

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 484 553 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.12.2004 Patentblatt 2004/50

(51) Int Cl.7: **F23D 11/10**, F23R 3/30,
F23R 3/34, F23R 3/14

(21) Anmeldenummer: **04090216.5**

(22) Anmeldetag: **02.06.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

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

(74) Vertreter: **Wablat, Wolfgang, Dr.Dr.**
Patentanwalt,
Potsdamer Chaussee 48
14129 Berlin (DE)

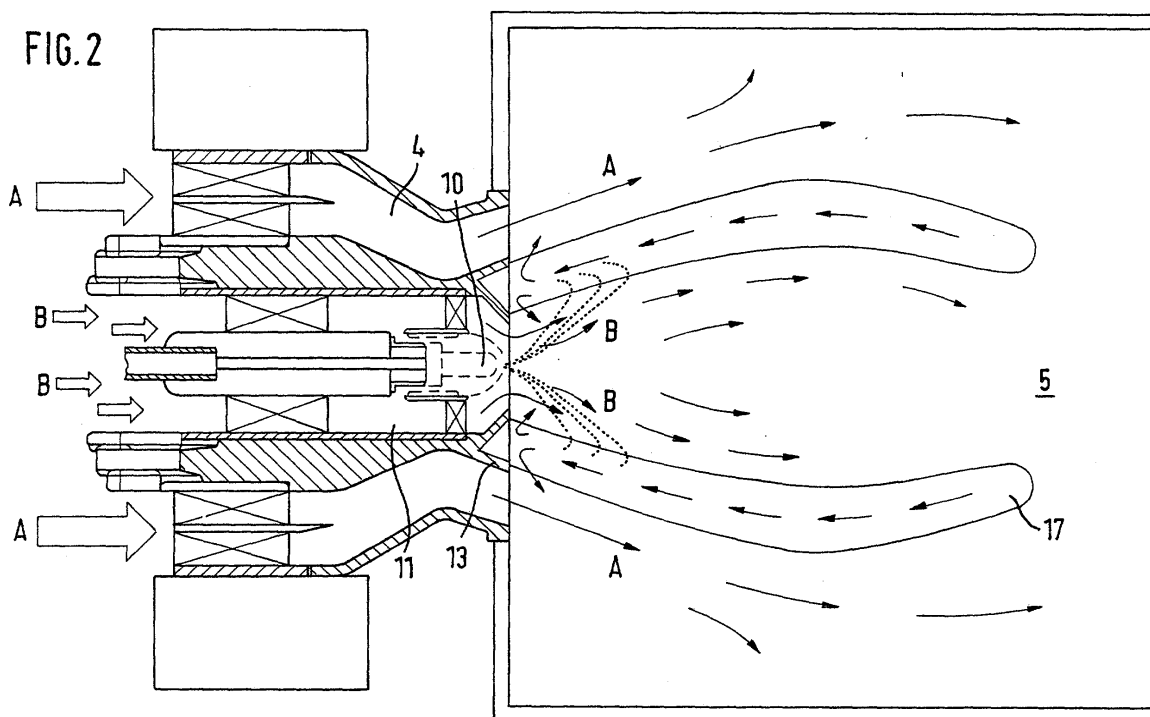
(30) Priorität: **06.06.2003 DE 10326720**

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

(54) Brenner für eine Gasturbinenbrennkammer

(57) Bei einem Brenner für eine Gasturbinenbrennkammer, der einen Magervormischbrenner mit zentral integriertem Stützbrenner umfasst, ist ein die Zerstäuberdüse (10) des Stützbrenners aufnehmender Kernluft-Ringkanal (11) konzentrisch von einem das magere Luft-Brennstoff-Gemisch erzeugenden Hauptluft-Ringkanal (4) umgeben. Im aneinander grenzenden Mündungsbereich des Hauptluft- und des Kernluft-Ringka-

nals befindet sich ein von den Brenngasen erhitzter Flammenstabilisierungsring (13) mit sich zur Brennkammer (5) hin konisch erweiternder Querschnittsfläche zur Erzeugung einer von dem Flammenstabilisierungsring ausgehenden, etwa hohlzylindrisch geformten Heißgas-Rezirkulationszone (17), die in jedem Betriebszustand der Gasturbine eine stabile Flammeausbildung gewährleistet.



EP 1 484 553 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Brenner für eine Gasturbinenbrennkammer, insbesondere für eine Flugzeug-Gasturbine, der einen Magervormischbrenner mit zentrisch integriertem Stützbrenner umfasst.

