



(11) **EP 1 801 504 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.08.2012 Patentblatt 2012/31

(51) Int Cl.:
F23R 3/32 (2006.01) **F23R 3/34** (2006.01)
F23D 11/10 (2006.01) **F23D 11/36** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06090215.2**

(22) Anmeldetag: **05.12.2006**

(54) **Magervormischbrenner mit einer Zerstäuberlippe**

Lean-burn premix burner with an atomising lip

Brûleur de prémélange maigre pourvu d'une lèvre de diffuseur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **22.12.2005 DE 102005062079**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.06.2007 Patentblatt 2007/26

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

(72) Erfinder: **von der Bank, Ralf Sebastian
15834 Rangsdorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 391 653 WO-A1-97/22806
DE-A1- 19 536 837 GB-A- 176 138
GB-A- 194 499 US-A- 1 583 995

EP 1 801 504 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 einen Magervormischbrenner für die Brennkammer eines Gasturbinentriebwerks, der einen an eine Brennstoffleitung angeschlossenen ringförmigen Zentralkörper mit einer umlaufenden Zerstäuberlippe und an dieser ausgebildeter, mit Brennstoff versorgter Filmlegefläche zur Erzeugung eines mit einem Luftstrom beaufschlagten Brennstofffilms aufweist.

[0002] Brennkammern von Gasturbinentriebwerken können mit Magervormischbrennern ausgerüstet werden, um in der Brennkammer ein Brennstoff-Luft-Gemisch mit hohem Luftanteil und niedriger Verbrennungstemperatur sowie entsprechend reduzierter Stickoxidbildung verbrennen zu können. Um die Zündung des mageren Luft-Brennstoff-Gemisches jederzeit, zum Beispiel auch bei niedrigen Außentemperaturen und entsprechend ungünstigem Verdampfungsverhalten, zu gewährleisten, ist es weiterhin bekannt, den Magerbrenner (Hauptbrenner) mit einem zentrisch in diesen integrierten Stützbrenner zu kombinieren. Bei dem aus der EP 0 660 038 B1 bekannten Brenner dieser Art sind in den ringförmigen Luftzuführungskämen für den Stützbrenner und den Hauptbrenner Drallelemente angeordnet, um eine starke Luftverwirbelung und eine möglichst vollständige Vermischung der Luft mit dem stromab der Drallelemente zugeführten Brennstoff zu erreichen. Es wurde bereits vorgeschlagen, diese Drallelemente auch als aerodynamische Luftleitschaufeln auszubilden, um bei erhöhtem Luftmassenstrom eine noch intensivere Vermischung und eine gleichmäßige Eintragung des Brennstoff-Luft-Gemisches in die Brennkammer zu bewirken.

[0003] Darüber hinaus sind - beispielsweise aus der US 6 560 964 B2 - Brenner mit einer - auch als Filmleger bezeichneten - Zerstäuberlippe bekannt. Die ringförmige Zerstäuberlippe, auf der ein stetiger, mit einem konzentrischen Luftstrom beaufschlagter Brennstofffilm erzeugt werden soll, bewirkt eine deutliche Verbesserung der Zerstäubungswirkung und der Vermischung von Brennstoff und Luft. Bei den Magervormischbrennern mit Filmlegern kommt es jedoch zu für den Verbrennungsvorgang in der Brennkammer nachteiligen Verbrennungs- bzw. Druckschwingungen. Zur Beseitigung dieses Nachteils werden beispielsweise in der Brennkammer aufwendige passive Dämpfer (Helmholtz-Resonatoren) angeordnet.

[0004] Das Dokument DE 195 36 837 beschreibt ebenfalls einen Brenner mit einer Zerstäuberlippe.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen mit einer kreisförmigen Zerstäuberlippe für den Brennstoff ausgerüsteten Magervormischbrenner so auszubilden, dass die Vermischung von Brennstoff und Luft verbessert und die Ausbildung von verbrennungsgetriebenen Druckschwingungen reduziert wird.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 ausgeführten Magervormischbrenner gemäß den Merkmalen

