

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 816 759 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.01.1998 Patentblatt 1998/02

(51) Int Cl.⁶: **F23D 17/00**, F23C 7/00,
F23C 9/00

(21) Anmeldenummer: **97810385.1**

(22) Anmeldetag: **18.06.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(30) Priorität: **29.06.1996 DE 19626240**

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

(72) Erfinder:
• **Döbbeling, Klaus, Dr.
5200 Windisch (CH)**

• **Knöpfel, Hans Peter
5627 Besenbüren (CH)**
• **Griffin, Timothy, Dr.
5408 Ennetbaden (CH)**

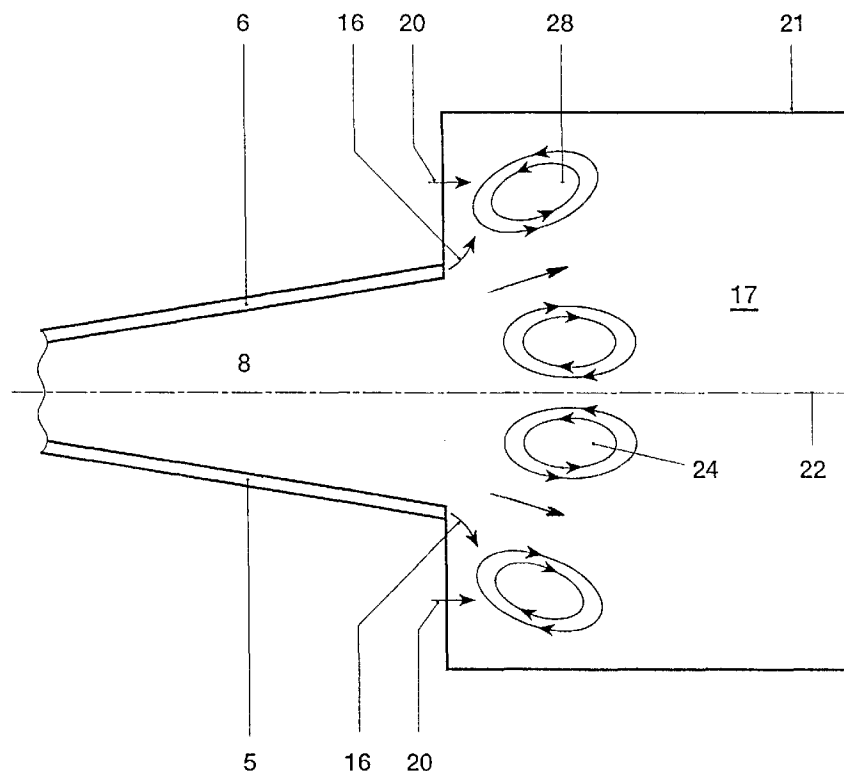
(74) Vertreter: **Pöpper, Evamaria, Dr. et al
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht (TEI)
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)**

(54) **Vormischbrenner und Verfahren zum Betrieb des Brenners**

(57) Bei einem Brenner der Doppelkegelbauart sind in der Brennersichel (26) Bohrungen (27) angeordnet, über die gasförmiger Brennstoff (16) im Umfang von ca. 3 bis 8% des Gesamtbrennstoffmassenstromes in die

äussere Rezirkulationszone (28) des Brenners einge-mischt wird. Das führt zu einer zusätzlichen äusseren Stabilisierung der Flamme und zu einer Erweiterung des Betriebsbereiches des Brenners.

FIG. 2



EP 0 816 759 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Verbrennungstechnik. Sie betrifft einen Vormischbrenner der Doppelkegelbauart und ein Verfahren zum Betrieb des Brenners.

