



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.07.1998 Patentblatt 1998/27

(51) Int Cl.⁶: F23C 7/00, F23D 17/00,
F23D 14/82

(21) Anmeldenummer: 97810838.9

(22) Anmeldetag: 07.11.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE
Benannte Erreichungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: Sattelmayer, Thomas, Dr.
5318 Mandach (CH)

(74) Vertreter: Klein, Ernest et al
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht(TEI)
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)

(30) Priorität: 23.12.1996 DE 19654116

(71) Anmelder: ABB RESEARCH LTD.
8050 Zürich (CH)

(54) **Brenner zum Betrieb einer Brennkammer mit einem flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoff**

(57) Bei einem Brenner zum Betrieb einer Brennkammer mit einem flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoff (12, 16) wird die dazu benötigte Verbrennungsluft (7) durch tangentielle Lufteintrittskanäle (5, 6) in einen Innenraum des Brenners geführt. Durch diese Strömungsführung entsteht im Innenraum eine Drallströmung, welche am Ausgang des Brenners eine Rückströmzone induziert. Um die sich dort bildende

Flammenfront zu stabilisieren, wird bei jedem den Brenner bildenden Teilkörper (1, 2) mindestens eine Zone (27) vorgesehen, innerhalb welcher Eintrittsöffnungen (29) für die Eindüsung einer Zusatzluft (32) in die Drallströmung (7a) vorgesehen sind. Durch diese Eindüsung bildet sich an der Innenwand der Teilkörper (1, 2) einen Film, welcher verhindert, dass die Flamme entlang der Innenwand der Teilkörper (1, 2) in den Innenraum des Brenners zurückschlagen kann.

FIG. 2

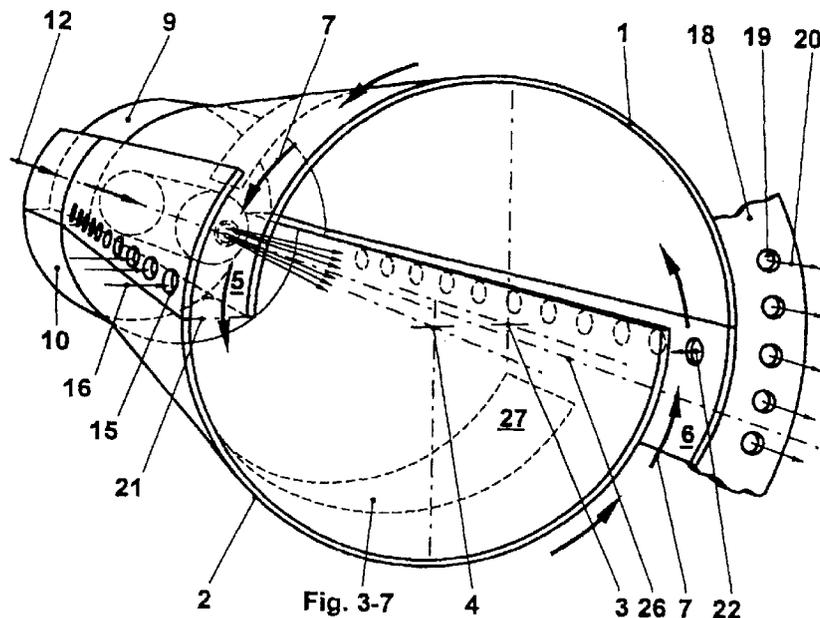
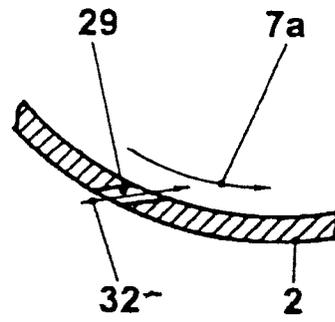


FIG. 4



Beschreibung

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Brenner gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

