



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 25 095 T2** 2009.03.05

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 288 579 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 25 095.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 292 032.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **13.08.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **05.03.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **20.02.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F23R 3/50** (2006.01)

F23R 3/34 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
0111190 28.08.2001 FR

(73) Patentinhaber:
SNECMA, Paris, FR

(74) Vertreter:
CBDL Patentanwälte, 47051 Duisburg

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, ES, FR, GB, IT, SE

(72) Erfinder:
Boudoin, Christophe, 77170 Brie-Comte-Robert, FR; Commaret, Patrice, 77950 Rubelles, FR; Le Letty, Eric, 91700 Sainte Geneviève-des-Bois, FR; Viguiet, Christophe, 94140 Alfortville, FR

(54) Bezeichnung: **Gestufte zweiköpfige Ringbrennkammer**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet von gestuften zweiköpfigen Ringbrennkammern für eine Gasturbine eines Flugzeugtriebwerks. Sie zielt insbesondere auf die Anordnung von Kraftstoffeinspritzsystemen ab, mit denen derartige Brennkammern versehen sind.

[0002] Eine Brennkammer für eine Gasturbine wird in bekannter Art und Weise aus ringförmigen Innen- und Außenlängswänden gebildet, die mit einem Kammerboden zusammengefügt werden. In dieser Kammer finden die Verbrennungsreaktionen statt und sie ist derart eingerichtet, daß die empfangene Luftmenge sich in mindestens drei Fraktionen aufteilt: die Luft zur Verbrennung, die Luft zur Verdünnung und die zur Kühlung ihrer Wände erforderliche Luft, die nicht direkt an den Verbrennungsphänomenen teilnimmt. Die Kammer umfaßt somit einen primären Bereich oder Verbrennungsbereich und einen sekundären Bereich, der Verdünnungsbereich genannt wird und sich stromabwärts des vorhergehenden befindet.

[0003] Der Kraftstoff wird der Brennkammer über Kraftstoffeinspritzdüsen zugeführt, die in Löchern angeordnet sind, die den Kammerboden durchdringen. Die für den Verbrennungsbereich bestimmte Luft wird in die Kammer eingebracht, zum Teil über deren Boden und gegebenenfalls über die Einspritzdüsen und zum Teil über Queröffnungen, die in ihre Längswände gebohrt sind. Das Einbringen der Luft zur Verdünnung erfolgt im allgemeinen weiter stromabwärts in der Brennkammer über ein oder eine Reihe von Löchern, die gleichfalls an den Wänden der Kammer verteilt sind.

[0004] Aufgrund ihrer Gestaltung machen die derzeit verwendeten Brennkammern es schwer, die Schadstoffemissionen, die von der Verbrennung ausgehen, zu reduzieren, insbesondere die Emissionen von Stickoxid, Kohlenmonoxid und unvollständig verbrannten Kohlenwasserstoffen.

[0005] Um dieses Problem zu lösen, ist bekannt, gestufte zweiköpfige Brennkammern zu verwenden, das heißt, Kammern, deren Kraftstoffeinspritzdüsen an einem Kopf, der „Steuerkopf“ genannt wird, und einem Kopf, der „Startkopf“ genannt wird, der von dem vorherigen zugleich radial und axial beabstandet ist, verteilt, wobei der Startkopf sich stromabwärts des Steuerkopfs in der Richtung der Gasströmung in der Kammer befindet.

[0006] Herkömmlicherweise stellen die „Steuereinspritzdüsen“ die Zündung und die Leerlaufphasen des Triebwerks sicher und die „Starteinspritzdüsen“

aktivieren die „Vollgasphasen“ (VG), insbesondere beim Start, und die Fahrtphasen. im allgemeinen werden die Steuereinspritzdüsen ständig mit Kraftstoff versorgt, während die Starteinspritzdüsen nicht über eine bestimmte Mindestdrehzahl hinaus versorgt werden.

[0007] So ist beispielsweise die Schrift FR 2 727 193 bekannt, die eine Ringbrennkammer verbreitet, deren Einspritzdüsen an einem Steuerkopf und einem Startkopf verteilt sind. Der Steuerkopf ist mit n Einspritzdüsen mit einer Durchlässigkeit P1 versehen, die für die Leerlaufdrehzahl geeignet sind. Der Startkopf ist gleichfalls mit n Einspritzdüsen mit einer Durchlässigkeit P1, die die Zündung des Startkopfs bei einer niedrigen Drehzahl ermöglichen, und n Starteinspritzdüsen mit einer Durchlässigkeit P2 > P1, die für die Vollastdrehzahl geeignet sind, versehen (unter Durchlässigkeit der n Einspritzdüsen versteht man die Gesamtluftmenge, die die Gesamtheit der n Einspritzdüsen durchquert).