Stand der Technik

Aus EP 0 321 809 B1 ist der prinzipielle Aufbau eines Brenners der Doppelkegelbauart bekannt, auf den sich die Erfindung bezieht. Dieser Brenner besteht im wesentlichen aus hohlen, sich zu einem Körper ergänzenden Teilkegelkörpern, mit tangentialen Lufteintrittsschlitzen und Zuführungen für gasförmige und flüssige Brennstoffe, bei dem die Mittelachsen der hohlen Teilkegelkörper eine in Strömungsrichtung sich erweiternde Kegelneigung aufweisen und in Längsrichtung zueinander versetzt verlaufen. Im von den Teilkegelkörpern gebildeten kegelförmigen Innenraum ist am Brennerkopf eine Brennstoffdüse plaziert. Der gasförmige Brennstoff wird dem Verbrennungsluftstrom vorgängig seiner Einströmung in den Brennerinnenraum über entlang der Eintrittsschlitze angeordneten Gasinjektoren zugeführt. Die Bildung des Brennstoff/Luft-Gemisches geschieht somit direkt am Ende der tangentialen Lufteintrittsschlitze. Die Eintrittsebene der Verbrennungsluft und die Gaseintrittsebene (Belochungsebene) fallen bei diesem bekannten Stand der Technik zusammen.

Die Zunahme des Dralles entlang der Kegelachse, verbunden mit der plötzlichen Querschnittserweiterung am Brenneraustritt, führt dazu, dass sich stromab des Brenneraustrittes auf der Brennerachse eine Rückströmzone (innere Rezirkulationszone) bildet, die die Flamme stabilisiert. Erst im Staupunkt dieser inneren Rückströmzone wird die Zündung der Flamme eingeleitet.

In bestimmten Betriebszuständen, z.B. nahe der Löschgrenze oder bei magerem Betrieb der Vormischstufe, d.h. beim Übergang zum Kopfstufenbetrieb, bei dem zwecks Anfettung des Brennstoff/Luft-Gemisches zusätzlich Pilotgas in Achsnähe des Brenners eingedüst wird (interne Pilotisierung), neigt der Brenner zu Schwingungen. Das hat wiederum zur Folge, dass der betreibbare Bereich des Brenners, also sein Stabilitätsbereich eingeschränkt wird und der Brenner frühzeitig verlöscht.

Die Ursache für die Schwingungen und das Verlöschen bei vergleichsweise brennstoffreichen Bedingungen ist die unzureichende Flammenstabilisierung des Brenners. Der Brenner wird zwar durch die innere Rezirkulationszone stabilisiert, die im Kopfstufenbetrieb mit Zusatzbrennstoff versorgt wird. Die äussere Scherschicht des aus dem Brenner austretenden Brennstoff/Luft-Gemisches, die eine wesentlich grössere Kontaktfläche zwischen Frischgas und Abgas im Vergleich zur

inneren Rezirkulationszone zur Verfügung stellt, wird jedoch bisher nicht zur Stabilisierung benutzt.

Darstellung der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, den bekannten Brenner der Doppelkegelbauart mit einfachen konstruktiven Mitteln so zu verändern und ihn so zu betreiben, dass eine zusätzliche Stabilisierung der Flamme erfolgt, ohne dass es zu einer nennenswerten Erhöhung der Schadstoffemissionswerte kommt.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass bei einem Brenner gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 in der Brennersichel mindestens eine Bohrungen angeordnet ist, welche der Zufuhr von gasförmigem Brennstoff in die äussere Rezirkulationszone dient. Erfindungsgemäss wird dies bei einem Verfahren zum Betrieb des Brenners dadurch erreicht, dass ca. 3 bis 8% des gesamten gasförmigen Brennstoffes in die äussere Rezirkulationszone eingemischt werden.

Die Vorteile der Erfindung bestehen unter anderem darin, dass die Flammenstabilität verbessert wird, d.h. es treten geringere Druckpulsationen in der Flamme auf. Ausserdem zeichnet sich der erfindungsgemässe Brenner gegenüber dem bekannten Stand der Technik durch eine niedrigere magere Löschgrenze aus, so dass er einen erweiterten Betriebsbereich aufweist. Durch die Intensivierung der äusseren Reaktionsfront ergibt sich als weiterer Vorteil eine verkürzte Ausbrandlänge.