Bei Brennern für eine Vormischverbrennung von flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoffen bildet das Hineinwandern der Flamme in den Brenner, auch Flammenrückschlag bezeichnet, ein Hauptproblem. Daneben muss die Aerodynamik bei diesen Brennern so ausgelegt werden, dass lokale Gebiete hoher Aufenthaltszeit, in denen das Brennstoff/Luft-Gemisch zünden kann (= Selbstzündung), vermieden werden. Wird eine Drallströmung so erzeugt, dass in der Nähe der Achse hohe Umfangsgeschwindigkeiten auftreten, beispielsweise wenn radiale Drallregister zur Anwendung gelangen, so ist die Axialgeschwindigkeit im Zentrum niedrig. Da gleichzeitig hohe Turbulenzgrade auftreten, kann sich die Flamme entgegen der Strömungsrichtung ausbreiten und wandert dann in den Brenner, wobei in der Folge im allgemeinen Ueberhitzungsprobleme auftreten. In der Praxis führt dies zu Einschränkungen bei der Wahl der Drallerzeugung. Die Erzeugung eines Drallströmungsfeldes erfordert das Einschliessen der Strömung in einen am besten rotationssymmetrischen Raum. Die äussere Begrenzung dieses Raumes verursacht eine Strömungsgrenzschicht, welche immer die Bedingung verschwindender Geschwindigkeit an der Wand hat. Gleiches gilt für im Zentrum eingebaute Brennstofflanzen. Der Teil des Gemisches, der direkt entlang der Wand strömt, wird sich unerwünscht lange im Brenner aufhalten. An der äusseren Begrenzung des Drallströmungsfeldes treten besonders niedrige Geschwindigkeiten auf, da bei konstantem Totaldruck in der Anordnung der statische Druck von innen nach aussen ansteigt, womit der dynamische Druck, der durch die Absolutgeschwindigkeit repräsentiert wird, mit steigendem Radius immer kleiner wird. Diese niedrigen Geschwindigkeiten können unter Umständen nicht mehr verhindern, dass die Flamme vom Brennraum aus, entlang der Grenzschicht, in den Brenner fortpflanzt und diesen dann überhitzt und zerstören kann.

Aus EP-B1-0 321 809 ist ein Brenner bekanntgeworden, der unter Vormischbedingungen für flüssige und/oder gasförmige Brennstoffe die bis anhin bestbekanntgewordene Lösung auf diesem Gebiet darstellt, um die obengenannten Unzulänglichkeiten ohne Implementierung von Zusatzeinrichtungen beheben zu können.

Allerdings geht die Entwicklung im Gasturbinenbau dahin, die Kompressorverhältnisse kräftig zu steigern, so dass die Zuverlässigkeit des obengenannten Brenners aus genannten Gründen automatisch gemindert wird.

Darstellung der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Brenner der eingangs genannten Art Vorkehrungen zu treffen, welche in der Lage sind, einen Flammenrückschlag sicher zu verhindern.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass diese Zusatzeinrichtung von einfachster Ausgestaltung ist, und im genannten Brenner bedarfsmässig eingebaut werden kann, ohne auf die Grundkonzeption desselben verändernd eingreifen zu müssen, womit ein solcher Brenner, der sich bei mittleren Kompressorverhältnissen bereits bestens bewährt hat, auch für die weiteren Entwicklungsstufen von Gasturbinen übernommen und eingesetzt werden kann.

Erfindungsgemäss wird eine Eindüsung von Zusatzluft entlang der Brennerwände vorgenommen, und zwar vorzugsweise in der abströmungsseitigen zweiten Hälfte des Brenners. Diese Zusatzluft bildet entlang der Wand einen Film und sie vermischt sich dann langsam mit der brennstoffangereicherten Hauptströmung. Die wesentliche Verbesserung der Sicherheit gegen eine Rückzündung erfolgt aufgrund von zwei Prinzipien. Zum einen wird gewichtig eine Verdünnung des Gemisches vorgenommen. Da der Brenner in der Nähe seiner mageren Löschgrenze betrieben wird, führt schon eine schwache lokale Verdünnung des Gemisches entlang der Wände zum erwünschten Verlust der Brennfähigkeit des Gemisches entlang der Wände. Zum anderen kann diese Zusatzluft so eingedüst werden, dass die Axialgeschwindigkeit entlang der Wand erhöht wird, was sich ebenfalls günstig für den Betrieb eines solchen Brenners auswirkt. Im allgemeinen ist das Impulsdichtenverhältnis zwischen Filmluft und Hauptströmung im Bereich von 1, da beide Ströme häufig vom selben Totaldruck aus beschleunigt werden. Andere Impulse sind ohne weiteres auch denkbar, sie haben auf die erstrebte Wirkung indessen keine negativen Auswirkungen.

Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen der erfindungsgemässen Aufgabenlösungen sind in den weiteren abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen worden. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigt:

Fig. 1 einen für eine Vormischverbrennung durch Bildung einer Drallströmung tauglichen Brenner, in perspektivischer Dar-

- stellung,
- Fig. 2 eine weitere perspektivische Darstellung dieses Brenners, aus anderer Ansicht in vereinfachter Form.
- Fig. 3 eine Abwicklung eines Teilkörpers mit Eindüsungsöffnungen für eine Zusatzluft,
- Fig. 4 eine Konfiguration einer Einfachreihe von Eindüsungsöffnungen,
- Fig. 5 eine Konfiguration einer Doppelreihe von Eindüsungsöffnungen und
- Fig. 6, 7 eine spezielle Ausgestaltung der einzelnen Eindüsungsöffnungen.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

Fig. 1 zeigt einen Brenner in perspektivischer Darstellung. Zum besseren Verständnis des Gegenstandes ist es vorteilhaft, wenn beim Studium von Fig. 1 anhand der Beschreibung gleichzeitig auch Fig. 2 herangezogen wird.

Der Brenner gemäss Fig. 1 besteht aus zwei hohlen kegelförmigen Teilkörpern 1, 2, die versetzt zueinander ineinandergeschachtelt sind. Unter dem Begriff "kegelförmig" wird hier nicht nur die gezeigte, durch einen festen Oeffnungswinkel charakterisierte Kegelform verstanden, sondern er schliesst auch andere Konfigurationen der Teilkörper mit ein, so eine Diffusor- oder diffusorähnliche Form sowie eine Konfusoroder konfusorähnliche Form. Diese Formen sind vorliegend nicht weiter dargestellt, da sie dem Fachmann ohne weiteres geläufig sind. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse oder Längssymmetrieachse der Teilkörper 1, 2 zueinander (Vgl. Fig. 2, Pos. 3, 4) schafft auf beiden Seiten, in spiegelbildlicher Anordnung, jeweils einen tangentialen Lufteintrittskanal 5, 6 frei, durch welche die Verbrennungsluft 7 in Innenraum des Brenners, d.h. in den Kegelhohlraum 8 strömt. Die beiden kegelförmigen Teilkörper 1, 2 weisen je einen zylindrischen Anfangsteil 9, 10, die ebenfalls, analog den vorgenannten Teilkörpern 1, 2, versetzt zueinander verlaufen, so dass die tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6 über die ganze Länge des Brenners vorhanden sind. Im Bereich des zylindrischen Anfangsteils ist eine Düse 11 zur vorzugsweise Zerstäubung eines flüssigen Brennstoffes 12 untergebracht, dergestalt dass deren Eindüsung in etwa mit dem engsten Querschnitt des durch die Teilkörper 1, 2 gebildeten Kegelhohlraumes 8 zusammenfällt. Die Eindüsungskapazität und die Betriebsart dieser Düse 11 richtet sich nach den vorgegebenen Parametern des jeweiligen Brenners. Der durch die Düse 11 eingedüστε Brennstoff 12 kann bei Bedarf mit einem rückgeführten Abgas angereichert werden; sodann ist es auch möglich, durch

die Düse 11 die komplementäre Einspritzung einer Wassermenge vorzusehen.

Selbstverständlich kann der Brenner rein kegelig, also ohne zylindrische Anfangsteile 9, 10 ausgebildet sein. Die Teilkörper 1, 2 weisen des weiteren je eine Brennstoffleitung 13, 14 auf, welche entlang der tangentialen Eintrittskanäle 5, 6 angeordnet und mit Eindüsungsöffnungen 15 versehen sind, durch welche vorzugsweise ein gasförmiger Brennstoff 16 in die dort vorbeiströmende Verbrennungsluft 7 eingedüst wird, wie dies durch Pfeile 16 versinnbildlicht wird, wobei diese Eindüsung zugleich die Brennstoffinjektionsebene (Vgl. Fig. 3, Pos. 22) des Systems bildet. Diese Brennstoffleitungen 13, 14 sind vorzugsweise spätestens am Ende der tangentialen Einströmung, vor Eintritt in den Kegelhohlraum 8, plaziert, dies um eine optimale Luft/Brennstoff-Mischung zu gewährleisten.