[0008] Die Durchlässigkeit P1 der n Steuereinspritzdüsen liegt zwischen 10% und 12% der gesamten Luftmenge, die in die Brennkammer eintritt. Angesichts des Druckverlusts der Luft, der an der Umgehung des Steuerkopfs anfällt, um am Startkopf anzugelangen, entspricht die Durchlässigkeit P1 der n ersten Starteinspritzdüsen dann ungefähr 8% bis 10% der gesamten eintretenden Luftmenge. Dagegen trägt die Durchlässigkeit P2 der n zweiten Starteinspritzdüsen 26% bis 35% dieser gesamten Luftmenge.

[0009] Eine solche Anordnung begünstigt die Umschaltung zwischen der Leerlaufdrehzahl, bei der nur die n Starteinspritzdüsen versorgt werden, und einer Drehzahl bei aufgeteilter Verbrennung oder „sector burning“ (SB), bei der unter den Starteinspritzdüsen nur die n Starteinspritzdüsen mit einer Durchlässigkeit P1 gezündet werden.

[0010] Dagegen ist die folgende Umschaltung zwischen der SB- und der VG-Drehzahl aufgrund der bedeutenden Differenz zwischen der Durchlässigkeit P2 und der Durchlässigkeit P1 der Starteinspritzdüsen schwieriger. Sie kann bei einem verhältnismäßig hohem Zufuhrverhältnis, also einer hohen Triebwerkdrehzahl nicht durchgeführt werden (in der Schrift FR 2 727 193 wird darauf hingewiesen, daß die Zündung der n Starteinspritzdüsen mit einer Durchlässigkeit P2 erfolgt, wenn die Drehzahl des Hochdruckverdichters 70% der Nenngeschwindigkeit bei voller Drehzahl erreicht).

[0011] Nun weist ein längerer Betrieb bei SB-Drehzahl Nachteile auf: Die Temperaturverteilung für die Hochdruckturbinenschaufeln ist nicht optimal und der Wechsel zwischen dem Startkopf einer gezündeten Einspritzdüse und dem einer ausgeschalteten Ein-

spritzdüse begünstigt das Anhalten chemischer Reaktionen, die die Verbrennungseffektivität beeinträchtigt und die unerwünschten Emissionen von Partikeln und Unverbranntem begünstigt.

GEGENSTAND UND KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0012] Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, derartige Nachteile zu beheben, indem eine gestufte zweiköpfige Ringbrennkammer vorgeschlagen wird, die einen Betriebsbereich ermöglicht, der im Vergleich zu herkömmlichen Technologien mit einfachen oder zweiköpfigen Brennkammern erheblich erweitert ist, wobei gleichzeitig eine gute Beherrschung von Temperaturprofilen sichergestellt wird und die Schadstoffemissionen reduziert werden.

[0013] Zu diesem Zweck ist eine gestufte Ringbrennkammer einer Gasturbine eines Flugzeugtriebwerks vorgesehen, umfassend einen Steuerkopf mit mehreren Einspritzsystemen, die an einem Steuerkopf-Kammerboden, welcher eine Innenlängswand der Kammer mit einer Außenlängswand des Steuerkopfes verbindet, verteilt sind, sowie einen Startkopf, der radial und axial zu dem Steuerkopf versetzt ist und mehrere Einspritzsysteme aufweist, die an einem Startkopf-Kammerboden, welcher die Außenlängswand des Steuerkopfes mit einer Außenlängswand des Startkopfes verbindet, verteilt sind, wobei der Steuerkopf wenigstens N im wesentlichen identische Einspritzsysteme mit einer Gesamtdurchlässigkeit PA aufweist, die für die Zündung und die benachbarten Leerlaufdrehzahlen geeignet sind, und wobei der Startkopf wenigstens 2 N im wesentlichen identische Einspritzsysteme mit einer Gesamtdurchlässigkeit PB aufweist, wobei PB größer als oder gleich PA ist, wobei die Kammer dadurch gekennzeichnet ist, daß die Durchlässigkeit PA zwischen 10% und 40% der in die Kammer eintretenden gesamten Luftmenge ist und die Durchlässigkeit PB zwischen 30% und 70% der in die Kammer eintretenden gesamten Luftmenge ist.

[0014] Die Verwendung von 2 N Einspritzsystemen, die dieselbe individuelle Durchlässigkeit aufweisen, für den Startkopf ermöglicht bei guten Bedingungen das Sicherstellen der Umschaltung zwischen der Leerlauf- und der SB-Drehzahl und der Umschaltung zwischen der SB- und der VG-Drehzahl zur selben Zeit, wobei diese letztere Umschaltung bei einer niedrigen Drehzahl, sogar dem Leerlauf nahekommend, durchgeführt werden kann.

[0015] In vorteilhaften Anordnungen ist die Durchlässigkeit PA zwischen 17% und 21% der in die Brennkammer eintretenden gesamten Luftmenge und die Durchlässigkeit PB ist zwischen 36% und 45% derselben Luftmenge.