[0002] Magervormischbrenner für Gasturbinentriebwerke und anderweitig eingesetzte Gasturbinen, in deren Brennkammer ein Brennstoff-Luft-Gemisch mit hohem Luftanteil und niedriger Verbrennungstemperatur sowie entsprechend reduzierter Stickoxidbildung verbrannt wird, sind hinreichend bekannt. Die Verwendung derartiger Brenner ist jedoch insofern nachteilig, als die Flammenstabilität nicht gewährleistet ist. Das heißt, mit sich verringernder Verbrennungstemperatur kann das in die Brennkammer eingebrachte Luft-Brennstoff-Gemisch nicht mehr brennen oder nicht kontinuierlich gezündet werden, so dass die Flamme Schwankungen unterliegt oder erlöschen kann. Bei Gasturbinentriebwerken von Flugzeugen besteht dieses Problem insbesondere bei niedrigen Außentemperaturen, Hagel- oder Regenschauern oder ähnlichen ungünstigen Witterungsbedingungen und einer dadurch reduzierten Temperatur des Luft-Brennstoff-Gemisches. Zum Zünden des Luft-Brennstoff-Gemisches ist eine ausreichend hohe Lufttemperatur erforderlich, um den als Tröpfchennebel in die Brennkammer eingebrachten Flüssigbrennstoff schnell zu verdampfen, auf eine, je nach Zusammensetzung des Brennstoff-Luft-Gemisches, möglichst hohe Temperatur vorzuwärmen und dadurch leichter zünden zu können.

[0003] Um die Zündung des Luft-Brennstoff-Gemisches jederzeit zu gewährleisten, wird den in der Brennkammer angeordneten Magervormischbrennern bekanntermaßen ein Zünd- oder Stützbrenner zugeordnet, mit dem bei einem Luft-Brennstoff-Gemisch mit höherem Brennstoffanteil (fettes Gemisch) eine hohe Verbrennungstemperatur erzeugt wird, um das von dem Magervormischbrenner oder Hauptbrenner erzeugte magere, eine niedrige Verbrennungstemperatur liefernde Luft-Brennstoff-Gemisch auch bei niedriger Lufttemperatur und entsprechend ungünstigem Verdampfungsverhalten des Flüssigbrennstoffs zünden zu können und die Flammenstabilität zu gewährleisten.

[0004] Üblicherweise ist die Brennkammer bei Magervormischbrennern mit Stützmaßnahmen gestuft ausgebildet, wobei jedem Haupt-/Magervormischbrenner in einer seitlichen Abstufung jeweils ein Stützbrenner separat zugeordnet ist. Abgesehen von dem komplizierten Aufbau, der hohen Teilezahl, den hohen Fertigungskosten und dem hohen Gewicht, ist auch die Kühlung der großen Oberflächen mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Diese Brennkammerkonzepte werden üblicherweise als "axial gestufte Brennkammern" oder "doppelt annulare Brennkammern" bezeichnet.

[0005] Die zuvor beschriebenen, konstruktiv bedingten Nachteile treten bei einem anderen, mit

Stützmaßnahmen betriebenen Magervormischbrenner, bei dem der Zündbrenner zentrisch in diesen integriert ist, zwar nicht auf, jedoch konnte sich diese Brennerbauart bisher nicht durchsetzen, da das für einen stabilen Betrieb des zentrisch angeordneten Stützbrenners erforderliche Luft-Brennstoff-Grenz-Verhältnis nicht erreicht werden kann. Besonders kritisch ist dabei der Leerlaufbetrieb der Gasturbine, weil gerade dann die Lufteintrittstemperatur in die Brennkammer niedrig ist und das Hochfahren der Gasturbine nach dem Start, weil hier teilweise sehr hohe Gesamt-Luft-Brennstoffverhältnisse durchfahren werden müssen. Daneben müssen transiente Betriebspunkte fahrbar sein: Besonders ungünstig ist in diesem Sinne der Übergang von Teillast unter Reiseflugbedingungen in Flugleerlauf für den Sinkflug.

[0006] Dazu kommen noch Manöverfälle, bei denen der Triebwerksschub sehr schnell reduziert werden muss und sich durch den abnehmenden Brennstoffstrom extrem magere Luft-Brennstoff-Verhältnisse einstellen. Alle diese ungünstigen Betriebspunkte müssen darüber hinaus, wie schon erwähnt, auch unter extrem meteorologischen Bedingungen wie Hagelschlag oder tropischer Regen fliegar sein. Ferner müssen auch Bedingungen realisierbar sein, wie sie beim Wiederstart des Triebwerks bzw. bei Wiederezündung der Brennkammer in großer Höhe, d.h. unter atmosphärischen Bedingungen mit sehr niedrigem Druck und niedriger Temperatur (bis -56°C), auftreten.

