

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 789 187 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.08.1997 Patentblatt 1997/33

(51) Int Cl.⁶: **F23C 7/00**, F23D 11/40,
F23D 14/22, F23D 14/74,
F23D 17/00

(21) Anmeldenummer: **96810567.6**

(22) Anmeldetag: **28.08.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR NL

(72) Erfinder: **Haumann, Jürgen, Dr.**
5332 Rekingen (CH)

(30) Priorität: **30.09.1995 DE 19536672**

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

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

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Verbrennung von Brennstoffen

(57) Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Verbrennung von Brennstoffen in einer Hauptströmung aus Verbrennungsluft wird die Verbrennungsluft in einem Kanal (8, 20) über mindestens einen deltaförmigen Körper (40) geleitet. Der deltaförmige Körper besteht aus mindestens einem im wesentlichen dreieckförmigen Wirbelerzeuger-Bereich (1) und einem stromabwärts liegenden trapezförmigen Flammenstabilisierungs-Bereich (3). In der Region des Wirbelerzeuger-Bereiches (1) wird Brennstoff in die verwirbelte Verbrennungsluft eingeleitet. Der Wirbelerzeuger-Bereich (1) wird mittels eines halben Pfeilungswinkels ($\Phi 1$) und eines Anstellwinkels ($\alpha 1$) gegenüber der Hauptströmung so angestellt, dass der Drall der in der Hauptströmung induzierten Längswirbel kleiner ist als der kritische Drall zur Erzeugung einer Rezirkulationszone (5). Der Flammenstabilisierungs-Bereich (3) wird mittels eines halben Pfeilungswinkels ($\Phi 3$) und eines Anstellwinkels ($\alpha 3$) gegenüber der Strömung so angestellt, dass der Drall der in der Strömung induzierten Längswirbel größer ist als der kritische Drall, wodurch je deltaförmigen Körper (40) ein Paar von kalottenförmigen Rezirkulationszonen (5) erzeugt und das entzündete Verbrennungsluft-Brennstoff-Gemisch stabilisiert wird.

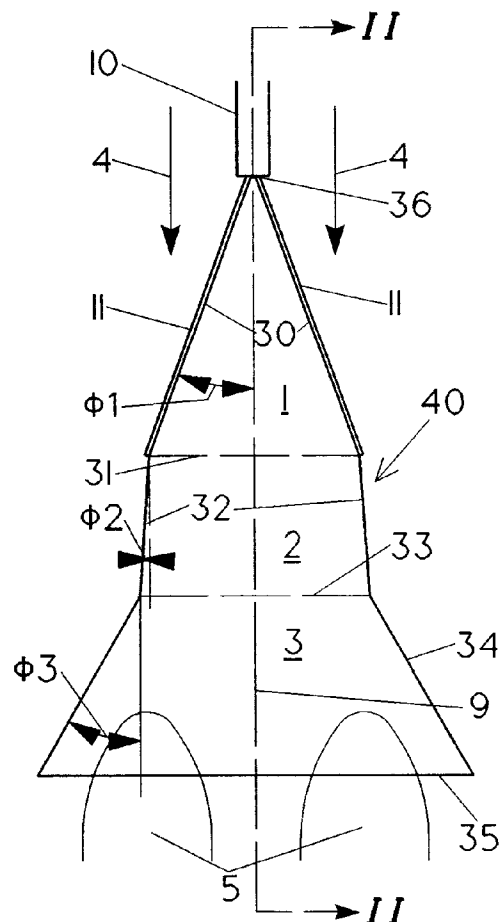


Fig.1

EP 0 789 187 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verbrennung von Brennstoffen in einer Hauptströmung aus Verbrennungsluft.

Stand der Technik

Derartige Verfahren und Vorrichtung sind beispielsweise bekannt aus der EP-B1-0 321 809. Durch den als Drallbrenner ausgelegten Vormischbrenner, der im wesentlichen aus zwei Kegelhalbschalen besteht, wird die Luft in Rotation versetzt. Der Brennstoff wird in die rotierende Luft eingeblasen und dort mit ihr vermischt. Am Brenneraustritt entsteht eine definierte kalottenförmige Rezirkulationszone, an deren Spitze die Zündung erfolgt. Die Flamme selbst wird durch die Rezirkulationszone vor dem Brenner stabilisiert, ohne einen mechanischen Flammenhalter zu benötigen. Das thermoakustische Verhalten solcher Brenner ist stabil und sie zeichnen sich durch einen einfachen und kostengünstigen Aufbau aus.

Insbesondere bei der Verwendung flüssiger Brennstoffe können sich jedoch einige Nachteile ergeben. Mit einer üblicherweise in der Spitze des Vormischbrenners angeordneten Düse wird der flüssige Brennstoff in den Verbrennungsraum eingespritzt. Vor der Zündung des zerstäubten Brennstoffes ist eine gute Vermischung von Verbrennungsluft und Brennstoff schwierig zu erreichen, da der Brennstoff nicht in Kontakt mit der gesamten Verbrennungsluft kommt. Dies kann bei der Verwendung flüssiger Brennstoffe zu relativ hohen Abgasemissionen führen, im speziellen zu hohen Stickoxydemission. Weiter kann es zu Frühzündungen in der Nähe der Brennstoffdüse oder auf den Kegelhalbschalen kommen. Bei fettem Betrieb weist der Brenner zudem ein ungenügendes thermoakustisches Verhalten auf.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Verbrennung von Brennstoffen in einer Hauptströmung aus Verbrennungsluft der eingangs genannten Art die Verbrennung zu verbessern und die Abgasemission zu senken.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass die Verbrennungsluft in einem Kanal über mindestens einen deltaförmigen Körper geleitet wird, wobei der deltaförmige Körper aus mindestens einem im wesentlichen dreieckförmigen Wirbelerzeuger-Bereich und einem stromabwärts liegenden trapezförmigen Flammenstabilisierungs-Bereich besteht, dass in der Region des Wirbelerzeuger-Bereiches Brennstoff in die verwirbelte Verbrennungsluft eingeleitet wird, dass der Wirbelerzeuger-Bereich mittels eines halben Pfeilungswinkels und eines Anstellwinkels gegenüber der Hauptströmung