des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Merkmale und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, dass in die Filmlegefläche der Zerstäuberlippe eine Vielzahl dicht nebeneinander liegender Brennstoffrinnen eingeformt ist, um einerseits eine gleichmäßige Brennstoffverteilung auf der Filmlegefläche zu gewährleisten bzw. ein Aufreißen des Brennstofffilms in einzelne Brennstoffstrahlen zu verhindern und bereits dadurch eine gute Wärmeübertragung auf den Brennstofffilm sowohl von der Zerstäuberlippe als auch aus der zugeführten Luft zu bewirken bzw. singuläre Brennstoffüberhitzungen zu vermeiden. Andererseits bewirken die einzelnen Brennstoffrinnen durch die gegenüber den Randbereichen niedrigere Temperatur im mittleren Bereich und die in diesem Bereich entsprechend höhere Oberflächenspannung an der Grenzschicht zwischen Brennstoff und Luft eine durch den Spannungsunterschied hervorgerufene Marangoni-Zirkulation, das heißt, eine Querströmung in den in den Brennstoffrinnen befindlichen kleinen Brennstoffströmen, so dass der Wärmeübergang von der Zerstäuberlippe und der Luft auf den Brennstoff noch weiter verbessert wird. Die Erhöhung der Brennstofftemperatur führt zu einer besseren und frühzeitigen Verdampfung des Brennstoffs und einem feinen gut vermischten Spray, so dass der Brennstoff vollständig umgesetzt werden kann und die Stickoxidemission vermindert und verbrennungsgetriebene Druckschwingungen unterdrückt werden.

[0008] Die Brennstoffrinnen in der Filmlegefläche sind in der Querschnittsform und -größe so ausgebildet, dass der Unterschied in der Oberflächenspannung an der Grenzschicht zwischen Brennstoff und Luft möglichst groß ist, um eine effektive Querströmung (Marangoni-Zirkulation) zu bewirken. Vorzugsweise sind die Brennstoffrinnen V- oder trapezförmig ausgebildet und im Querschnitt so groß, dass sie nahezu vollständig mit Brennstoff gefüllt sind.

[0009] In weiterer Ausbildung der Erfindung können in den Brennstoffrinnen Verwirbelungselemente angeordnet sein, um durch eine dadurch bewirkte Verwirbelung den Wärmeübergang auf den Brennstoffstrom weiter zu verbessern.

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung, in deren einziger Figur ein Magervormischbrenner mit einer im Hauptluftstrom angeordneten Zerstäuberlippe für die Vermischung der Luft mit dem Brennstoff im Schnitt dargestellt ist, näher erläutert.

[0011] Der in die Wand der Brennkammer einer Gasturbine integrierte Magervormischbrenner 1 weist einen ringförmigen Zentralkörper 2 auf, der einerseits von einem Außenring 3 umgeben ist und in dem andererseits ein von einem Flammenstabilisator 4 umgebener, separat mit Brennstoff versorgter Stützbrenner 5 zentrisch angeordnet ist. Der Zentralkörper 3 weist einen Ringkanal 6 auf, dem über eine Brennstoffleitung 7 Brennstoff zugeführt wird. Der Zentralkörper 2 bildet an der Brenn-

stoffaustrittsseite mittels einer sich konisch nach außen öffnenden Stirnfläche oder Filmlegefläche 8 eine Zerstäuberlippe 9. An der Stirnfläche des Zentralkörpers, das heißt, der sich konisch öffnenden umlaufenden Filmlegefläche 8, mündet ein von dem Ringkanal 6 ausgehender schmaler Brennstoffverteilerkanal 10, über den der Brennstoff am Umfang der Zerstäuberlippe 9 gleichmäßig ausgebracht wird und auf der Filmlegefläche 8 der Zerstäuberlippe 9 einen dünnen Brennstofffilm erzeugen soll. In dem jeweiligen Ringspalt zwischen dem Außenring 3 und dem Zentralkörper 2, dem Zentralkörper 2 und dem Flammenstabilisator 4 sowie dem Flammenstabilisator 4 und dem Stützbrenner 5 befinden sich Drallelemente 11, über die Luft zugeführt und mit dem Brennstoff vorvermischt bzw. vermischt wird.

[0012] In die Filmlegefläche 8 ist eine Vielzahl im Wesentlichen paralleler, dicht nebeneinander liegender und zur Vorderkante der Zerstäuberlippe 9 hin, das heißt in Strömungsrichtung verlaufender Brennstoffrinnen 12 mit dreieckigem (V-förmigem) Querschnitt eingeformt. Diese Brennstoffrinnen 12 gewährleisten zum einen, dass der über den Brennstoffverteilerkanal 10 auf die Filmlegefläche 8 aufgebrachte Brennstoff völlig gleichmäßig am Innenumfang der Zerstäuberlippe 9 verteilt ist und somit der Brennstoff auch gleichmäßig erwärmt und intensiv mit der zugeführten Luft vermischt werden kann. Das heißt, ein unkontrolliertes Aufreißen des Brennstofffilms in Umfangsrichtung und damit die - insbesondere bei sehr dünnen Brennstofffilmen auftretende - Ausbildung einzelner kleiner Brennstoffströme auf der Filmlegefläche 8 wird verhindert. Die Neigung von Magervormischbrennern mit Zerstäuberlippe zur Erzeugung verbrennungsgetriebener Druckschwingungen wird verringert. Aufgrund der gleichmäßigen Filmbildung wird die Wärmeübertragung aus dem Festkörper und aus der Luft auf den Brennstoff verbessert. Partielle Brennstoffüberhitzungen werden reduziert. Der Brennstoff kann frühzeitig verdampfen und in ein feines, gut mit der zugeführten Luft vermischbares Spray zerfallen, das eine vollständige Verbrennung und einen niedrigen NO_x-Gehalt gewährleistet.

