

(19)



(11)

EP 3 462 091 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.04.2019 Patentblatt 2019/14

(51) Int Cl.:
F23R 3/28 (2006.01) F23D 11/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18196253.1**

(22) Anmeldetag: **24.09.2018**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

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

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

(72) Erfinder:
• **GERENDAS, Miklos**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)
• **EGGELS, Ruud**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)
• **STAUFER, Max**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)

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

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

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkammerbaugruppe, mit einer Brennerdichtung (4), die einen sich entlang einer Düsenlängsachse (DM) erstreckenden Lagerabschnitt (41) mit einer Durchgangsöffnung aufweist und mit einer in der Durchgangsöffnung des Lagerabschnitts (41) positionierten Düse für eine Brennkammer (3) eines Triebwerks (T) zur Bereitstellung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches an einer Düsenaustrittsöffnung der Düse (2).

Erfindungsgemäß ist ein Ende eines Kraftstoffleitkanals (25) an einer Düsenaustrittsöffnung der Düse von einem radial außen liegenden Abströmrand (250) berandet und ein Luftleitelement (271b) eines radial außen liegenden Luftleitkanals (27b) der Düse (2) steht gegenüber diesem Abströmrand (250) derart in, bezogen auf eine Düsenlängsachse (DM), axialer Richtung (x) vor, dass - ein Referenzwinkel (a), der zwischen der Düsenlängsachse (DM) und einer Begrenzungsgeraden (6) vorliegt,

die durch einen Punkt an dem Abströmrand (250) und tangential zu dem 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. Die Brennerdichtung (4) weist ferner im Bereich der Düsenaustrittsöffnung der Düse (2) ein sich radial aufweitendes Strömungsleitelement (40) auf. Eine innere Mantelfläche des sich radial aufweitenden Strömungsleitelements (40) verläuft am Ende der Brennerdichtung (4) unter einem Winkel zur Düsenlängsachse (DM), der im Wesentlichen dem Referenzwinkel (a) entspricht oder mit dem Referenzwinkel (a) übereinstimmt.

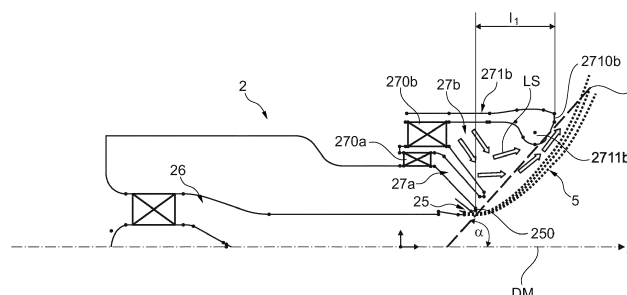


Fig. 1A

EP 3 462 091 A1

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. 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.

[0004] 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.

[0005] 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.

[0006] Diese Aufgabe wird mit einer Brennkammerbaugruppe nach Anspruch 1 gelöst.

[0007] 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.

[0008] 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 Düsenlängsachse und einer Begrenzungsgeraden vorliegt, die durch einen (ersten) Punkt an dem Ab-

strömrand und einem maximal in axialer Richtung über den Abströmrand vorstehendem (zweiten) Punkt des Luftleitelements verläuft,

kleiner als oder gleich 50° ist.

[0009] 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.

[0010] 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.

[0011] 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.

[0012] 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 vorgesehen, dass die Brennerdichtung im Bereich der Düsenaustrittsöffnung der Düse ein sich radial aufweitendes Strömungsleitelement aufweist. Ein brennraumseitiges Ende der Brennerdichtung ist hier somit mit einem Strömungsleitelement für die Führung des erzeugten Kraftstoff-Luft-Gemisches ausgebildet, wobei sich dieses Strömungsleitelement in axialer Richtung radial aufweitet. Eine innere Mantelfläche des sich radial aufweitenden Strömungsleitelements 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 Strömungsleitelement der Brennerdichtung auf der Begrenzungsgeraden.

[0013] Beispielsweise erstrecken sich das Luftleitelement der Düse und das Strömungsleitelement der Brennerdichtung an dieser Begrenzungsgeraden respektive einer äußeren Mantelfläche eines entsprechenden geraden Kreiskegels entlang. Insbesondere können hierbei das Luftleitelement und das Strömungsleitelement in radial nach außen weisender Richtung aneinander anschließen. Hierdurch kann die Strömungsführung innerhalb eines definierten Strömungskegels in den Brennraum hinein weiter unterstützt werden.

[0014] 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.

[0015] 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 weisenden 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.

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] Alternativ oder ergänzend kann die Brennerdichtung im Bereich der Düsenaustrittsöffnung der Düse ein Ende ausbilden, 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.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] Im Zuge der vorgeschlagenen Lösung ist ferner ein Triebwerk mit mindestens einer erfindungsgemäßen Brennkammerbaugruppe vorgeschlagen.

[0022] Die beigefügten Figuren anschaulichen exemplarisch mögliche Ausführungsvarianten der vorgeschlagenen Lösung.

[0023] Hierbei zeigen:

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;

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 außen weisender 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.

[0024] 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 Fanggehäuse 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.

[0025] 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 eine 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 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.

[0026] 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 Brennkammerring 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.

[0027] 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 Durchgangsöffnung des Lagerabschnitts 41 gehalten. Die Düse 2 umfasst ferner einen sich im Wesentlichen radial bezüglich der Mittelachse M erstreckenden Düsen-

stamm 21, in dem eine Kraftstoffzuleitung 210 untergebracht ist, die Kraftstoff zu dem Düsenhauptkörper 20 fördert. Am Düsenhauptkörper 20 sind ferner eine Kraftstoffkammer 22, Kraftstoffpassagen 220, Hitzeschilde 23 sowie Luftkammern zur Isolation 23a und 23b ausgebildet. Zusätzlich bildet der Düsenhauptkörper 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.

[0028] Des Weiteren ist noch wenigstens ein Kraftstoffleitkanal 26 an dem Düsenhauptkörper 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.

