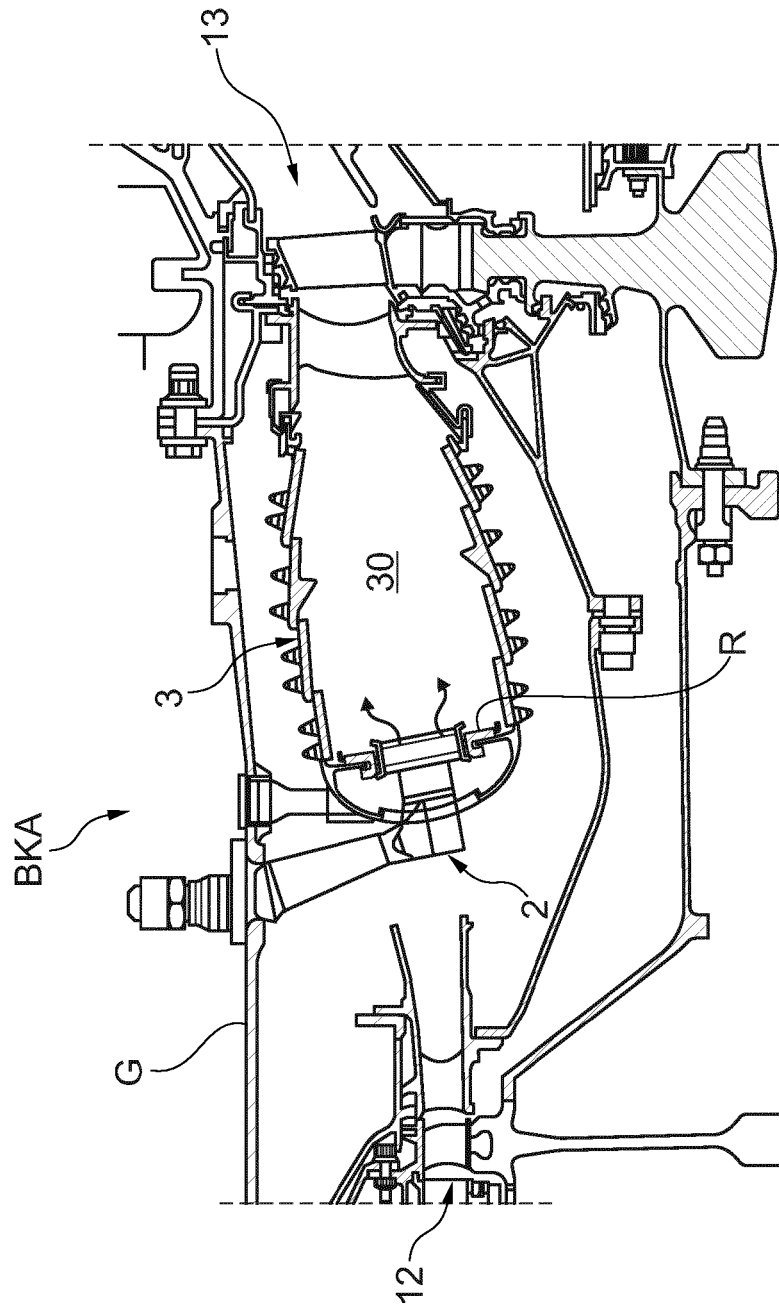


Fig. 7B

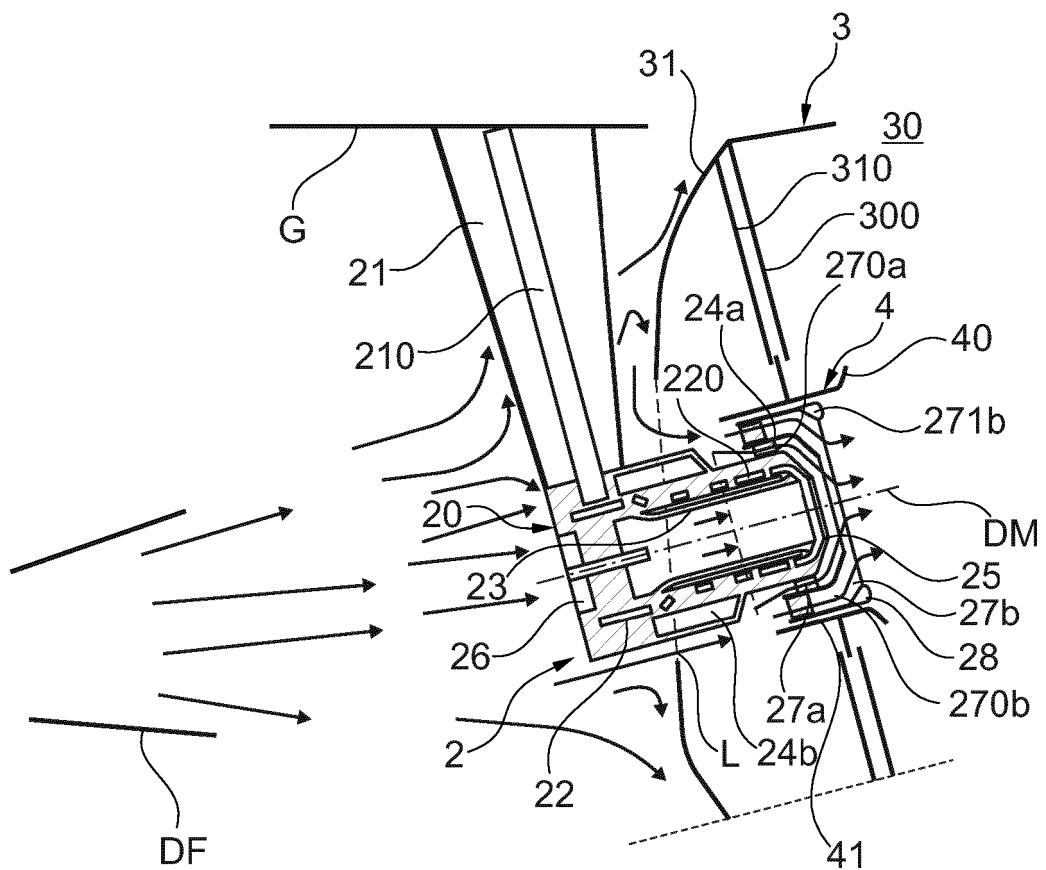


Fig. 7C
STAND DER TECHNIK

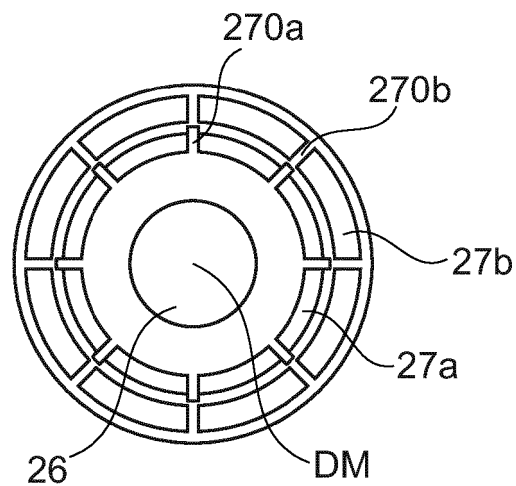


Fig. 7D

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

- US 9423137 B2 [0003] [0004]
- US 5737921 A [0003] [0004]
- EP 2530382 A2 [0005]