Brennraumseitig weist der Brenner eine als Verankerung für die Teilkörper 1, 2 dienende Frontplatte 18 mit einer Anzahl Bohrungen 19 auf, durch welche bei Bedarf eine Misch- bzw. Kühlluft 20 dem vorderen Teil des Brennraumes 17 bzw. dessen Wand zugeführt wird.

Wird zum Betrieb des Brenners flüssiger Brennstoff 12 über die zentrale Düse 11 eingesetzt, so wird dieser unter einem spitzen Winkel in den Kegelhohlraum 8 bzw. in den Brennraum 17 eingedüst. Aus der Düse 11 bildet sich sonach ein kegeliges Brennstoffprofil 23, das von der tangential einströmenden rotierenden Verbrennungsluft 7 umschlossen wird. In axialer Richtung wird die Konzentration des eingedüsten Brennstoffes 12 fortlaufend durch die einströmenden Verbrennungsluft 7 zu einer optimalen Gemisch abgebaut. Wird der Brenner mit einem gasförmigen Brennstoff 16 betrieben, so kann dies grundsätzlich auch über die Brennstoffdüse 11 geschehen, vorzugsweise aber geschieht dies über die Eindüsungsöffnungen 15, wobei die Bildung dieses Brennstoff/Luft-Gemisches direkt am Ende der Lufteintrittskanäle 5, 6 zustande kommt.

Bei der Eindüsung des flüssigen Brennstoffes 12 über die Düse 11 wird am Ende des Brenners die optimale, homogene Brennstoffkonzentration über den Querschnitt erreicht. Ist die Verbrennungsluft 7 zusätzlich vorgeheizt oder mit einem rückgeführten Abgas angereichert, so unterstützt dies die Verdampfung des flüssigen Brennstoffes 12 nachhaltig, und zwar innerhalb der durch die Länge des Brenners induzierten Vormischstrecke.

Die gleichen Ueberlegungen gelten auch, wenn über die Brennstoffleitungen 13, 14 statt gasförmige nun flüssige Brennstoffe zugeführt werden sollten.

Bei der Gestaltung der kegelförmigen Teilkörper 1, 2 hinsichtlich der Zunahme des Strömungsquerschnittes sowie der Breite der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6 sind an sich enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Verbrennungsluft 7 am Ausgang des Brenners einstellen kann. Die kritische Drallzahl stellt sich am Ausgang des Brenners ein: Dort bildet sich auch eine Rückströmzone oder

Rückströmblase 24 (Vortex Breakdown) mit einem gegenüber der dort wirkenden Flammenfront 25 stabilisierenden Effekt ein, in dem Sinne, dass die Rückströmzone 24 die Funktion eines körperlosen Flammenhalters übernimmt.

Die optimale Brennstoffkonzentration über den Querschnitt wird erst im Bereich des Wirbelaufplatzens, also im Bereich der Rückströmzone 24 erreicht. Erst an dieser Stelle entsteht sodann eine stabile Flammenfront 25. Die flammenstabilisierende Wirkung ergibt sich durch die sich im Kegelhohlraum 8 bildende Drallzahl in Strömungsrichtung entlang der Kegelachse. Ein Rückschlagen der Flamme in das Innere des Brenners tritt somit aufgrund dieser strömungstechnischen Vorgabe nicht auf.