[0029] In den äußeren Luftleitkanälen 27a und 27b sind Verdrallemente 270a, 270b zum Verdralen der hierüber zugeführten Luft vorgesehen. Ferner umfasst der Düsenhauptkörper 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 Verdrallemente 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 Verdrallemente 270a, 270b innerhalb des jeweiligen Luftleitkanals 27a, 27b über den Umfang verteilt angeordnet.

[0030] Zur Abdichtung der Düse 2 zum Brennraum 30 hin ist an dem Düsenhauptkörper 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.

[0031] Die Brennerdichtung 4 weist üblicherweise 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-Gemischs, das aus der Düse 2, genauer der verdrehten Luft aus den Luftleitkanälen 26, 27a und 27b, sowie dem Kraftstoffleitkanal 25, entsteht.

[0032] 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.

[0033] Hierbei ist jeweils vorgesehen, dass ein Abströmrand 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 Abströmrand 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 Abströmrand 250 (z.B. durch einen Punkt an einer Abströmkante des Abströmrandes 250) und tangential zu dem axial vorstehenden Luftleitelement 271b, insbesondere tangential zu dem Abströmrand 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 Abströmrand 250 und eine maximal in axialer Richtung x über den Abströmrand 250 vorstehenden (Bezugs-) Punkt 2712b eines brennraumseitigen Endes des Luftleitelements 271b.

[0034] 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 Abströmrand 250 des Kraftstoffleitkanals 25 vor, sodass die Begrenzungsgerade 6, als Tangente an den Abströmrand 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 Abströmrund 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 Abströmrund 250 und das Luftleitelement 271b (im Bereich seiner Wölbung 2711b) anliegen.

[0035] 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.

[0036] 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 Abströmrund 250 des Kraftstoffleitkanals 25 vor ($l_2 \leq l_1$). Auch hier sind jedoch Lage und Geometrie des Abströmrundes 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 Abströmrund 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 Abströmrund 250 (eines sogenannten "pre-filters") und einem Punkt, der auf einer Tangente an die dem Brennraum 30 zugewandte Innenkontur 2710b des Luftleitelements 271b liegt.

[0037] Bei der Variante der Figur 2 verläuft die Begrenzungsgerade 6 ebenfalls tangential und mithin durch einen Punkt an dem Abströmrund 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 Abströmrund 250 des Kraftstoffleitkanals 25 derart gewählt, dass zur Beeinflussung der Luftströmung LS aus dem dritten Luftleitkanal 27b der Abströmrund 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 $\alpha \leq 50^\circ$.

[0038] Die Figuren 3A bis 3F veranschaulichen unterschiedliche Geometrien des Luftleitelements 271b insbesondere im Hinblick auf den Verlauf einer über die ra-

dial nach innen weisende Wölbung 2711b definierte Innenkontur 2710b und die axiale Länge des Luftleitelements 271b.

[0039] 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 300 oder besser über einen die Öffnung für die Brennerdichtung 4 berandenden Randabschnitt des Hitzeschildes 300 vor, der kleiner ist als das 1,5-fache einer Wandstärke d des Strömungsleitelements 40.

[0040] Für die optimierte Führung des Kraftstoff-Luft-Gemisches verläuft eine innere Mantelfläche des Strömungsleitelements 40 der Brennerichtung 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.

[0041] Darüber hinaus ist die an einer Lagerstelle 311 schwimmend gelagerte Brennerdichtung 4 vorliegend mit einer engen Passung zwischen dem Strömungsleitelement 40 und dem Hitzeschild 300 versehen, sodass bei einer im Betrieb des Triebwerks T auftretenden maximalen axialen Verschiebung der Brennerdichtung 4 ein radialer Abstand zwischen Brennerdichtung 4 und Hitzeschild 300 einen vorgegebenen Grenzwert von 0,2 mm nicht überschreitet. Eine enge Passung zwischen der Brennerdichtung 4 und dem Hitzeschild 300 im Bereich des Endes des Strömungsleitelement 40 verhindert im Übrigen das Eindringen von Verbrennungsprodukten in eine Kavität zwischen der Brennerdichtung 4 und dem Hitzeschild 300.

[0042] 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 300 abschließt und die innere Mantelfläche des Strömungsleitelements 40 unter dem Referenzwinkel α zur Düsenlängsachse DM verläuft.

[0043] 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.

Bezugszeichenliste

[0044]

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	Strömungsleitelement
41	Lagerabschnitt
5	Spraykegel
6	Tangente / Begrenzungsgerade)
7	Referenzkegel / Kreiskegel
70	Kegelspitze
A	Auslass
a	Länge
B	Bypasskanal
BA	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

Patentansprüche

1. Brennkammerbaugruppe, mit

- 5 - einer Brennerdichtung (4), die einen sich entlang einer Düsenlängsachse (DM) erstreckenden Lagerabschnitt (41) mit einer Durchgangsöffnung aufweist, und
- 10 - 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:

- 20 - mindestens einen sich entlang der Düsenlängsachse (DM) erstreckenden ersten, inneren Luftleitkanal (26) zur Förderung von Luft an die Düsenaustrittsöffnung,
- 25 - 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,

40 **dadurch gekennzeichnet, dass** 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 (α), der zwischen der Düsenlängsachse (DM) und einer Begrenzungsgeraden (6) vorliegt, die durch einen Punkt an dem Abströmrund (250) und tangential zu dem axial vorstehenden Luftleitelement (271b) verläuft, und/oder
- 55 - ein Referenzwinkel (α), der zwischen der Düsenlängsachse (DM) und einer Begrenzungsgeraden (6) vorliegt, die durch einen Punkt an dem Abströmrund (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,

wobei die Brennerdichtung (4) im Bereich der Düsenaustrittsöffnung der Düse (2) ein sich radial aufweitendes Strömungselement (40) 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 (α) entspricht oder mit dem Referenzwinkel (α) 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 (α) 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 Düsen-

austrittsöffnung 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.