Es ist besonders zweckmässig, wenn die Bohrungen parallel zur Brennerachse ausgerichtet sind, weil diese Ausführung sehr einfach zu realisieren ist.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Bohrungen unter einem Winkel von ca. 45° zur Brennerachse schräg nach aussen angeordnet sind. Dann ist eine besonders intensive Mischung des Brennstoffes mit dem Abgas der äusseren Rezirkulationszone möglich. Gleiches wird in vorteilhafter Weise bewirkt, wenn die zusätzlichen Bohrungen in der Brennersichel derart angeordnet sind, dass sie eine Eindüsung des Brennstoffes in Gegen-drallrichtung zur Drallrichtung des Abgases in der Rezirkulationszone bewirken.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand eines Brenners der Doppelkegelbauart, der z.B. zum Betrieb einer Gasturbine eingesetzt wird, dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Darstellung des Doppelkegelbrenners;
- Fig. 2 einen Längsschnitt des Brenners mit der Brennkammer in schematischer Darstellung;

- Fig. 3 einen Querschnitt des Brenners gemäss Fig. 1 entlang der Ebene III-III;
 Fig. 4 einen Querschnitt des Brenners gemäss Fig. 1 entlang der Ebene IV-IV.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Die Strömungsrichtung der verschiedenen Medien ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und der Fig. 1 bis 4 näher erläutert.

Fig. 1 zeigt in perspektivischer Darstellung den erfindungsgemässen Brenner. Zum besseren Verständnis ist es vorteilhaft, wenn gleichzeitig zu Fig. 1 die Schnitte in den Fig. 2 bis 4 herangezogen werden.

Der Brenner besteht aus zwei hohlen Teilkegelkörpern 1, 2, die versetzt zueinander aufeinander liegen. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachsen 3, 4 der Teilkegelkörper 1, 2 zueinander schafft auf beiden Seiten in spiegelbildlicher Anordnung jeweils einen tangentialen Lufteintrittsschlitz 5, 6, durch welche die Verbrennungsluft 7 in den Innenraum 8 des Brenners gelangt. Die beiden Teilkegelkörper 1, 2 haben jeweils einen zylindrischen Anfangsteil 9, 10, die ebenfalls versetzt zueinander verlaufen, so dass auch in diesem Bereich die tangentialen Lufteintrittsschlitze 5, 6 vorhanden sind. In diesem zylindrischen Anfangsteil 9, 10 ist eine Düse 11 zur Zerstäubung des flüssigen Brennstoffes 12 untergebracht. Der Brenner kann auch ohne die zylindrischen Anfangsteile 9, 10 ausgeführt sein, so dass er rein kegelig ausgebildet ist. Dann ist die Brennstoffdüse 11 direkt in der Kegelspitze untergebracht. Die beiden Teilkegelkörper 1, 2 weisen je eine Brennstoffleitung 13, 14 auf, die mit Öffnungen 15 versehen sind, welche Brennstoffinjektoren darstellen. Durch die Brennstoffinjektoren 15 wird gasförmiger Brennstoff 16 der durch die tangentialen Lufteintrittsschlitze 5, 6 strömenden Verbrennungsluft 7 zugemischt.

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

Wird zum Betrieb des Brenners flüssiger Brennstoff 12 verwendet, so strömt dieser durch die Düse 11 und wird in einem spitzen Winkel in den Brennerinnenraum 17 eingedüst, wobei sich ein homogener Brennstoffspray einstellt. Das kegelige Flüssigbrennstoffprofil 23 wird von einem tangential einströmenden rotierenden Verbrennungsluftstrom 7 umschlossen. In axialer Richtung wird die Konzentration des Flüssigbrennstoffes 12 fortlaufend durch die eingemischte Verbrennungsluft 7 verringert. Die optimale Brennstoffkonzentration über den Querschnitt wird erst im Bereich des Wirbelauflaufplatzes, d.h. im Bereich der inneren Rezirkulationszone 24

erreicht. Die Zündung erfolgt an der Spitze der inneren Rezirkulationszone 24. Diese wird im sogenannten Kopfstufenbetrieb (nicht dargestellt) mit Zusatzbrennstoff versorgt. Erst an dieser Stelle entsteht eine stabile Flammenfront 25. Die Flammenstabilisation ergibt sich durch Zunahme der Drallzahl in Strömungsrichtung entlang der Kegelachse. Ein Rückschlagen der Flamme in das Innere des Brenners tritt unter normalen Betriebsbedingungen nicht auf.