[0007] Eine Brennerkombination der oben erwähnten Art, die einen Hauptbrenner und einen in diesen zentrisch integrierten Stützbrenner aufweist, ist beispielsweise in der EP 0 660 038 B1 beschrieben. Dieser Brenner umfasst einen Hauptbrenner mit einem ringförmigen außenliegenden Brennstoff-Luft-Mischkanal zur Erzeugung eines in die Brennkammer einzubringenden Brennstoff-Luft-Gemisches und einen in einem axial verlaufenden Kanal eines Zentralkörpers ausgebildeten, das heißt zentrisch in dem Hauptbrenner untergebrachten Stützbrenner, an dessen Austragsöffnung Brennstoff versprüht und mit einer Kernluft vermischt in die Gasturbinenbrennkammer eingetragen wird. Eine in jedem Betriebszustand stabile Flammenausbildung kann mit dieser Brennerkonstruktion nicht erreicht werden.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Brenner der eingangs erwähnten Art so auszubilden, dass über den gesamten Betriebsbereich eines Gasturbinentriebwerks eine stabile Flammenausbildung in der Brennkammer und eine jederzeit sichere Funktion der Gasturbine gewährleistet ist.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 ausgebildeten Brenner für eine Gasturbinenbrennkammer gelöst. Aus den Unteransprüchen ergeben sich weitere Merkmale und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

[0010] Der Grundgedanke der Erfindung besteht bei

einem Magervormischbrenner mit über einen Hauptluft-Ringkanal zugeführten mageren Luft-Brennstoff-Gemisch und einem in den Magervormischbrenner zentrisch integrierten Stützbrenner mit einem von dem Hauptluft-Ringkanal umgebenen Kernluft-Ringkanal und einer an dessen Ausströmöffnung angeordneten Zerstäuberdüse für Brennstoff darin, dass in dem aneinander grenzenden Mündungsbereich der konzentrisch angeordneten Ringkanäle ein durch den Verbrennungsprozess hoch erhitzter Flammenstabilisierungsring angeordnet ist, dessen Luftleitflanken das Hauptluft-Brennstoff-Gemisch nach außen und den Kernluftstrom nach innen leiten. Durch die mit dem heißen Flammenstabilisierungsring erzeugte Gasströmung bildet sich eine von dem Flammenstabilisierungsring ausgehende heiße, etwa hohlzylindrische bis tonnenförmig gewölbte, stationäre Rezirkulationszone oder Heißgaszone aus, die zusammen mit dem Stabilisierungsring als Zündelement wirkt und in welcher der vom Stützbrenner ausgetragene Brennstoff aufgefangen und vollständig verbrannt wird. Mit dem erfindungsgemäßen Flammenstabilisierungsring gelingt es, in jedem Betriebszustand einer mit einem Magervormischbrenner und integriertem Stützbrenner ausgerüsteten Gasturbine, und zwar auch bei durch äußere Bedingungen vermindelter Lufttemperatur, eine stabile, nicht verlöschende Flamme zur Verfügung zu stellen und damit die Funktionssicherheit des Gasturbinentriebwerks zu gewährleisten.

[0011] Gemäß einem weiteren wichtigen Merkmal der Erfindung ist der Flammenstabilisierungsring als Kegelring ausgebildet, der eine von zwei Schenkeln eingeschlossene, zur Brennkammer hin offene Hohlkehle aufweist. Die Schenkel bilden an der zum Brenner weisenden Seite die Leitflanken für die nach innen strömende Kernluft bzw. das nach außen strömende Luft-Brennstoff-Gemisch. Gleichzeitig ist durch die Hohlkehle bzw. die Schenkel des Kegelringes dessen erforderliche Kühlung gegen Überhitzung gewährleistet. Die Kühlung erfolgt an den Luftleitflanken der relativ dünnwandigen Schenkel des Flammenstabilisierungsringes mit der zugeführten Kernluft bzw. Hauptluft.

[0012] In Ausgestaltung der Erfindung besteht der Kegelring (Flammenstabilisierungsring) aus einem warmfesten oder hitzebeständigen oder flammenseitig hitzebeständig beschichteten Material. Der Kegelring ist mit der Spitze an der Stirnseite des Zentralkörpers angebracht, der den Kernluft-Ringkanal vom Hauptluft-Ringkanal trennt.

[0013] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht eines der Brennkammer einer Flugzeug-Gasturbine zugeordneten Magervormischbrenners mit zentrisch integriertem Stützbrenner; und

Fig. 2 die Brenneranordnung nach Fig. 1, jedoch mit dem Strömungsverlauf der Brennstoffe und

der Luft sowie der in der Gasturbinenbrennkammer ausgebildeten Heißgas- oder Rezirkulationszone.