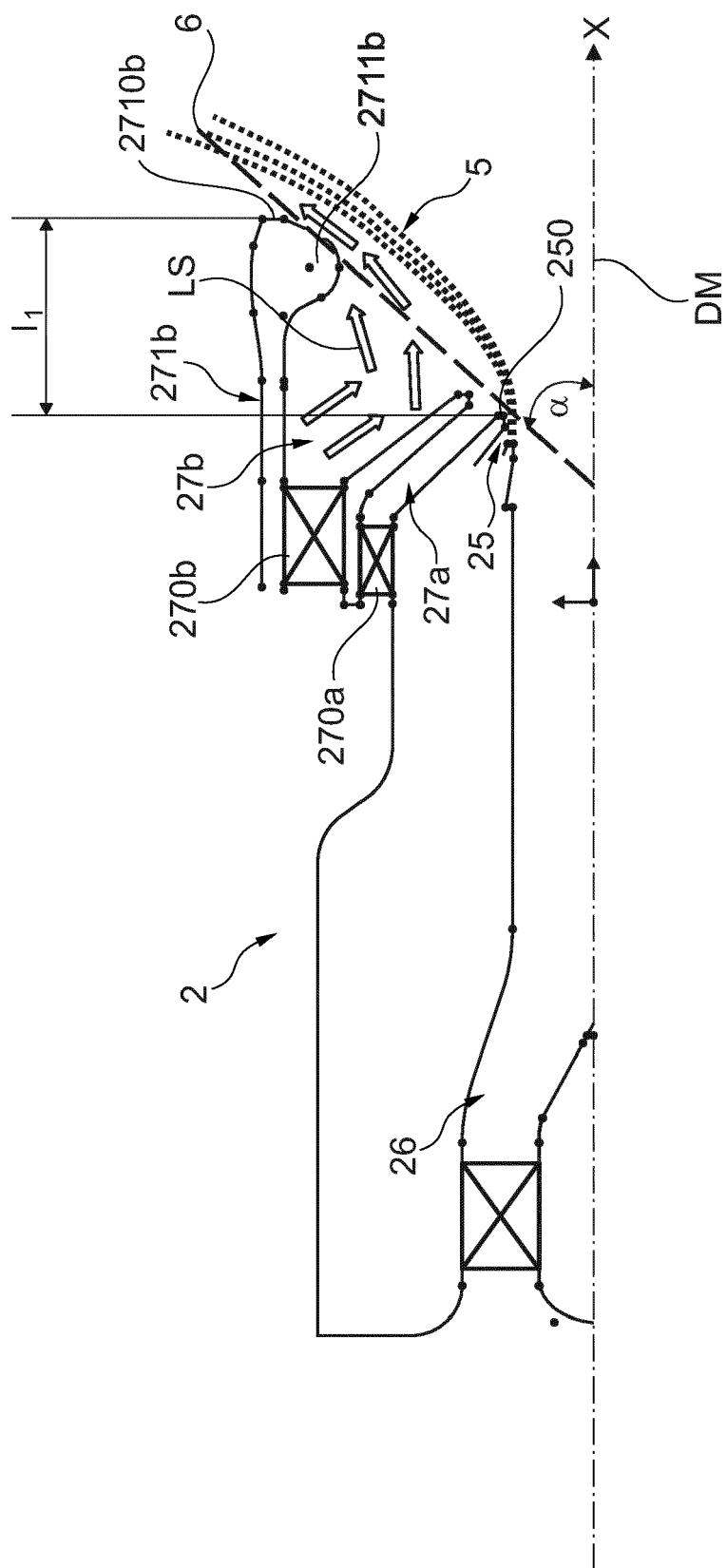
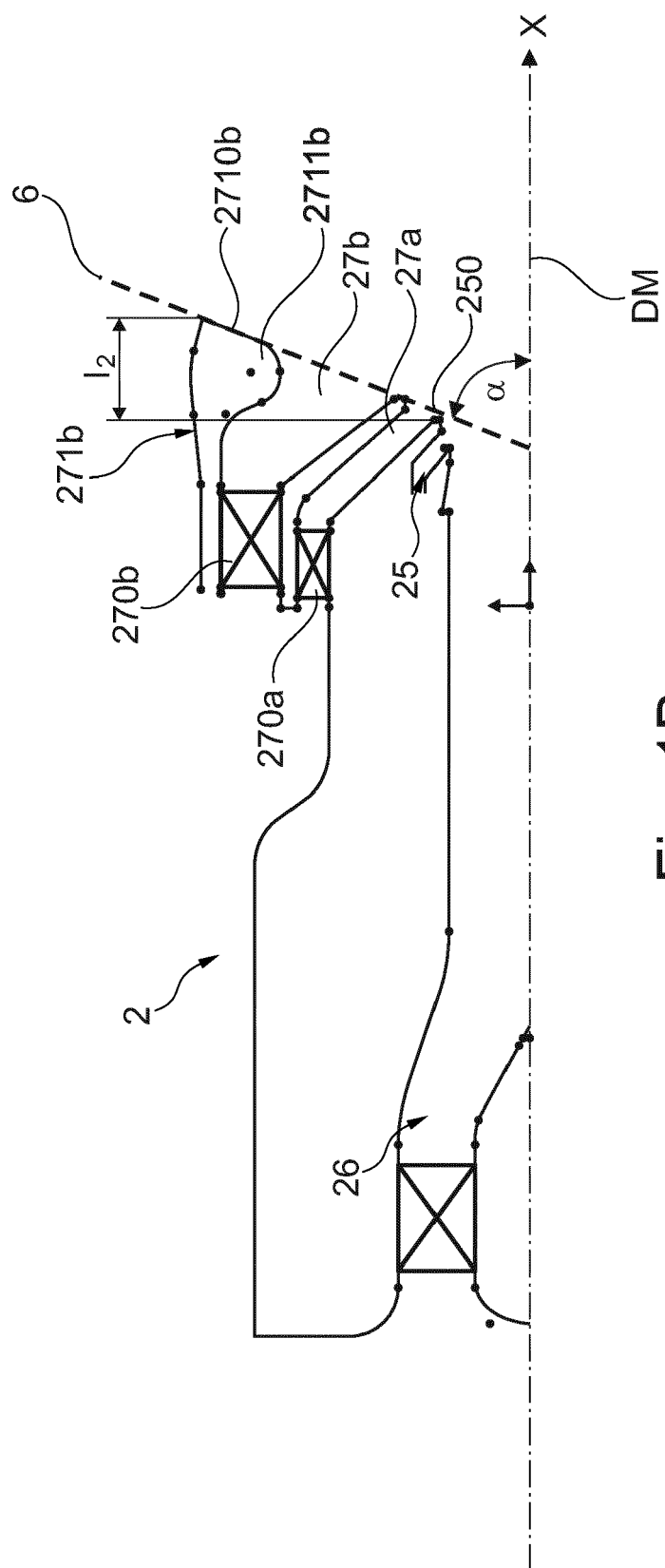