Wird gasförmiger Brennstoff 16 verbrannt, so geschieht die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft 7 in den Lufteintrittsschlitzen 5, 6, also vor Eintritt in den Brennerinnenraum 8.

Erfindungsgemäss sind im Bereich der Brennersichel 26 eine Reihe von Bohrungen 27 angeordnet, die der Zufuhr und Einmischung von zusätzlichem gasförmigem Brennstoff 16 in die äussere Rezirkulationszone 28 dienen. Der zusätzliche gasförmige Brennstoff 16 kann im Extremfall auch nur über eine einzige in der Brennersichel 26 angeordnete Bohrung 27 in die äussere Rezirkulationszone 28 eingebracht werden.

Wie aus Fig. 2 hervorgeht, befindet sich diese äussere Rezirkulationszone 28 im äusseren Bereich des Brennraumes 17, nahe der Wand der Brennkammer 21.

Die Bohrungen 27 können in verschiedener Weise in der Brennersichel 26 angeordnet sein, beispielsweise parallel zur Brennerachse 22. In anderen Ausführungsbeispielen können sie auch unter einem Winkel zur Brennerachse 22 von etwa 45° schräg nach aussen angeordnet sein, so dass der zusätzliche gasförmige Brennstoff 16 in Richtung Brennkammerwand eingedüst wird. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Bohrungen 27 so angeordnet sind, dass der zusätzliche gasförmige Brennstoff 16 in Gegendrallrichtung zur Rezirkulationsströmung eingebracht wird, weil dann eine besonders intensive Mischung des Zusatzbrennstoffes mit dem rezirkulierenden Abgas erfolgt und die darauf beruhende Flammenstabilisierung besonders hoch ist.

Der Brenner ist erfindungsgemäss so zu betreiben, dass nur etwa 3 bis 8% des gesamten gasförmigen Brennstoffes durch die Öffnungen 27 in die äussere Rezirkulationszone 28 gelangen. Da an dieser Stelle bereits die Kühlluft 20 beigemischt ist und die rezirkulierenden Abgase bereits einen Teil ihrer fühlbaren Wärme an die Frontplatte 18 abgegeben haben, bewirkt diese zusätzliche Brennstoffzugabe keine nennenswerte Erhöhung der NOx-Emissionen. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn die Eindüsenungen genügend klein sind, um eine Stabilisierung an den Eintrittsstrahlen zu vermeiden. Nach der Brennstoffeinmischung erfolgt nach einer gewissen Zündverzugszeit Selbstzündung und zwar kurz vor oder direkt an der äusseren Scherschicht des austretenden Brennstoff/Luft-Gemisches.

Durch die Erfindung wird eine externe Zusatzstabilisierung (durch Minipiloten) realisiert, die u.a. zu einer Erweiterung des Betriebsbereiches des Brenners und zu einer erhöhten Flammenstabilität führt.

Messungen an einem perfekt vorgemischten Ver-

suchsbrenner haben gezeigt, dass eine Verschiebung der mageren Löschgrenze um ca. 100K zu kleineren Temperaturen hin mit einer sehr geringen Zunahme der Schadstoffemissionen (zusätzlich ca. 1,5 vppmd 15%O₂, d.h. Konzentration des NO_x im trockenen Abgas) möglich ist.

In Fig. 4 ist in einem Querschnitt eine konkrete Ausführung der Erfindung dargestellt. Der Querschnitt zeigt den Bereich der Brenneraustrittssichel 26. In der Sichel 26 sind an 14 Positionen am Umfang mit einer Winkelteilung von etwa 10° Bohrungen 26 mit einem Durchmesser von 0,8mm angeordnet. Die Anzahl und Grösse der Bohrungen 26 wurde so gewählt, dass ca. 3% des gesamten Brennstoffmassenstromes dort austreten und in die in Fig. 4 nicht dargestellte äussere Rezirkulationszone 28 eingemischt werden.