[0014] Der Brenner 1 weist ein Gehäuse 2 und einen Zentralkörper 3 mit einem zwischen diesen gebildeten Hauptluft-Ringkanal 4 für einen Haupt- oder Magervormischbrenner auf, der einer Brennkammer 5 einer (Flugzeug)-Gasturbine zugeordnet ist. In den Hauptluft-Ringkanal 4 des Magervormischbrenners, durch den etwa 90% der gesamten Brennerluft strömen, sind Hauptluft-Drallerzeuger 6 eingebunden, die den Hauptluftstrom - Pfeil A - in eine Rotationsbewegung versetzen. In den Hauptluftstrom wird nach der Drallerzeugung flüssiger Brennstoff eingeblasen, der sich mit dem heißen Luftstrom vermischt und teilweise in diesem verdampft. Das in die Brennkammer 5 eingebrachte - magerere - Brennstoff-Luft-Gemisch hat einen hohen Luftanteil und verbrennt in der Brennkammer 5 mit einer dementsprechend niedrigen Verbrennungstemperatur, so dass die Stickoxid-Emission und folglich die Luftverschmutzung extrem gering ist.

[0015] Die mit niedrigen Verbrennungstemperaturen erzielte geringe Schadstoffemission ist andererseits jedoch mit einer insbesondere bei ungünstigen Witterungsbedingungen auftretenden Flammeninstabilität aufgrund der dadurch bedingten verminderten Lufteintrittstemperatur verbunden.

[0016] Zur Gewährleistung einer sicheren Ausbildung der Flamme, zum Beispiel zum schnellen Beschleunigen und Verzögern der Gasturbine, und zur Vermeidung des Verlöschens der Flamme ist in dem Zentralkörper 3 ein in dessen Mittelachse verlaufender Kanal 7 zur Aufnahme eines Stützbrenners ausgebildet, der einen Zerstäuber, bestehend aus Zerstäuberfloßen 18, einer Brennstoffleitung 8, einem an diese anschließenden Zerstäuber-Trägerrohr 9 und einer in die Brennkammer 5 mündenden Zerstäuberdüse 10, und einen am Umfang des Zerstäubers ausgebildeten Kernluft-Ringkanal 11 umfasst. Gemäß dem Pfeil B zugeführte Kernluft gelangt über den Kernluft-Ringkanal 11 und einen Kernluft-Drallerzeuger 12 zur Erzeugung einer axialen Rotationsbewegung der Kernluft in die Gasturbinenbrennkammer 5, um dort zur Erzeugung einer stabilen Flamme mit dem von der Zerstäuberdüse 10 versprühten Brennstoff ein Brennstoff-Luft-Gemisch mit einem hohen Brennstoffanteil zur Verfügung zu stellen. Die Rotationsrichtung des Hauptluftstroms und des Kernluftstroms ist vorzugsweise gleichsinnig.

[0017] Ein wesentlicher Bestandteil des vorliegenden Magervormischbrenners mit zentrisch integriertem Stützbrenner ist ein an den Zentralkörper 3 im Mündungsbereich des Kernluft-Ringkanals 11 und des Hauptluft-Ringkanals 4 anschließender Flammenstabilisierungsring, der als Kegelring 13 mit an den Zentralkörper 3 anschließender Spitze und einer von einer ringförmigen Kernluftleitflanke 14 und einer ringförmigen Hauptluftleitflanke 15 gebildeten, zum Innenraum der

Brennkammer 5 weisenden Hohlkehle 16 ausgeführt ist. Durch den von der Kernluftleitflanke 14 nach innen abgelenkten Kernluftstrom und die mit der Hauptluftleitflanke 15 erzeugte, nach außen gerichtete Hauptluftströmung bildet sich in der Brennkammer 5 eine von der Hohlkehle 16 ausgehende, im Wesentlichen hohlzylindrisch und gewölbt ausgebildete, stationäre Rezirkulationszone 17 mit höchster Temperatur (Heißgaszone), das heißt, ein stabiler Flammenbereich mit in der Hohlkehle 16 liegende Flammenwurzel, wobei sich in der Rezirkulationszone 17 die Geschwindigkeiten der von dem Hauptluft-Ringkanal 4 und dem Kernluft-Ringkanal 11 erzeugten Strömungen kompensieren. In dieser ruhenden, heißen Rezirkulationszone 17 können die bei Kaltluftzufuhr infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse bisher nicht verdampften Brennstoffnebel, die von der Zerstäuberdüse 10 in diesen Bereich eindringen, bzw. Brennstoff-Luft-Gemische bei hoher Temperatur ausreichend lange verweilen und weitestgehend verdampfen, um ein gut brenn- und zündbares Brennstoff-Luft-Gemisch in der Brennkammer zu bilden. Der Brennstoffaustrittswinkel aus der Zerstäuberdüse 10 ist so eingestellt, dass die Brennstofftröpfchen auf die sehr heiße, ruhende Rezirkulationszone 17 treffen und dort verbrannt werden und nicht über diesen Bereich hinaus an die Brennkammerwände gelangen können.