Fig. 1A



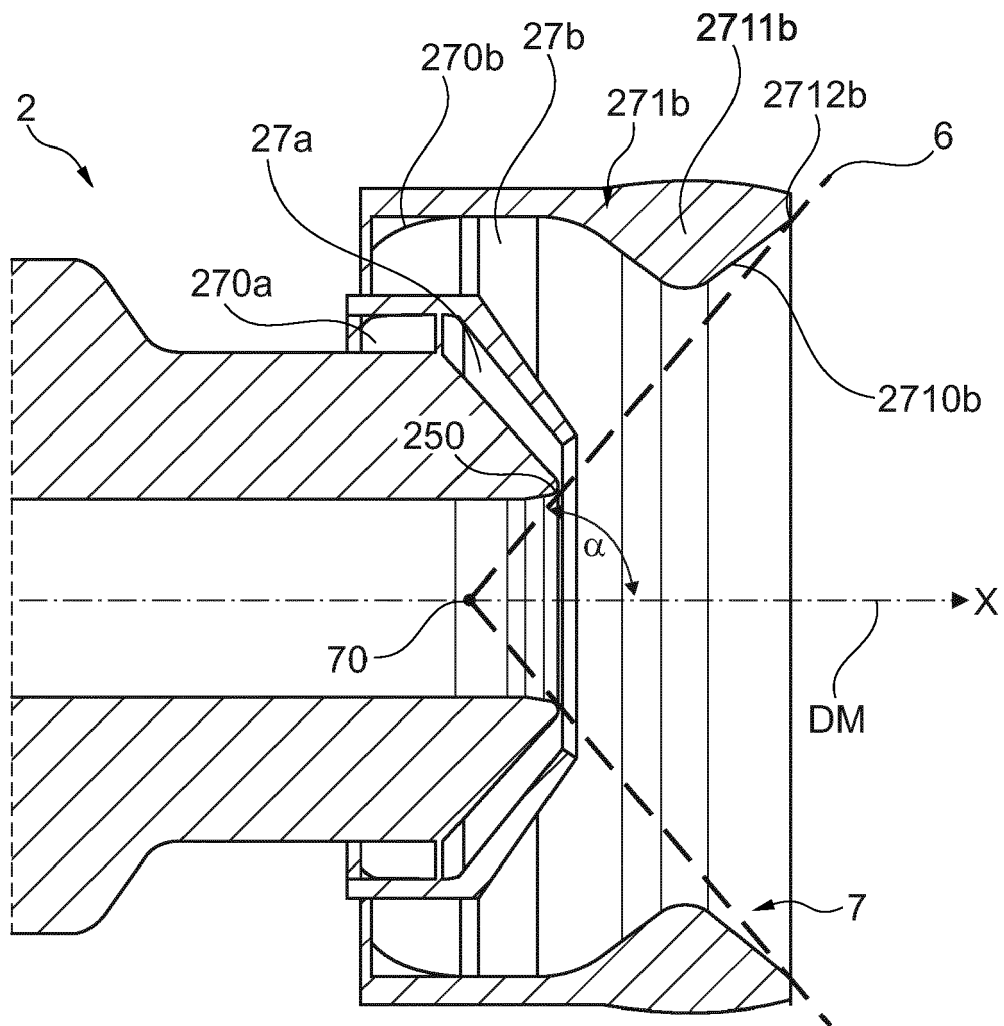


Fig. 2

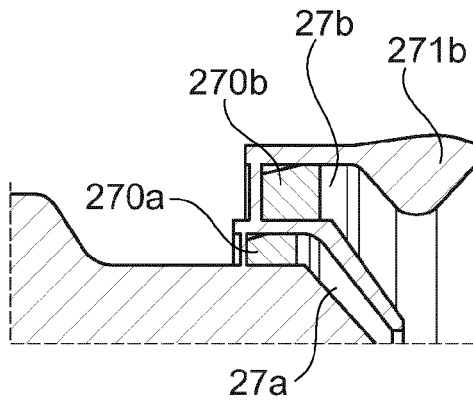


Fig. 3A

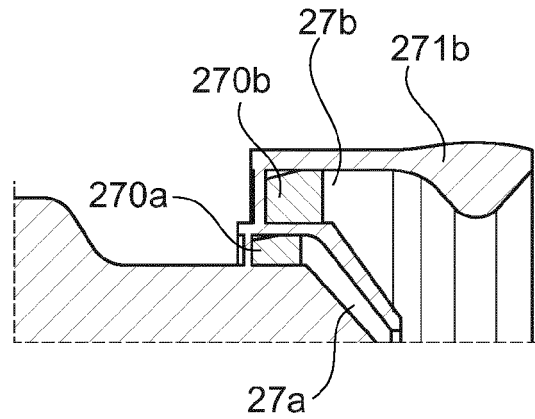


Fig. 3B

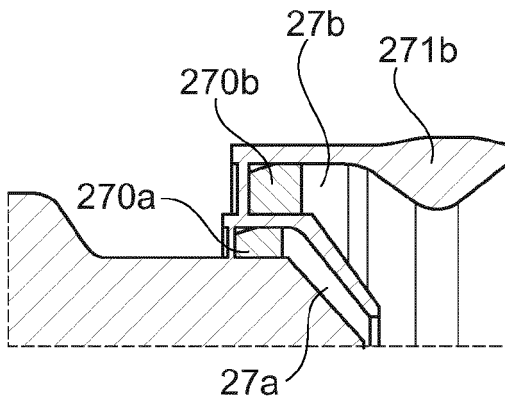


Fig. 3C

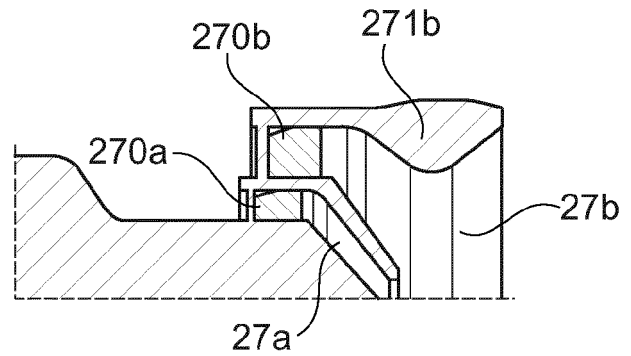


Fig. 3D

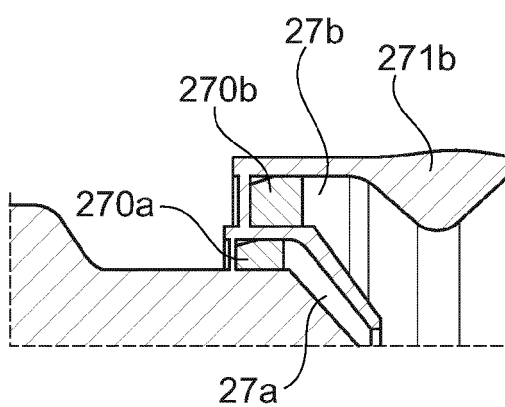


Fig. 3E

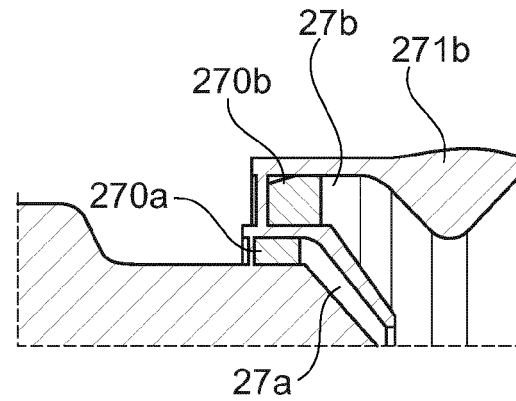


Fig. 3F

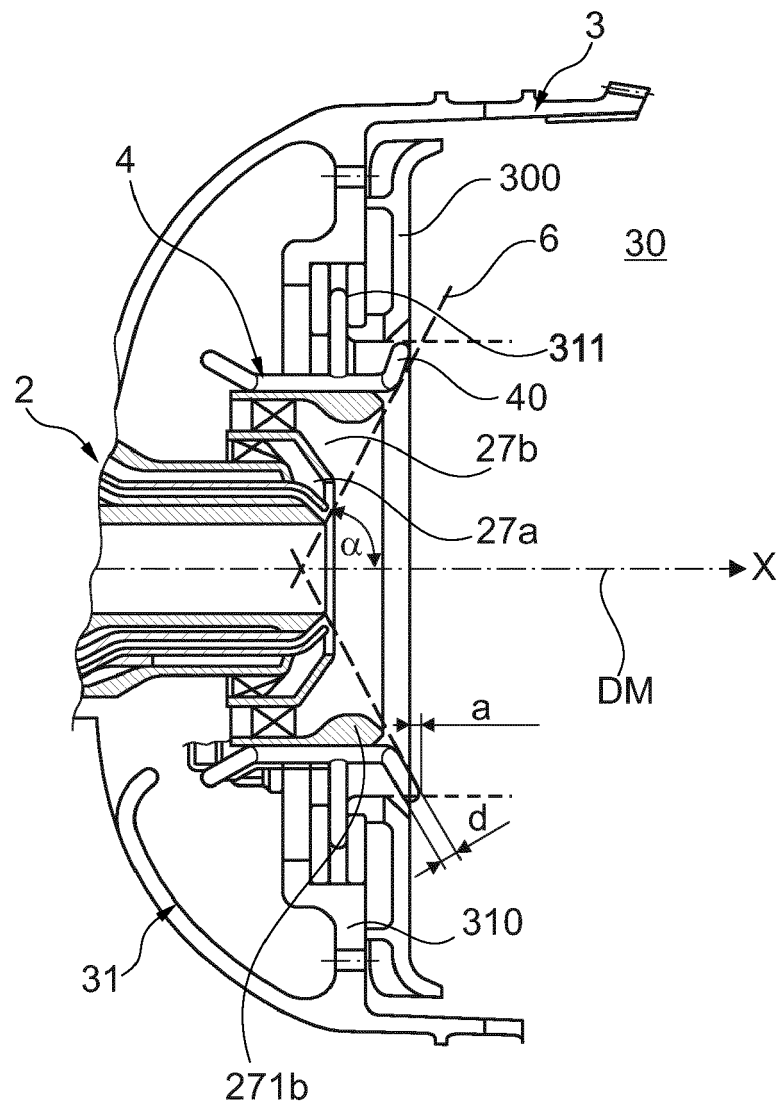


Fig. 4

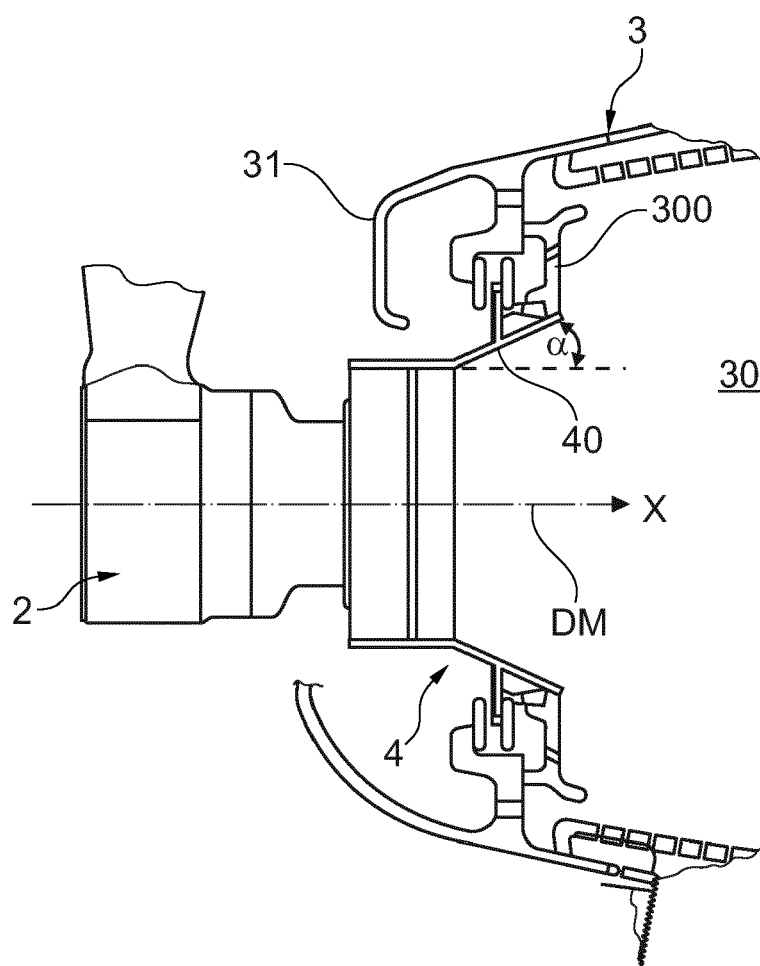


Fig. 5