[0016] Die Außenlängswand des Startkopfes und gegebenenfalls die Außenlängswand des Steuerkopfes sowie die Innenwand umfassen vorteilhafterweise Reihen von Verdünnungsöffnungen. Die über diese Verdünnungsöffnungen eintretende Luftmenge beträgt für die äußeren Öffnungen der Außenlängswand oder -wände zwischen 4% und 10%, vorzugsweise zwischen 6% und 8% der in die Kammer eintretenden gesamten Luftmenge und für die inneren Öffnungen, die in der Innenwand ausgebildet sind, zwischen 2% und 8%, vorzugsweise zwischen 4% und 6%.

[0017] Die Achsen der Einspritzsysteme des Steuerkopfes und des Startkopfes sind vorteilhafterweise in Richtung eines gleichen ringförmigen Bereichs zum Abführen der aus der Verbrennung hervorgehenden Gase gerichtet.

[0018] Die Einspritzsysteme des Steuerkopfes und des Startkopfes sind in den Kammerböden installiert, die senkrecht zur Achse des Triebwerks sein oder eine konische Form aufweisen können.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0019] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen ersichtlich, die ein Ausführungsbeispiel darstellen, dem jeglicher einschränkende Charakter fehlt. In den Figuren:

[0020] ist [Fig. 1](#) eine sehr schematische axiale Halbschnittansicht einer Brennkammer gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

[0021] ist [Fig. 2](#) eine sehr schematische Teilansicht, die ein Beispiel einer Aufteilung von Einspritzsystemen an den Böden der Kammer des Steuerkopfes und des Startkopfes zeigt;

[0022] ist [Fig. 3](#) eine Schnittansicht, die eine bestimmte Ausführungsform der Erfindung eines Einspritzsystems zeigt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG EINER AUSFÜHRUNGSFORM

[0023] Zunächst wird auf die [Fig. 1](#) Bezug genommen, die eine Brennkammer **1** gemäß einer Ausführungsform der Erfindung schematisch im Halbschnitt darstellt. Die Bezugsachse X-X entspricht der Achse des Triebwerks, das mit einer solchen Brennkammer versehen ist.

[0024] Die Brennkammer **1** ist vom ringförmigen Typ mit einem Steuerkopf **12** und einem Startkopf **14**, der zu dem vorhergehenden zugleich radial und axial versetzt ist, wobei der Startkopf sich stromabwärts

des Steuerkopfs in der Richtung der Gasströmung in der Kammer befindet. Diese letztere wird insbesondere von einer Außenlängswand **2** des Startkopfes, einer Innenlängswand **4** und einer Außenlängswand **6** des Steuerkopfes gebildet. Ein Kammerboden **8**, der quer zum Steuerkopf ist, fügt die Außenwand **6** des Steuerkopfes und die Innenwand **4** zusammen und die Außenwand **2** des Startkopfes und die Außenwand **6** des Steuerkopfes werden von einem Kammerboden **10** des Startkopfes zusammengefügt, der ebenfalls quer ist.

[0025] Wie [Fig. 2](#) zeigt, sind Kraftstoffeinspritzsysteme **16**, **18** in Löchern **16a** und **18a** angeordnet, die den Kammerboden **8** des Steuerkopfes bzw. den Kammerboden **10** des Startkopfes durchdringen. Genauer gesagt ist der Steuerkopf **12** mit N im wesentlichen identischen Kraftstoffeinspritzsystemen **16** versehen, die regelmäßig um die Achse X-X verteilt sind, während der Steuerkopf **14** mit $2N$ im wesentlichen identischen Kraftstoffeinspritzsystemen **18** umfaßt, die ebenfalls regelmäßig um die Achse X-X verteilt sind.

[0026] Somit befinden sich in einem Winkelsektor der Kammer, der $2\pi/N$ entspricht, zwei Einspritzsysteme **18** des Startkopfes für ein einziges Einspritzsystem **16** des Steuerkopfes. Die Einspritzsysteme sind vorteilhafterweise im wesentlichen „versetzt“ angeordnet. Unter versetzter Anordnung versteht man, daß die Winkelposition des Einspritzsystems **16** des Steuerkopfes in einem Winkelsektor von $2\pi/N$ sich im wesentlichen in gleicher Entfernung zu den Winkelpositionen der zwei Einspritzsysteme **18** des Startkopfes befindet.

[0027] Der Steuerkopf **12** und der Startkopf **14** können mit einer beliebigen bekannten Art von Einspritzsystemen versehen sein, die die mechanische oder aerodynamische Zerstäubung oder Zerstäubung bei Vormischung des Kraftstoffs oder dessen Verdampfung sicherstellen. Eine besondere Ausführungsform eines Einspritzsystems wird mit Bezugnahme auf [Fig. 3](#) weiter beschrieben.