[0013] Die in die Filmlegefläche 8 der Zerstäuberlippe 9 eingeformten Brennstoffrinnen 12 haben, wie oben erwähnt, vorzugsweise eine dreieckige oder trapezförmige Querschnittfläche (nicht dargestellt), die so dimensioniert ist, dass sie im Wesentlichen vollständig mit Brennstoff gefüllt sind. Aufgrund der höheren Temperatur und der entsprechend niedrigen Oberflächenspannung des in den wandnahen Bereichen der Brennstoffrinnen 12 befindlichen Brennstoffs sowie der niedrigeren Temperatur und der entsprechend höheren Oberflächenspannung des im mittleren, wandfernen Bereich der Brennstoffrinnen 12 befindlichen Brennstoffs wird über den Rinnenquerschnitt eine Mikrozirkulation des Brennstoffs erzeugt. Dadurch wird der Wärmeübergang in den flüssigen Brennstoff und das Aufheizen des Brennstofffilms weiter verbessert, so dass die oben erwähnten vorteilhaften Wirkungen noch intensiviert werden. Entspre-

chend den zu erwartenden Temperatur- und Spannungsverhältnissen wird die für die Mikrozirkulation erforderliche Querschnittsform und Größe rechnerisch ermittelt.

[0014] Eine Profilierung der Brennstoffrinnen 12 zur Ausbildung von in deren Längsrichtung angeordneten Verwirbelungselementen (nicht dargestellt) stellt eine zusätzliche Möglichkeit zur Vermischung des Brennstofffilms in den Brennstoffrinnen 12 und zu einer Verbesserung der Wärmeübertragung dar.

Bezugszeichenliste

[0015]

- | | | |
|----|----|-------------------------------|
| 15 | 1 | Magervormischbrenner |
| | 2 | Zentralkörper v. 1 |
| | 3 | Außenring v. 1 |
| | 4 | Flammenstabilisator v. 1 |
| | 5 | Stützbrenner v. 1 |
| 20 | 6 | Ringkanal v. 2 |
| | 7 | Brennstoffleitung v. 6 |
| | 8 | Filmlegefläche v. 9 |
| | 9 | Zerstäuberlippe |
| | 10 | Brennstoffverteilerkanal v. 9 |
| 25 | 11 | Drallelemente |
| | 12 | Brennstoffrinnen |

Patentansprüche

- 30
1. Magervormischbrenner für die Brennkammer eines Gasturbinentriebwerks, der einen an eine Brennstoffleitung angeschlossenen ringförmigen Zentralkörper (2) mit einer umlaufenden Zerstäuberlippe (9) und an dieser ausgebildeter, mit Brennstoff versorgter Filmlegefläche (8) zur Erzeugung eines mit einem Luftstrom beaufschlagten Brennstofffilms aufweist, wobei in die Filmlegefläche (8) in Strömungsrichtung verlaufende, nebeneinander liegende Brennstoffrinnen (12) zur Erzeugung einer Vielzahl kleinster Brennstoffströme und gleichmäßigen Verteilung des Brennstoffs in Umfangsrichtung der Zerstäuberlippe (9) eingeformt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffrinnen (12) eine Querschnittsform und -größe aufweisen, die aufgrund des Marangoni-Effekts eine Zirkulation der kleinen Brennstoffströme senkrecht zu deren Strömungsrichtung bewirken.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
2. Magervormischbrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffrinnen (12) zur Erzielung der Marangoni-Zirkulation eine im Wesentlichen dreieckige oder trapezförmige Querschnittsform haben, so dass - bedingt durch den Temperaturunterschied - die Oberflächenspannung des Brennstoffstroms in den wandnahen Bereichen niedriger als in dem mittleren Bereich ist, um den Brennstoff in der Brennstoffrinne (12) aufgrund des

Spannungsunterschieds umzuwälzen.