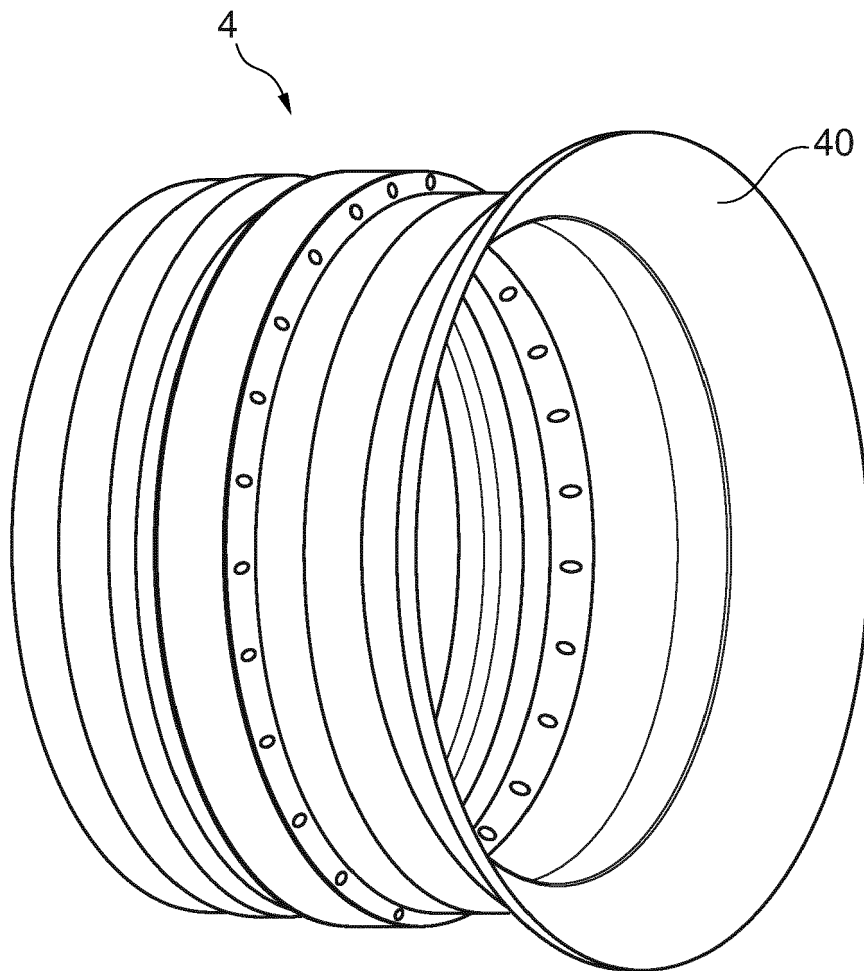


Fig. 6

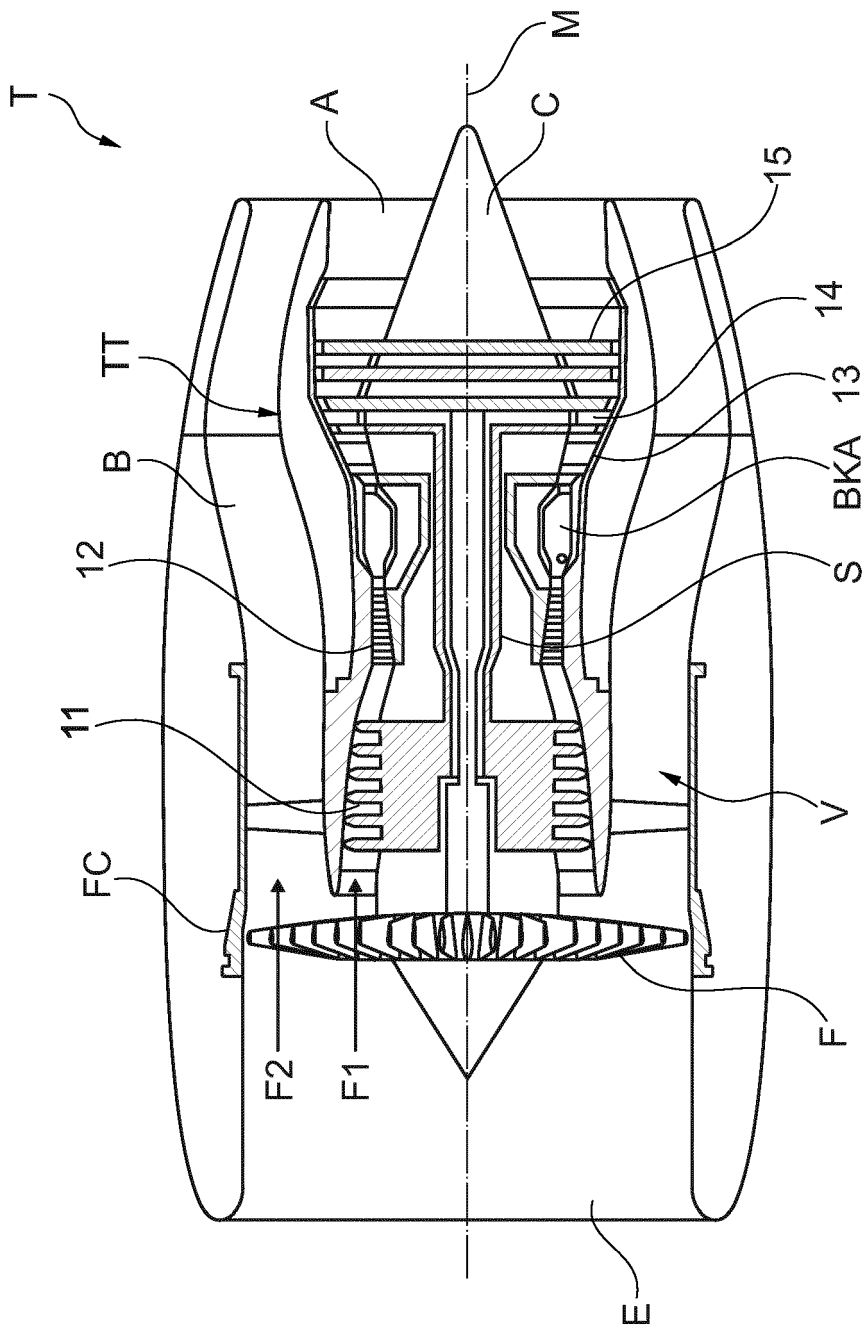


Fig. 7A

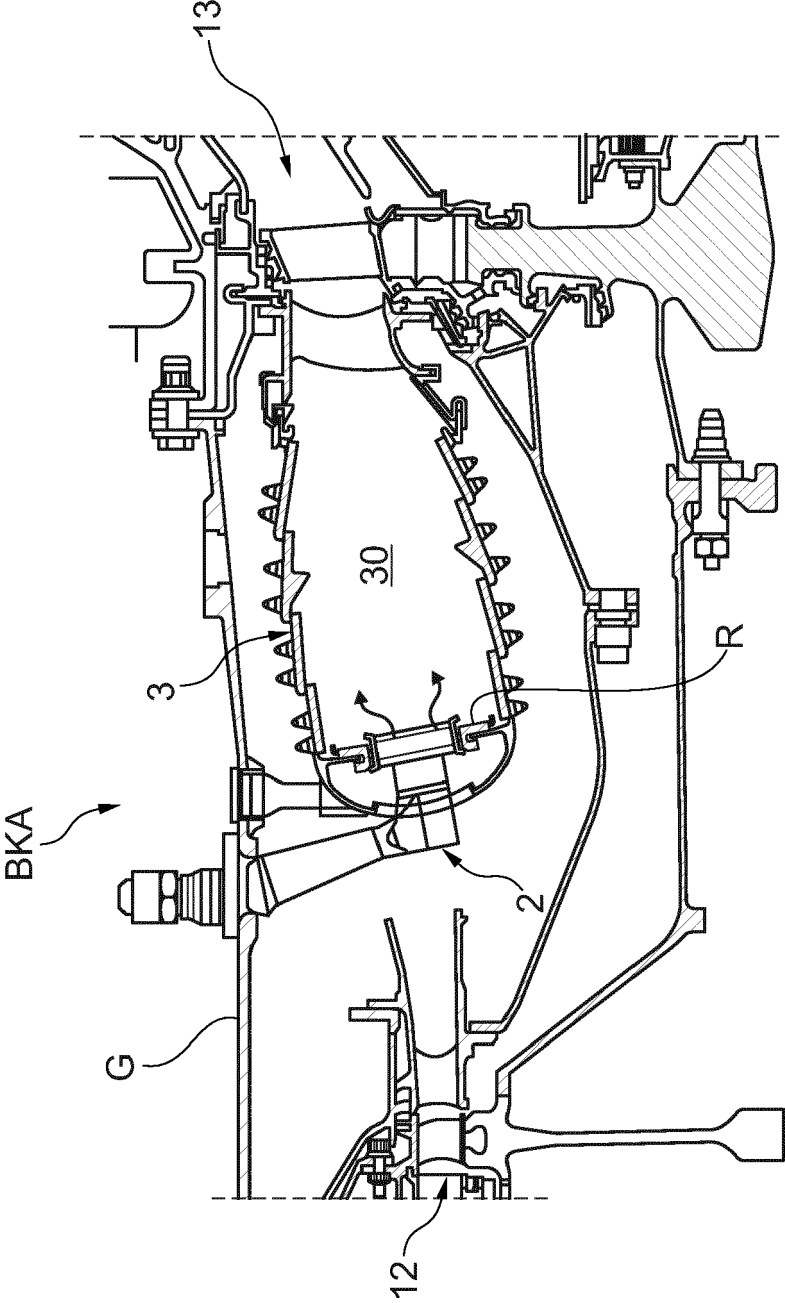


Fig. 7B

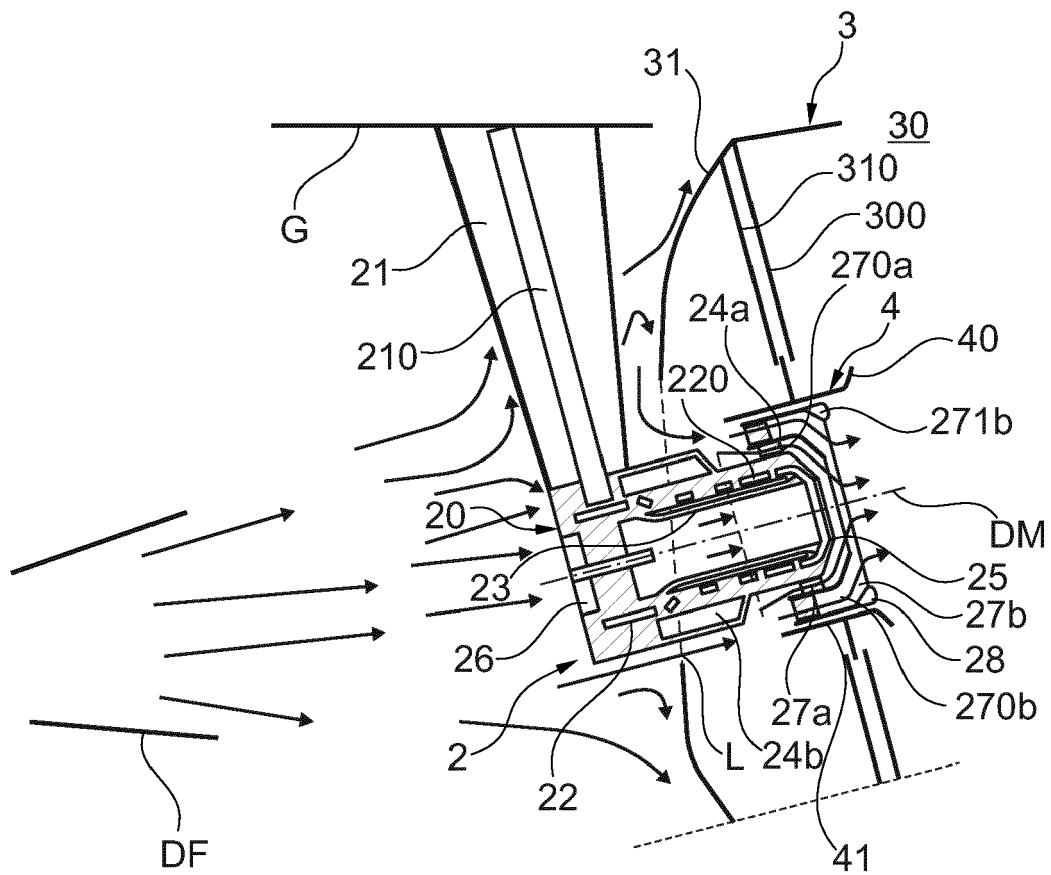


Fig. 7C
STAND DER TECHNIK

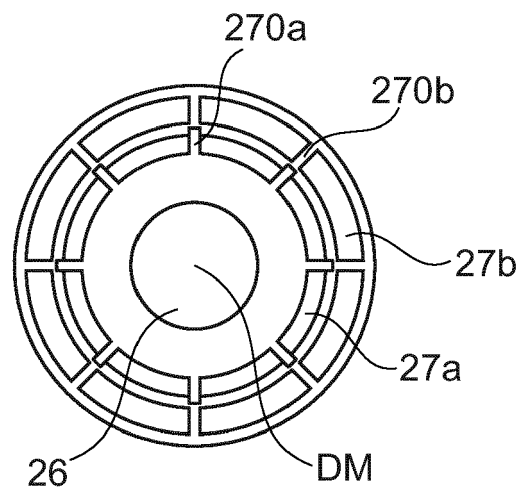


Fig. 7D



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 19 6253

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2016/265778 A1 (PATEL NAYAN VINODBHAI [US] ET AL) 15. September 2016 (2016-09-15) * Seite 