[0028] Die N Einspritzsysteme des Steuerkopfes **12** weisen eine Gesamtdurchlässigkeit PA auf und die $2N$ Einspritzsysteme des Startkopfes **14** weisen eine Gesamtdurchlässigkeit PB auf, wobei PB größer als oder gleich PA ist, Vorteilhafterweise $2PA \leq PB \leq 3PA$ und vorzugsweise $2,5PA \leq PB \leq 3PA$.

[0029] Unter Gesamtdurchlässigkeiten PA und PB versteht man Luftmengen, die durch die Gesamtheit von N Einspritzsystemen des Steuerkopfes bzw. die Gesamtheit von $2N$ Einspritzsystemen des Startkopfes durchtreten, d. h. $PA = Npa$, wobei pa die individuelle Durchlässigkeit jedes Einspritzsystems des Steuerkopfes ist, und $PB = 2Npb$, wobei pb die Durchlässigkeit jedes Einspritzsystems des Startkop-

fes ist. Diese Durchlässigkeiten werden hier als Prozentanteile der in die Brennkammer eintretenden gesamten Luftmenge ausgedrückt.

[0030] Die Durchlässigkeit PA liegt zwischen 17% und 21% der in die Brennkammer eintretenden gesamten Luftmenge und die Durchlässigkeit PB liegt zwischen 36% und 45% derselben Luftmenge.

[0031] Wie an sich bekannt ist, können die Längswand **2** des Startkopfes und die Innenwand **4** jeweils von mindestens einer Reihe von Verdünnungsöffnungen durchdrungen sein, deren Durchmesser in Abhängigkeit von den zu erfüllenden Leistungen angepaßt wird. Diese Verdünnungsöffnungen ermöglichen das Versorgen der Brennkammer mit Luft, die zur Verdünnung des Verbrennungsgases erforderlich ist.

[0032] Die Verdünnungsöffnungen sind vorzugsweise auf folgende Art und Weise verteilt:

- die Außenlängswand **2** des Startkopfes umfaßt mindestens eine Reihe von $2N$ äußeren Verdünnungsöffnungen **20**, die beispielsweise identisch sind und im wesentlichen senkrecht zur Wand, stromabwärts des Startkopfes, in der Brennkammer **1** einmünden und abgewinkelt regelmäßig um die Achse X-X verteilt sind;
- die Innenwand **4** umfaßt mindestens eine Reihe von $2N$ inneren Verdünnungsöffnungen **22**, die im wesentlichen normal zur Wand in der Brennkammer einmünden und abgewinkelt regelmäßig um die Achse X-X verteilt sind.

[0033] Die $2N$ Verdünnungslöcher **22** können auf N erste identische Löcher, die dieselben Winkelpositionen wie ein Einspritzsystem **18** abwechselnd belegen, und N zweite identische Löcher, die dieselben Winkelpositionen wie die restlichen Einspritzsysteme **18** belegen, verteilt sein, wobei die ersten Verdünnungslöcher mit den zweiten identisch sein können oder auch nicht.

[0034] Die Außenlängswand **6** des Steuerkopfes kann auch mit äußeren Verdünnungsöffnungen **20'** versehen sein, wobei dann in der Innenwand **4** zusätzliche innere Verdünnungsöffnungen **22'** vorgesehen sein können, im wesentlichen auf derselben Höhe wie die Kammer in Bezug auf die Öffnungen **22'**.

[0035] Zur Veranschaulichung kann der Teil der Luftmenge, der über diese Verdünnungsöffnungen in die Brennkammer eintritt, für die Öffnungen **20**, die sich an der Außenlängswand **2** des Startkopfes (und gegebenenfalls jenen Öffnungen **20'**, die sich an der Außenlängswand **6** befinden) zwischen 4% und 10% und vorzugsweise zwischen 6% und 8% der gesamten Menge und für die Öffnungen, die sich an der Innenwand **4** befinden, zwischen 2% und 8% und vor-

zugsweise zwischen 4% und 6% derselben Menge liegen.

[0036] Die restliche Luftmenge ist zur Kühlung der Längswände und Kammerböden bestimmt. Zu diesem Zweck werden die Längswände **2**, **4** und **6** der Kammer herkömmlicherweise mittels Multiperforation dieser Wände oder mittels Vorrichtungen mit Folien oder Ziegeln, die diese Wände ausstatten, gekühlt.

[0037] Zudem, da die Zündung der Kammer mit einer herkömmlichen Vorrichtung (nicht dargestellt) der Art einer Luft- oder Halbleiterzündkerze durchgeführt wird, kann diese beispielsweise auf Höhe der Achse eines Einspritzsystems **16** des Steuerkopfes **12** platziert werden.