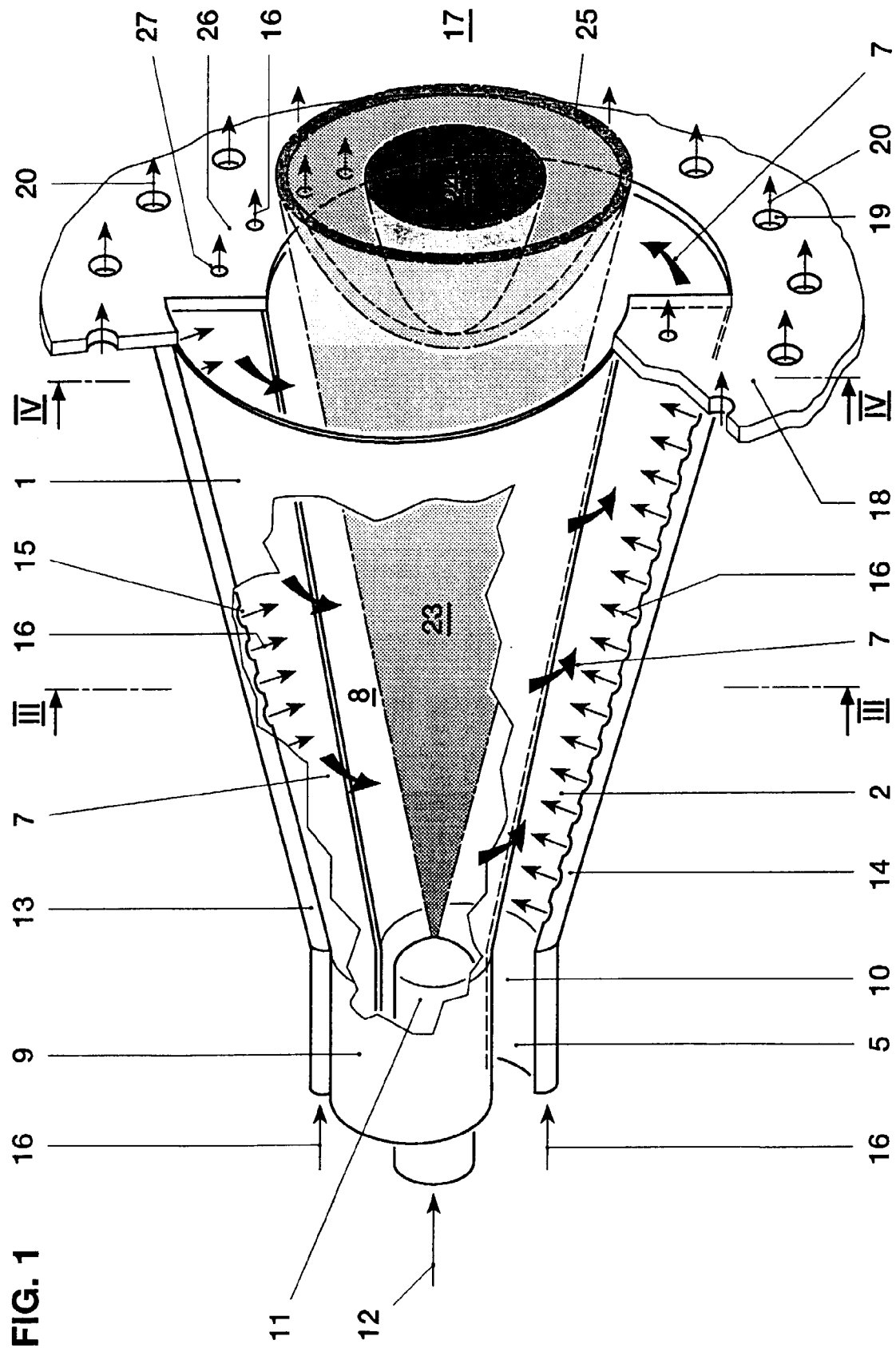
Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das eben beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Die erfindungsgemässe Lösung kann ebenso auch für Brenner verwendet werden, die aus mehr als zwei Teilkegelkörpern bestehen, z.B. für sogenannte Vierschlitzbrenner. Die Bohrungen 27 können ausserdem sowohl in ihrer Anzahl als auch in ihrer Position in der Brennersichel 26 variieren. Es ist lediglich darauf zu achten, dass der zusätzliche Brennstoffmassenstrom, der in die äussere Rezirkulationszone eingemischt wird, nicht mehr als ca. 8% des Gesamtbrennstoffes ausmacht.