Allgemein ist zu sagen, dass eine Minimierung der Durchflussöffnung der tangentialen Lufteintrittskanäle 6, 7 prädestiniert ist, die Rückströmzone 24 ab Ende der Vormischstrecke zu bilden. Die Konstruktion des Brenners eignet sich des weiteren vorzüglich, die Durchflussöffnung der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6 nach Bedarf zu verändern, womit ohne Veränderung der Baulänge des Brenners eine relativ grosse betriebliche Bandbreite erfasst werden kann. Selbstverständlich sind die Teilkörper 1, 2 auch in einer anderen Ebene zueinander verschiebbar, wodurch sogar eine Überlappung gegenüber der Lufteintrittsebene in den Kegelhohlraum 8 (Vgl. Fig. 2, Pos. 21) derselben im Bereich der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6, wie dies aus Fig. 2 hervorgeht, bewerkstelligt werden kann. Es ist sodann auch möglich, die Teilkörper 1, 2 durch eine gegenläufige drehende Bewegung spiralartig ineinander zu verschachteln.

Durch eine in diesem Brenner erreichbare homogenere Gemischbildung zwischen den eingedüsten Brennstoffen 11, 12 und der Verbrennungsluft 7 erzielt man tiefere Flammentemperaturen und damit tiefere Schadstoff-Emissionen, insbesondere tiefere NOx. Sodann reduzieren diese tieferen Temperaturen die thermische Belastung für das Material an der Brennerfront und machen beispielweise eine Sonderbehandlung der Oberfläche nicht zwingend nötig.

Was die Anzahl der Lufteintrittskanäle betrifft, so ist der Brenner nicht auf die gezeigte Anzahl beschränkt. Eine grössere Anzahl ist beispielsweise dort angezeigt, wo es darum geht, die Vorvermischung breiter anzulegen, oder die Drallzahl und somit die davon abhängige Bildung der Rückströmzone 24 durch eine grössere Anzahl Lufteintrittskanäle entsprechend zu beeinflussen. In diesem Zusammenhang wird auf EP-A2-0 704 657 verwiesen, wobei diese Druckschrift integrierender Bestandteil vorliegender Beschreibung ist.

Fig. 2 zeigt den gleichen Brenner nach Fig. 1 jedoch aus anderer Perspektive und in vereinfachter Form. Diese Figur 2 will hauptsächlich die Disposition der beiden kegelförmigen Teilkörper 1, 2 und deren Versetzung zueinander zeigen. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse 3, 4 der beiden Teilkörper zueinander, bezogen

auf die Hauptmittelachse 26 des Brenners, welche der Hauptachse der zentralen Brennstoffdüse 11 entspricht, ergibt die jeweilige Grösse der Durchflussöffnungen der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6. Die Mittelachsen 3, 4 verlaufen hier parallel zueinander. In dieser Figur sind des weiteren je eine zu jedem Teilkörper 1, 2 zugehörige Zone 27 ersichtlich, in welchen die Plazierungen von Mitteln zur Eindüsung von Zusatzluft stattfindet. Für die einzelnen Ausgestaltungen dieser Mittel wird auf die nachfolgenden Figuren 3-7 verwiesen.

Fig. 3 zeigt eine Abwicklung 28 eines kegelförmigen Teilkörpers, worin schematisch die Zone 27 ersichtlich ist, innerhalb welcher eine bestimmte Konfiguration von Eindüsungsöffnungen für Zusatzluft, welche eine Rückzündungssperre gewährleisten, zugrundegelegt wird. Die Orientierung der Eindüsungsöffnungen 29 sowie deren Anzahl und Grösse wird den jeweiligen Strömungsverhältnissen im Brenner angepasst. Der finale Zweck ist primär auf die Rückzündungssperre gerichtet. Die einzelnen schrägen Striche 30 wollen die Platzierung der einzelnen Reihen der Eindüsungsöffnungen 29 versinnbildlichen. Die Pfeile 31 wollen auf die Ausströmungsrichtung der Zusatzluft hindeuten, die hier rechtwinklig gegenüber der Ebene 30 der Eindüsungsöffnungen 29 verläuft. Diese Ausströmungsrichtung kann indessen von rein axial bis zu der Richtung der Hauptströmung variieren. Zum besseren Verständnis sind in dieser Abwicklung 28 je eine Einfachreihe und eine Doppelreihe von Eindüsungsöffnungen 29 eingezeichnet. Die entsprechenden Schnitte gehen dann aus Fig. 4 und 5 hervor.