[0038] Vorteilhafterweise sind die Kammerböden **8**, **10** und die durch diese durchtretenden Einspritzsysteme **16**, **18**, derart angeordnet, daß die Achsen der Einspritzsysteme in Richtung eines gleichen ringförmigen Bereiche zum Abführen der aus der Verbrennung hervorgehenden Gase gerichtet werden. Dazu stellt **Fig. 1** zwei Beispiele der Anordnung von Kammerböden und deren jeweiligen Einspritzsystemen dar: Bei durchgezogenen Linien sind die Kammerböden **8** und **10** im wesentlichen senkrecht zur Triebwerksachse X-X und bei gestrichelten Linien sind sie im wesentlichen kegelförmig.

[0039] Diese Anordnungen ermöglichen, das Gesamtvolumen der Brennkammer soweit wie möglich zu reduzieren und die Leistungen in Bezug auf die Temperatur, die Verbrennungseffektivität und die Verringerung von Schadstoffemissionen zu verbessern. Die Konvergenz der Achsen der Einspritzsysteme ermöglicht, die Geschwindigkeit des Mischvorgangs und der Verbrennung des Kraftstoffs in der Kammer zu erhöhen und infolgedessen eine vollständige Verbrennung des Kraftstoffs in einem reduzierten Volumen zu begünstigen. Da die Produktion von Stickoxiden von der Verweilzeit von Heißgasen, die aus der Verbrennung in der Kammer hervorgehen, abhängt, ermöglicht die Verbrennungsgeschwindigkeit dann, diese Schadstoffemissionen erheblich zu verringern.

[0040] **Fig. 3** zeigt eine Ausführungsform eines Einspritzsystems. Dieses umfaßt eine Einspritzdüse **24**, die mit Kraftstoff versorgt wird. Eine primäre Luftverwirbelung **26** und eine sekundäre Luftverwirbelung **28** sind so angeordnet, daß das Einspritzsystem radial mit Luft versorgt wird. Eine in der Achse der Kraftstoffeinspritzdüse **24** angeordnete, zwischen der primären und der sekundären Luftverwirbelung gelegene Venturidüse **30** begünstigt das Zerstäuben des Kraftstoffs in feine Tröpfchen. Lüftungslöcher **32**, die ringsherum und in der Nähe einer Nase der Einspritzdüse einmünden, ermöglichen, jegliches Risiko einer Verkokung auf Höhe dieser Nase zu begrenzen, ja

sogar auszumerzen.

[0041] Die Gesamtheit der Einspritzsysteme des Steuerkopfes kann außerdem mit einer Verkleidung versehen sein, die in der Regel von zwei Kappen **34a** und **34b** gebildet werden. Diese Verkleidung ermöglicht, die Druckverluste der Umgehungsluft des Steuerkopfes zu minimieren und eine gute Versorgung des Kammerbodens des Startkopfes zu gewährleisten.

[0042] Es ist anzumerken, daß die Brennkammer aus Keramikmatrixverbundwerkstoff hergestellt sein kann, der aufgrund seiner Beständigkeit bei hohen Temperaturen eine substantielle Wirtschaftlichkeit bei der Luftmenge zur Kühlung ermöglicht.

[0043] Eine gestufte zweiköpfige Brennkammer, die mit erfindungsgemäßen Einspritzsystemen versehen ist, kann gemäß der folgenden Modi arbeiten:

- Leerlaufmodus (oder N/0-Modus): Das Einspritzen von Kraftstoff wirkt sich einzig auf den Steuerkopf aus, der mit N Einspritzsystemen mit einer Durchlässigkeit PA versehen ist. Dieser Modus ist ganz besonders für die Zündung und den Betrieb des Zündwerks in Leerlaufnähe bestimmt;

- „Vollgasmodus" (VG- oder N/2 N-Modus): Das Einspritzen von Kraftstoff wird auf die Gesamtheit der Einspritzsysteme verteilt, wobei die Möglichkeit des Modulierens der Kraftstoffverteilung zwischen dem Steuerkopf und dem Startkopf besteht. Dieser Modus ist zum Abdecken des Hauptteils des Betriebsbereichs der Kammer bestimmt und bietet bessere Leistungen in Bezug auf die Temperatur, die Effektivität und die Verringerung von Schadstoffemissionen.

- Modus mit aufgeteilter Verbrennung („sector burning") (SB- oder N/N-Modus): Die Kraftstoffversorgung wird mit allen Einspritzsystemen des Steuerkopfes und im allgemeinen mit einem Einspritzsystem abwechselnd für den Startkopf umgesetzt. Dieser Betriebsmodus erleichtert die Umschaltungen zwischen dem Steuerkopf und dem Startkopf, insbesondere wenn die Durchlässigkeiten der Kammerböden erhöht sind.