Bezugszeichenliste

1	Teilkegelkörper
2	Teilkegelkörper
3	Mittelachse von Pos. 1
4	Mittelachse von Pos. 2
5	tangentialer Lufteintrittsschlitz
6	tangentialer Lufteintrittsschlitz
7	Verbrennungsluft
8	Brennerinnenraum
9	zylindrischer Anfangsteil von Pos. 1
10	zylindrischer Anfangsteil von Pos. 2
11	Brennstoffdüse
12	flüssiger Brennstoff
13	Brennstoffleitung für Pos. 16
14	Brennstoffleitung für Pos. 16
15	Brennstoffinjektor für Pos. 16
16	gasförmiger Brennstoff
17	Brennraum
18	Frontplatte
19	Bohrung für Pos. 20
20	Verdünnungs- bzw. Kühlluft
21	Brennkammer
22	Brennerachse
23	Flüssigbrennstoffprofil
24	innere Rezirkulationszone
25	Flammenfront
26	Brennersichel
27	Bohrung
28	äussere Rezirkulationszone

Patentansprüche

1. Brenner zum Verbrennen von flüssigen (12) und gasförmigen Brennstoffen (16), bestehend aus mindestens zwei hohlen, sich zu einem Körper ergänzenden Teilkegelkörpern (1, 2), mit tangentialen Lufteintrittsschlitz (5, 6) und mit Zuführungen (13, 14) für gasförmige (16) und flüssige Brennstoffe (12), bei welchem die Mittelachsen (3, 4) der hohlen Teilkegelkörper (1, 2) eine in Strömungsrichtung sich erweiternde Kegelneigung aufweisen und in Längsrichtung zueinander versetzt verlaufen, wobei im von den Teilkegelkörpern (1, 2) gebildeten kegelförmigen Innenraum (8) am Brennerkopf eine Brennstoffdüse (11) für den flüssigen Brennstoff (12) platziert ist und die Zuführungen (13, 14) für den gasförmigen Brennstoff (16) mit Brennstoffinjektoren (15) versehen sind, und die Lufteintrittsschlitze (5, 6) brennraumseitig durch eine Brennersichel (26) abgeschlossen sind, dadurch gekennzeichnet, dass in der Brennersichel (26) mindestens eine Bohrung (27) angeordnet sind, welche zur Zufuhr von gasförmigem Brennstoff (16) vorgesehen ist.
2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Bohrung (27) parallel zur Brennerachse (22) angeordnet ist.
3. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Bohrung (27) unter einem Winkel zur Brennerachse (22), vorzugsweise von 45°, schräg nach aussen angeordnet ist.
4. Verfahren zum Betrieb eines Brenners nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei im Innenraum (8) des Brenners eine in Strömungsrichtung sich ausbreitende, die Wände des Innenraumes (8) nicht benetzende kegelförmige Flüssigbrennstoffsäule (23) gebildet wird, welche von einem tangential in den Brenner einströmenden rotierenden Verbrennungsluftstrom (7) umschlossen wird, und/oder dem Verbrennungsluftstrom (7) vor seiner Einströmung in den Innenraum (8) des Brenners gasförmiger Brennstoff (16) zugeführt wird, die Zündung des Gemisches erst am Ausgang des Brenners stattfindet, und im Bereich der Brennermündung durch eine innere Rezirkulationszone (24) die Flamme stabilisiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass 3 bis 8% des Gesamtbrennstoffmassenstromes in die äussere Rezirkulationszone (28) eingemischt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der in die äussere Rezirkulationszone (28) eingemischte Brennstoff (16) entgegen zur Drallrichtung der Rezirkulationsströmung eingeblas wird.