3. Magervormischbrenner nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der Zerstäuberlippe (9) zugeführte Brennstoffmenge und die Größe der einzelnen Brennstoffrinnen (12) so aufeinander abgestimmt sind, dass die Brennstoffrinnen (12) im Wesentlichen mit Brennstoff ausgefüllt sind.
4. Magervormischbrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffrinnen (12) an den Innenflächen mechanische Verwirbelungselemente zur Erzeugung einer weiteren Verwirbelung der kleinen Brennstoffströme aufweisen.
5. Magervormischbrenner nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verwirbelungselemente durch ein welliges oder kantiges Seitenwandprofil gebildet sind.
6. Magervormischbrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffrinnen (12) aneinandergrenzend in die Filmlegetfläche (8) eingestuft sind.

Claims

1. Lean premix burner for the combustion chamber of a gas-turbine engine which has an annular central body (2) connected to a fuel line, with a circumferential atomizer lip (9) and a fuel-supplied film application surface (8) provided on said atomizer lip (9) for the generation of an airflow-impinged fuel film, with adjacent fuel channels (12) being formed into the film application surface (8) in the flow direction, to produce a plurality of small fuel flows and to uniformly distribute the fuel in the circumferential direction of the atomizer lip (9), **characterized in that** the cross-sectional shape and size of the fuel channels (12) is such that a circulation of the small fuel flows perpendicular to their direction of flow is effected due to the Marangoni effect.
2. Lean premix burner in accordance with Claim 1, **characterized in that** the fuel channels (12) for producing the Marangoni circulation feature an essentially triangular or trapezoidal cross-sectional shape so that - due to the temperature difference - the surface tension of the fuel flow is lower in the wall-near areas than in the middle area, with the gradient in surface tension resulting in fuel circulation in the fuel channel (12).
3. Lean premix burner in accordance with Claim 1 or 2, **characterized in that** the fuel quantity supplied to the atomizer lip (9) and the size of the individual fuel channels (12) are matched with each other such

that the fuel channels (12) are essentially filled with fuel.

4. Lean premix burner in accordance with Claim 1, **characterized in that** mechanical swirler elements are arranged on the inner surfaces of the fuel channels (12) to enhance the swirling effect on the small fuel flows.
5. Lean premix burner in accordance with Claim 4, **characterized in that** the swirler elements are formed by a wavy or edged side wall profile.
6. Lean premix burner in accordance with Claim 1, **characterized in that** the fuel channels (12) are formed into the film application surface (8) such that they lie adjacent to each other.

Revendications

1. Brûleur à prémélange pauvre pour la chambre de combustion d'un moteur à turbine à gaz qui présente un corps central (2) annulaire relié à une conduite de combustible, avec une lèvre d'atomiseur (9) circumférentielle et une surface applicatrice de film (8) formée sur ladite lèvre d'atomiseur (9) et alimentée en combustible afin de créer un film de combustible soumis à un flux d'air, sachant que dans la surface applicatrice de film (8) sont formées des goulottes de combustible (12) disposées côte à côte, s'étendant dans le sens d'écoulement et destinées à créer une pluralité de petits flux de combustible et à répartir uniformément le combustible dans le sens circumférentiel de la lèvre d'atomiseur (9), **caractérisé en ce que** les goulottes de combustible (12) présentent une section transversale ayant une forme et une taille qui, en raison de l'effet Marangoni, provoquent une circulation des petits flux de combustible perpendiculairement à leur sens d'écoulement.
2. Brûleur à prémélange pauvre selon la revendication n° 1, **caractérisé en ce que** les goulottes de combustible (12) destinées à provoquer la circulation Marangoni ont une section transversale de forme pour l'essentiel triangulaire ou trapézoïdale, si bien que - du fait de la différence de température - la tension superficielle du flux de combustible dans les zones proches des parois est plus faible que dans la zone médiane afin de faire circuler le combustible dans la goulotte de combustible (12) sous l'effet de la différence de tension.
3. Brûleur à prémélange pauvre selon la revendication n° 1 ou n° 2, **caractérisé en ce que** la quantité de combustible amenée sur la lèvre d'atomiseur (9) et la taille de chaque goulotte de combustible (12) sont ajustées entre elles de manière telle que les goulottes

tes de combustible (12) sont pour l'essentiel remplies de combustible.