Fig. 4 zeigt die Gestaltung einer Einfachreihe von Eindüsungsöffnungen 29. Die Zusatzluft 32 wird hier unter einem spitzen Winkel gegenüber der Drallströmung 7a eingedüst, also flach zur Innenwand des entsprechenden Teilkörpers 2, dies um die Filmerzeugung zu verbessern.

Fig. 5 zeigt eine Doppelreihe von Eindüsungsöffnungen 29. Grundsätzlich werden hier die gleichen Vorkehrungen getroffen, wie dies unter Fig. 3 beschrieben worden ist.

Bei Fig. 6 verlaufen die Eindüsungsöffnungen 33 im Bereich der Innenwand des entsprechenden Teilkörpers 2 fächerförmig, wie dies aus Fig. 7, welche eine Draufsicht ist, hervorgeht.

Grundsätzlich ist eine breite Variation in der Gestaltung der Eindüsungsöffnungen möglich. Bei Strömungen mit ausgeprägtem hohem Drall ergeben sich Einschränkungen in Bezug auf die Anordnung der Eindüsungsöffnungen. Solange man Bohrungen benutzt, kann man die gewünschte Eindüsungsrichtung durch Orientierung der Bohrungen festlegen. Schlitze müssen indessen aus Gründen der Bauteilfestigkeit häufig segmentiert werden.

Ferner ist hervorzuheben, dass die hier vorgeschlagene Rückzündsperre nicht auf den hier beschriebenen Brenner beschränkt ist. Diese Rückzündsperre greift immer dort ein, wo eine Vormischverbrennung durch Er-

zeugung eines Drallströmungsfeldes zugrundegelegt wird.

Bezugszeichenliste

1	Kegelförmiger Teilkörper
2	Kegelförmiger Teilkörper
3	Mittelachse zu 1
4	Mittelachse zu 2
5	Tangentialer Lufteintrittskanal
6	Tangentialer Lufteintrittskanal
7	Verbrennungsluft
7a	Drallströmung
8	Kegelhohlraum, Innenraum des Brenners
9	Zylindrischer Anfangsteil des Brenners
10	Zylindrischer Anfangsteil des Brenners
11	Brennstoffdüse
12	Brennstoff, Flüssiger Brennstoff
13	Brennstoffleitung
14	Brennstoffleitung
15	Eindüsungsöffnungen einer Brennstoffleitung 13, 14
16	Brennstoff, gasförmiger Brennstoff
17	Brennraum
18	Frontplatte
19	Bohrungen in Frontplatte
20	Luft, Mischluft, Kühlluft
21	Lufteintrittsebene
22	Brennstoffinjektionsebene
23	Brennstoffprofil
24	Rückströmzone, Rückströmblase
25	Flammenfront
26	Hauptmittelachse
27	Eindüsungszone
28	Abwicklung eines kegelförmigen Teilkörpers
29	Eindüsungsöffnungen
30	Ebene der Eindüsungsöffnungen 29
31	Ausströmungs- Eindüsungsrichtung der Zusatzluft
32	Zusatzluft
33	Fächerförmige Eindüsungsöffnungen

Patentansprüche

1. Brenner zum Betrieb einer Brennkammer mit einem flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoff, wobei eine Verbrennungsluft durch tangentiale Lufteintrittskanäle in eine durch den Brenner gebildete Vormischstrecke einströmt, und wobei sich am Ausgang des Brenners eine kritische Drallströmung bildet, welche eine Rückströmzone zur Stabilisierung der sich dort bildenden Flammenfront induziert, dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner entlang seiner Ausdehnung in Strömungsrichtung mindestens eine Zone (27) aufweist, innerhalb welcher Mittel (29, 33) zur Eindüsung einer Zusatzluft (32) in die Drallströmung (7a) vorhanden sind.

2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner aus mindestens zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (1, 2) besteht, dass die Mittelachsen (3, 4) dieser Teilkörper (1, 2) zueinander versetzt verlaufen, dass die benachbarten Wandungen der Teilkörper (1, 2) tangentiale Lufteintrittskanäle (5, 6) für eine Verbrennungsluft (7) bilden, und dass im von den Teilkörpern (1, 2) gebildeten Kegelhohlraum (8) mindestens eine Brennstoffdüse (11, 15) wirksam ist.