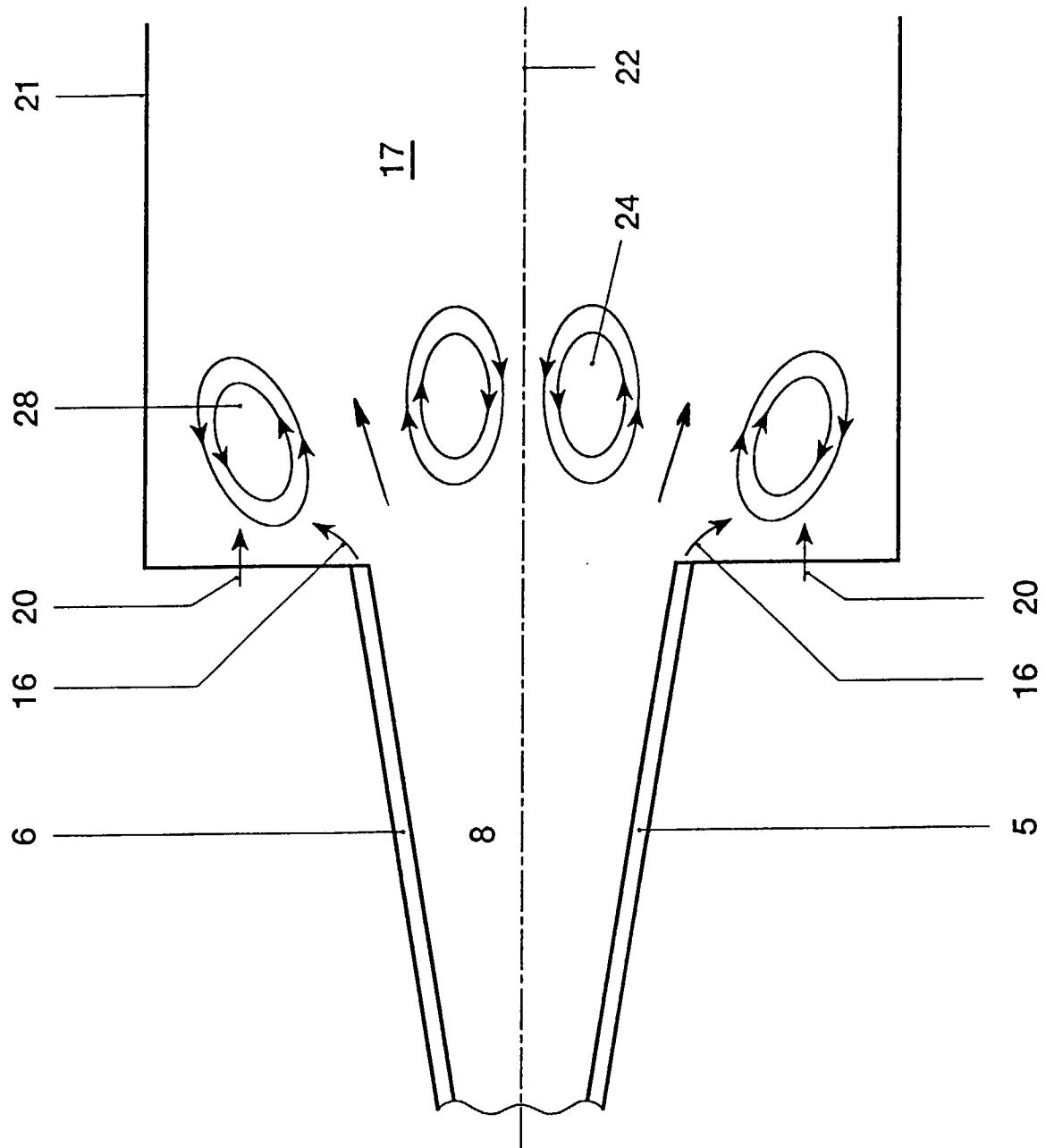


FIG. 2

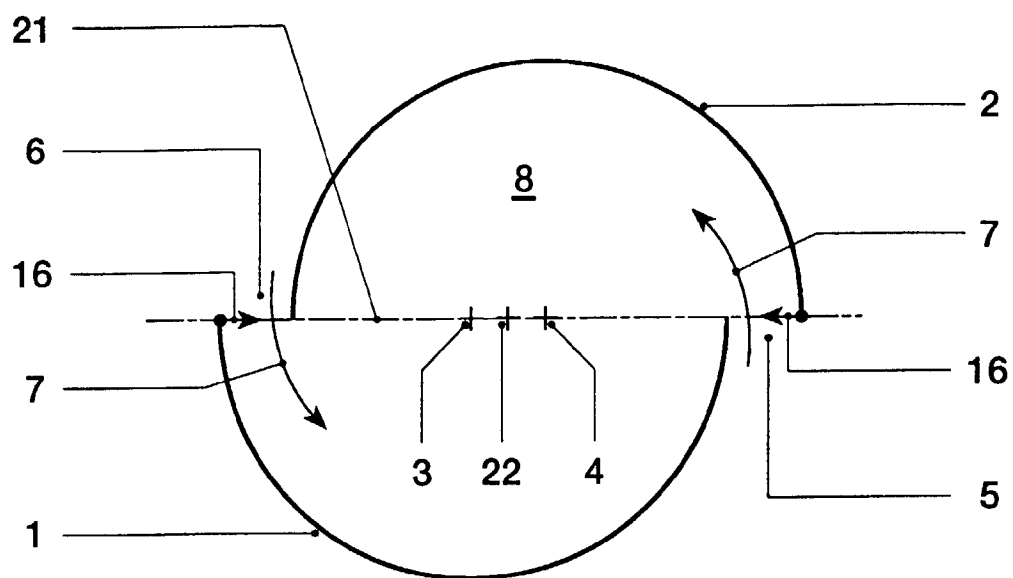