[0044] Die Anordnung der Einspritzsysteme ermöglicht das Erzielen eines wesentlich erweiterten Betriebsbereichs der Brennkammer und von im Vergleich zu herkömmlichen Kammern gleichwertigen, sogar verbesserten Leistungen in Bezug auf die Zündung und die Stabilität. Zudem kann der Übergang zwischen dem SB- und dem VG-Modus bei niedriger Drehzahl bewirkt werden. In der Tat weisen die Starteinspritzdüsen dieselbe individuelle Durchlässigkeit auf, so daß der Übergang vom SB-Modus (N/N) zum VG-Modus (N/2 N) viel leichter ist als im Fall der Schrift FR 2 727 193, die im oberen Teil der Beschreibung zitiert wurde, wobei die n zusätzlichen Starteinspritzdüsen eine Gesamtdurchlässigkeit aufweisen,

die der der n ersten Starteinspritzdüsen weit überlegen ist.

[0045] Die Anzahl der Einspritzsysteme des Steuerkopfes (nämlich N) müssen so optimiert werden, daß die Leistungen in Bezug auf die Zündung/Stabilität und Flammenausbreitung in Übereinstimmung zu bringen, wobei gleichzeitig die Einbringung von 2 N Einspritzsystemen in den Startkopf ermöglicht wird. Zur Veranschaulichung können beispielsweise der Steuerkopf mit 16 Einspritzsystemen und der Startkopf mit 32 Einspritzsystemen versehen werden.

Patentansprüche

1. Gestufte Ringbrennkammer (1) einer Gasturbine eines Flugzeugtriebwerks, umfassend einen Steuerkopf (12) mit mehreren Einspritzsystemen (16), die an einem Steuerkopf-Kammerboden (8), welcher eine Innenlängswand (4) der Kammer mit einer Außenlängswand (6) des Steuerkopfes verbindet, verteilt sind, sowie einen Startkopf (14), der radial und axial zu dem Steuerkopf (12) versetzt ist und mehrere Einspritzsysteme (18) aufweist, die an einem Startkopf-Kammerboden (10), welcher die Außenlängswand (6) des Steuerkopfes mit einer Außenlängswand (2) des Startkopfes verbindet, verteilt sind, wobei der Steuerkopf (12) wenigstens N im wesentlichen identische Einspritzsysteme (16) mit einer Gesamtdurchlässigkeit PA aufweist, die für die Zündung und die benachbarten Leerlaufdrehzahlen geeignet sind, und wobei der Startkopf (14) wenigstens 2 N im wesentlichen identische Einspritzsysteme (18) mit einer Gesamtdurchlässigkeit PB aufweist, wobei PB größer als oder gleich PA ist, wobei die Kammer **dadurch gekennzeichnet** ist, daß die Durchlässigkeit PA zwischen 10% und 40% der in die Kammer eintretenden gesamten Luftmenge ist und die Durchlässigkeit PB zwischen 30% und 70% der in die Kammer eintretenden gesamten Luftmenge ist.

2. Kammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchlässigkeit PA zwischen 17% und 21% der in die Kammer eintretenden gesamten Luftmenge ist.

3. Kammer nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchlässigkeit PB zwischen 36% und 45% der in die Kammer eintretenden gesamten Luftmenge ist.

4. Kammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie ferner eine Vielzahl von sich wenigstens in der Außenlängswand (2) des Startkopfes öffnenden äußeren Verdünnungsöffnungen (20) umfaßt.

5. Kammer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sie wenigstens eine Reihe von 2 N äußeren Verdünnungsöffnungen (20) aufweist, die im

wesentlichen senkrecht zur Außenlängswand (2) des Startkopfes einmünden.

6. Kammer nach einem der Ansprüche 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die über die äußeren Verdünnungsöffnungen eintretende Luftmenge zwischen 4% und 10% der in die Kammer eintretenden gesamten Luftmenge beträgt.

7. Kammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Vielzahl von sich in der Innenlängswand (4) der Kammer öffnenden inneren Verdünnungsöffnungen (22) aufweist.

8. Kammer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die über die inneren Verdünnungsöffnungen eintretende Luftmenge zwischen 2% und 8% der in die Kammer eintretenden gesamten Luftmenge beträgt.

9. Kammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzsysteme (16, 18) des Steuerkopfes (12) und des Startkopfes (14) im wesentlichen versetzt angeordnet sind.

10. Kammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen der Einspritzsysteme (16, 18) des Steuerkopfes (12) und des Startkopfes (14) in Richtung eines gleichen ringförmigen Bereichs zum Abführen der aus der Verbrennung hervorgehenden Gase gerichtet sind.

11. Kammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammerböden (8, 10) des Steuer- und des Startkopfes zur Achse des Triebwerks senkrecht verlaufende Wände aufweisen.

12. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammerböden (8, 10) des Steuer- und des Startkopfes kegelstumpfförmige Wände haben.

13. Kammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft-einspritzsysteme (16, 18) des Steuer- und des Startkopfes insbesondere jeweils eine Kraftstoffeinspritzdüse (24), eine primäre Luftverwirbelung (26) und eine sekundäre Luftverwirbelung (28), die radial beaufschlagt werden, eine in der Achse der Einspritzdüse, zwischen der primären und der sekundären Luftverwirbelung gelegene Venturidüse (30), um das Zerstäuben des Kraftstoffs in feine Tröpfchen zu begünstigen, sowie Lüftungslöcher (32), die in der Nähe einer Nase der Einspritzdüse einmünden, umfassen.

14. Kammer nach Anspruch 13, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Gesamtheit der Lufteinspritzsysteme des Steuerkopfes mit einer Verkleidung (**34a**, **34b**) versehen ist, so daß die Druckverluste der Umgehungsluft des Steuerkopfes minimiert werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

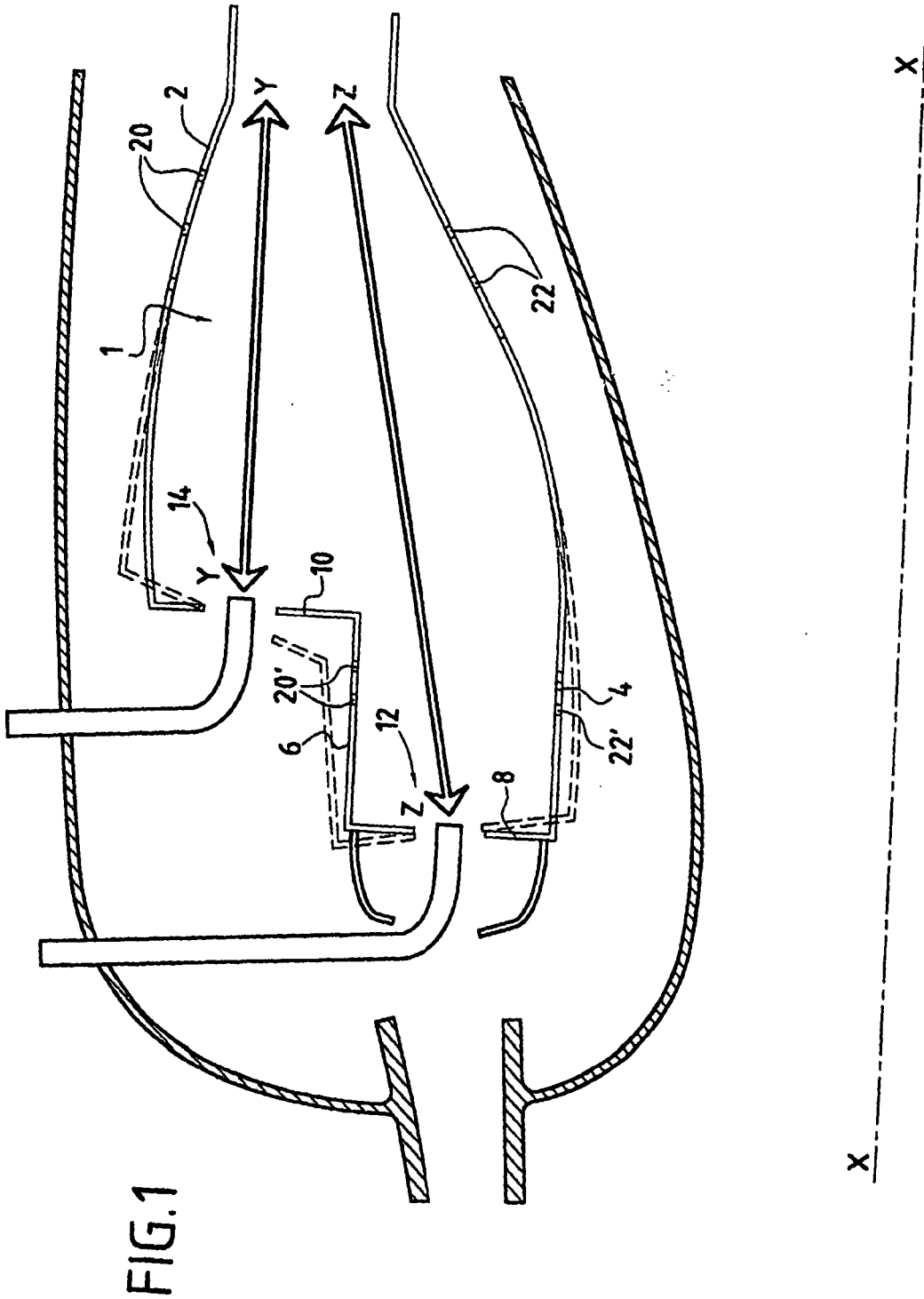


FIG.2

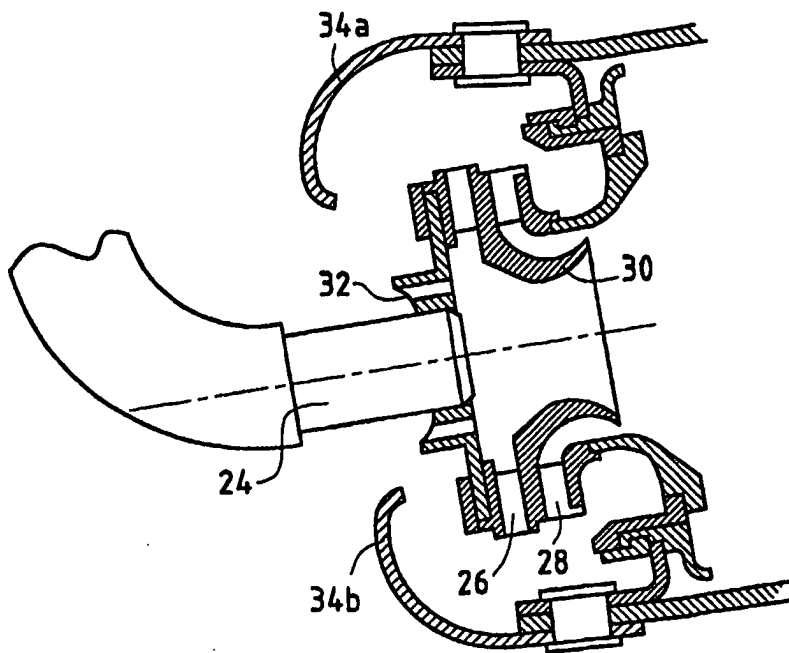
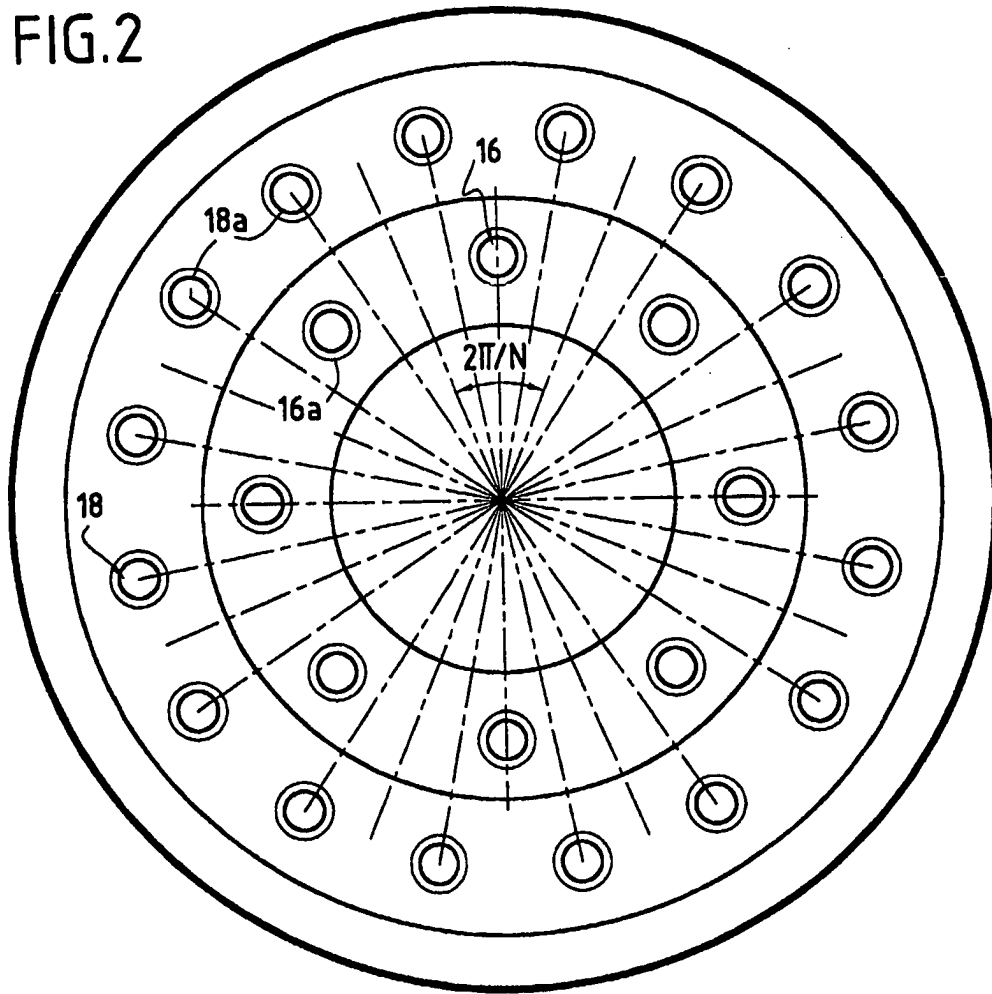


FIG.3