3. Brenner nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Teilkörper (1, 2) mindestens eine Zone (27) aufweist.

4. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der tangentialen Lufteintrittskanäle (5, 6) in Längserstreckung des Brenners eine Anzahl zueinander beabstandeter Brennstoffdüsen (15) angeordnet sind.

5. Brennkammer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kegelhohlraum (8) in Strömungsrichtung gleichförmig zunimmt.

6. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kegelhohlraum (8) in Strömungsrichtung einen Diffusor, einen diffusorähnlichen Verlauf, einen Konfusor, einen konfusorähnlichen Verlauf bildet.

7. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper (1, 2) spiralförmig ineinander geschachtelt sind.

8. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb der Zone (27) die Mittel durch eine Anzahl Eindüsungsöffnungen (29, 33) gebildet sind, und dass die Eindüsungsrichtung (31) der Zusatzluft (32) in eine innerhalb des Kegelhohlraumes (8) filmluftbildende Interdependenz zur Drallströmung (7a) steht.

9. Brenner nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüsungsöffnungen (29, 33) innerhalb der Zone (27) mehrere parallel beabstandete Reihen (30) bilden.

10. Brenner nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüsungsrichtung der Zusatzluft (32) flach zur Drallströmung (7a) verläuft.

FIG. 2

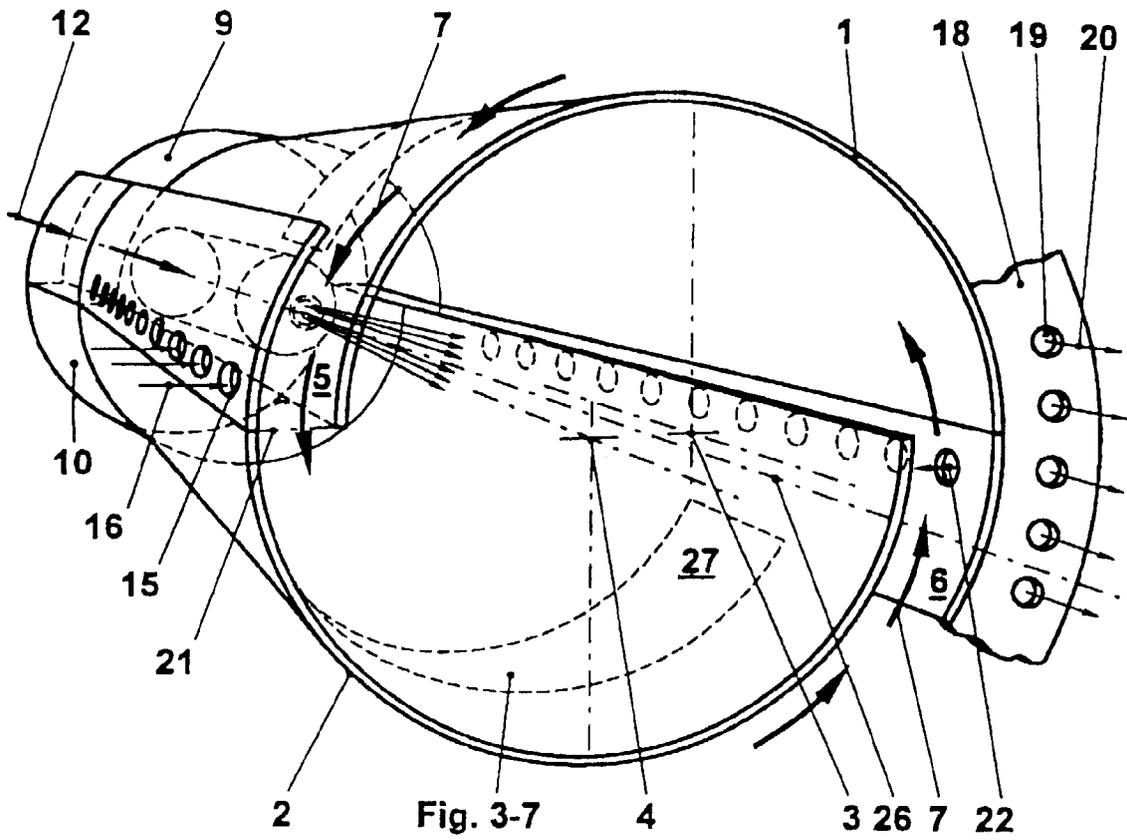


FIG. 3

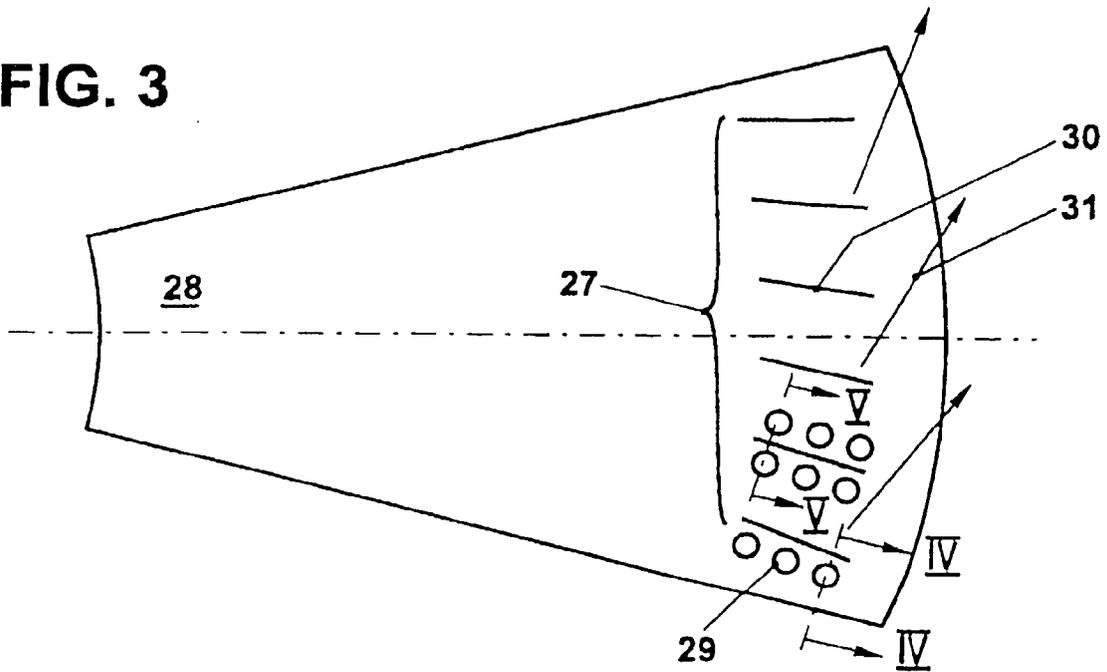


FIG. 4

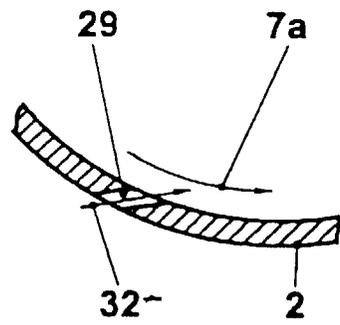


FIG. 5

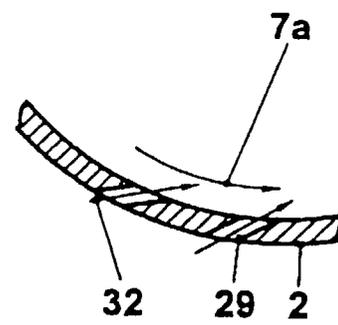


FIG. 6

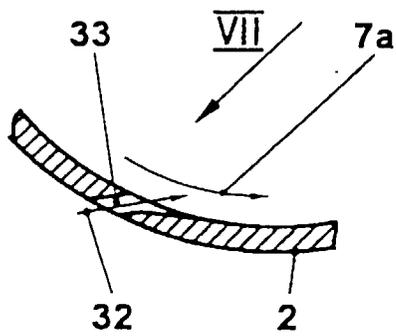


FIG. 7