4, Absatz 62 - Absatz 71 * * Abbildungen 1,3 *	1-8	INV. F23R3/28 F23D11/10
A	EP 2 840 316 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 25. Februar 2015 (2015-02-25) * Zusammenfassung; Abbildung 3 *	1	
A	US 2007/137207 A1 (MANCINI ALFRED A [US] ET AL) 21. Juni 2007 (2007-06-21) * Seite 3, Absatz 32 - Seite 4, Absatz 36 * * Abbildung 4 *	1	
A	US 2016/363321 A1 (BENJAMIN MICHAEL ANTHONY [US] ET AL) 15. Dezember 2016 (2016-12-15) * Seite 2, Absatz 16 - Absatz 22 * * Abbildung 2 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23R F23D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. Januar 2019	Prüfer Gavriliu, Costin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 19 6253

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-01-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2016265778 A1	15-09-2016	US 2016265778 A1	15-09-2016
			US 2018187892 A1	05-07-2018
15	EP 2840316 A1	25-02-2015	EP 2840316 A1	25-02-2015
			US 2015052899 A1	26-02-2015
			US 2016195274 A1	07-07-2016
20	US 2007137207 A1	21-06-2007	US 2007137207 A1	21-06-2007
			US 2011088401 A1	21-04-2011
25	US 2016363321 A1	15-12-2016	BR 102016012214 A2	27-12-2016
			CA 2931131 A1	10-12-2016
			CN 106247405 A	21-12-2016
			EP 3104081 A1	14-12-2016
			JP 2017003256 A	05-01-2017
			US 2016363321 A1	15-12-2016
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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]
- US 5737921 A [0003]