[0018] Zu der Ausbildung der gewölbten hohlzylindrischen heißen Rezirkulationszone 17 trägt wesentlich die Erwärmung des die Hohlkehle 16 aufweisenden Kegelrings 13 bei, an dessen aufgrund der dort liegenden Flammenwurzel heißer Oberfläche der Brennstoff bzw. das Brennstoff-Luft-Gemisch ebenfalls gezündet wird, um die Verbrennung aufrechtzuerhalten. Der Kegelring 13 besteht aus warmfestem Stahl, gegebenenfalls mit keramischer Schutzbeschichtung auf der Flammenseite, oder auch vollständig aus einem keramischen Material (vorteilhaft: faserkeramische Verbundwerkstoffe). Eine Überhitzung des Kegelrings 13 wird durch geeignete Materialauswahl und die gute Wärmeübertragung an den relativ dünnwandigen Kern- und Hauptluftleitflanken 14, 15 des Kegelrings 13 und die an dessen Rückseite als Kühlmedium strömende Hauptluft (Luft-Brennstoff-Gemisch) bzw. Kernluft verhindert.

Bezugszeichenliste

[0019]

1	Brenner
2	Gehäuse
3	Zentralkörper
4	Hauptluft-Ringkanal
5	Gasturbinenbrennkammer
6	Hauptluft-Drallerzeuger
7	Kanal
8	Brennstoffleitung
9	Zerstäuber-Trägerrohr
10	Zerstäuberdüse

11	Kernluft-Ringkanal
12	Kernluft-Drallerzeuger
13	Kegelring (Flammenstabilisatorring)
14	Kernluftleitflanke
5 15	Hauptluftleitflanke
16	Hohlkehle
17	Rezirkulationszone, Heißgaszone
18	Zerstäuberflossen
Pfeil A	Hauptluftstrom, Luft-Brennstoff-Gemisch
10 Pfeil B	Kernluftstrom

Patentansprüche

1. Brenner für eine Gasturbinenbrennkammer, insbesondere für eine Flugzeug-Gasturbine, der einen Magervormischbrenner mit zentrisch integriertem Stützbrenner umfasst, wobei ein eine Zerstäuberdüse (10) des Stützbrenners aufnehmender Kernluft-Ringkanal (11) von einem ein mageres Luft-Brennstoff-Gemisch zuführenden Hauptluft-Ringkanal (4) des Magervormischbrenners umgeben ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** im aneinander grenzenden Mündungsbereich des Kernluft- und des Hauptluft-Ringkanals (4, 11) ein Flammenstabilisierungsring (13) mit einer nach innen gerichteten Kernluftleitflanke (14) sowie einer nach außen gerichteten Hauptluftleitflanke (15) zur Ausbildung einer von dem Flammenstabilisierungsring ausgehenden stationären, etwa hohlzylindrisch geformten, heißen Rezirkulationszone (17) angeordnet ist.
2. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Flammenstabilisierungsring als Kegelring (13) ausgebildet ist, der an der Spitze an einen den Kernluft-Ringkanal (11) vom Hauptluft-Ringkanal (4) trennenden Zentralkörper (3) angeschlossen ist.
3. Brenner nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kegelring (13) an der zur Gasturbinenbrennkammer (5) wiesenden Seite eine Hohlkehle (16) aufweist.
4. Brenner nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kegelring (13) aus einem warmfesten Stahl besteht.
5. Brenner nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kegelring (13) im Bereich der Hohlkehle (16) mit einer keramischen Beschichtung versehen ist.
6. Brenner nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kegelring (13) aus keramischem Material besteht.
7. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

net, dass der Brennstoffaustrittswinkel der Zerstäuberdüse (10) zwischen 60 und 130° liegt.

8. Brenner nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brennstoffaustrittswinkel 95° beträgt. 5
9. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Hauptluft- und im Kernluft-Ringkanal (4, 11) jeweils Kernluft- bzw. Hauptluft-Drallerzeuger (6, 12) angeordnet sind. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