4. Brûleur à prémélange pauvre selon la revendication n° 1, **caractérisé en ce que** les goulottes de combustible (12) présentent sur les faces intérieures des éléments de tourbillonnement mécaniques destinés à générer un tourbillonnement supplémentaire des petits flux de combustible.
- 5
- 10
5. Brûleur à prémélange pauvre selon la revendication n° 4, **caractérisé en ce que** les éléments de tourbillonnement sont formés par un profil de paroi latérale ondulé ou anguleux.
- 15
6. Brûleur à prémélange pauvre selon la revendication n° 1, **caractérisé en ce que** les goulottes de combustible (12) sont façonnées de manière contiguë entre elles dans la surface applicatrice de film (8).
- 20

25

30

35

40

45

50

55

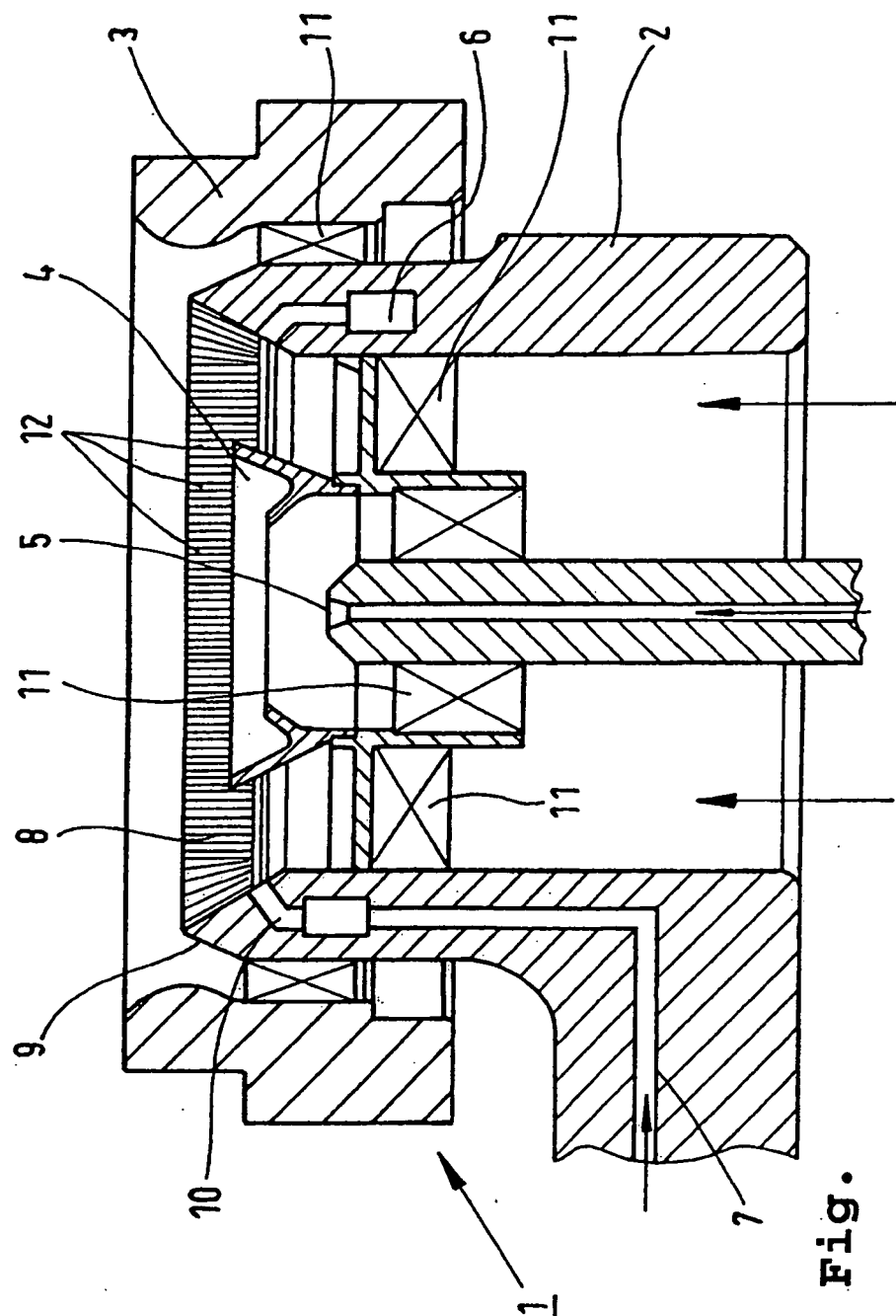


Fig.

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

- EP 0660038 B1 [0002]
- US 6560964 B2 [0003]
- DE 19536837 [0004]