FIG. 3

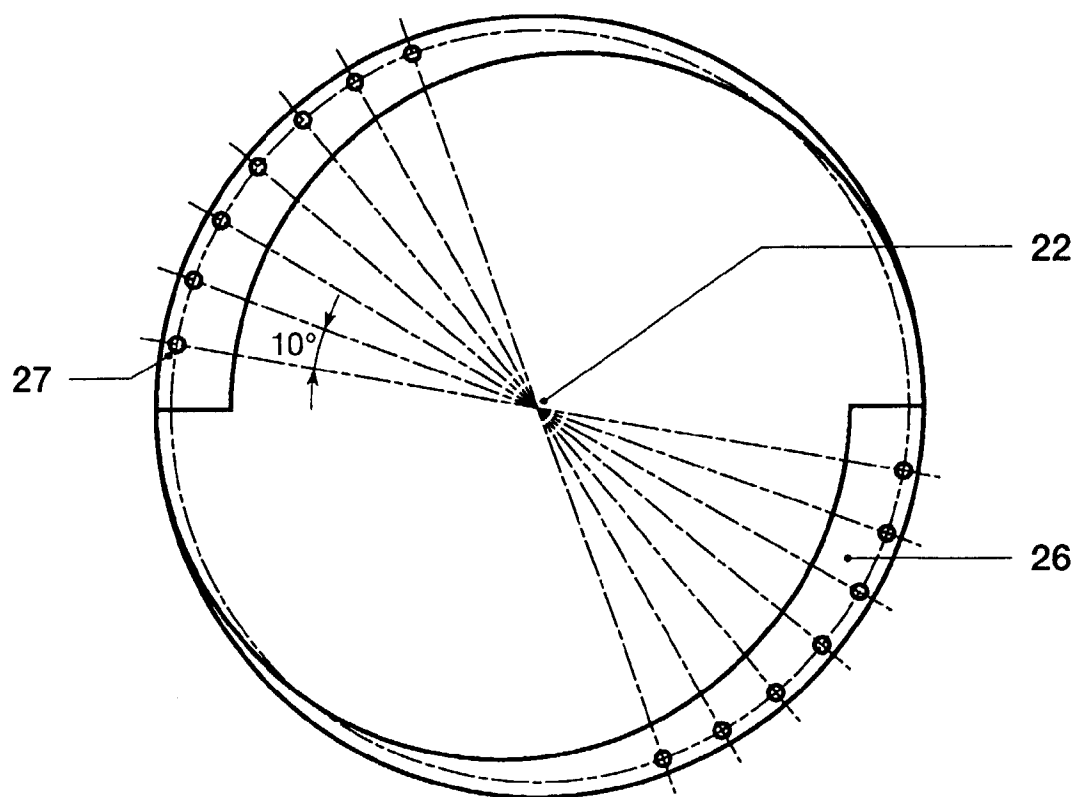


FIG. 4