so angestellt wird, dass der Drall der in der Hauptströmung induzierten Längswirbel kleiner ist als der kritische Drall zur Erzeugung einer Rezirkulationszone, dass der Flammenstabilisierungs-Bereich mittels eines halben Pfeilungswinkels und eines Anstellwinkels gegenüber der Strömung so angestellt wird, dass der Drall der in der Strömung induzierten Längswirbel grösser ist als der kritische Drall zur Erzeugung einer Rezirkulationszone, womit je deltaförmigen Körper ein Paar von kalottenförmigen Rezirkulationszonen erzeugt wird und dass das entzündete Verbrennungsluft-Brennstoff-Gemisch durch die Rezirkulationszonen stabilisiert wird.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass in einem Kanal mehrere deltaförmige Körper angeordnet sind, die aus mindestens einem im wesentlichen dreieckförmigen Wirbelerzeuger-Bereich und einem anschliessenden, stromabwärts liegenden trapezförmigen Flammenstabilisierungs-Bereich bestehen.

Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem darin zu sehen, dass durch das Verfahren und die Vorrichtung die verschiedenen Funktionen, wie Vormischung und Flammenstabilisation, räumlich entsprechend aufgeteilt werden. Dadurch können die einzelnen Funktionen optimiert werden. Durch den deltaförmigen Körper werden kleinskalige Wirbelströmungen erzeugt, wodurch eine sehr kompakte Bauweise verwirklicht werden kann. Dies führt wegen der kurzen notwendigen Misch- und Verweilzeiten zu geringen Kosten und niedrigen Emissionen, vor allem der Stickoxide und von Kohlenmonoxid. Der Aufbau eines deltaförmigen Körpers ist zudem sehr einfach, was die Kosten weiter senkt. Die Mischung von Verbrennungsluft und Brennstoff ist zudem beinahe perfekt und kann mit geringsten Druckverlusten realisiert werden. Durch die Bildung eines Paares von gegenläufig rotierenden Rezirkulationszonen je deltaförmigen Körper, stabilisieren sich die Rezirkulationszonen gegenseitig. Dadurch wird die Gefahr minimiert, dass die Flamme in den Brenner zurückschlägt und diesen beschädigt.

Es kann besonders zweckmässig sein, wenn ein weiterer trapezförmiger Bereich zwischen dem Wirbelerzeuger-Bereich und dem Flammenstabilisierungs-Bereich angeordnet ist, der als weiterer Misch- und Verdampfungsbereich dient. Dadurch kann die Mischung von Verbrennungsluft und Brennstoff weiter homogenisiert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In den Zeichnungen sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Draufsicht auf einen deltaförmigen Körper;
- Fig. 2 einen Längsschnitt des deltaförmigen Körpers entlang der Linie II-II in Fig. 1;

- Fig. 3 eine Reihenanzordnung der deltaförmigen Körper;
 Fig. 4 einen Teillängsschnitt durch einen Kanal mit darin angeordneten deltaförmigen Körpern;
 Fig. 5 einen Teilquerschnitt durch den Kanal entlang der Linie V-V in Fig. 4;
 Fig. 6 eine Draufsicht auf einen Rohrbrenner mit deltaförmigen Körpern;
 Fig. 7 eine Draufsicht auf einen Kern-Brenner mit deltaförmigen Körpern und geschichteter Verbrennung.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt.

Weg zur Ausführung der Erfindung

In den Figuren 1 und 2 ist ein Vormischbrenner 40, im wesentlichen bestehend aus einem deltaförmigen Körper 40 und einem Brennstoffeindüsungssystem 10, 11 gezeigt. Der um den deltaförmigen Körper 40 angeordnete Kanal, der von einer mit Pfeilen bezeichneten Hauptströmung 4 aus Verbrennungsluft durchströmt wird, ist nicht dargestellt. Der deltaförmige Körper 40 besteht aus drei flächigen Bereichen 1, 2 und 3, die die Form von Deltaflügeln aufweisen und ist symmetrisch bezüglich einer Symmetriachse 9. Der deltaförmige Körper 40 ist entsprechend der auftretenden Temperaturen aus einem warmfesten Material gefertigt, beispielsweise aus warmfestem Stahlblech.

Der erste Bereich 1 dient als Wirbelerzeuger und als Mischstrecke und ist als gleichseitiges Dreieck mit zwei Seitenkanten 30 und einer Verbindungskante 31 ausgebildet. Durch die beiden Seitenkanten 30 wird eine Spitze 36 gebildet. Diese Spitze 36 kann natürlich auch als eine Vorderkante ausgebildet werden, wobei dann der erste Bereich 1 als Trapez ausgebildet würde. Dieser Wirbelerzeuger 1 wird mittels eines halben Pfeilungswinkels Φ_1 und mittels eines Anstellwinkels α_1 definiert.

Der zweite Bereich 2 dient als weitere Misch- und Verdampfungsstrecke. Er ist als gleichseitiges Trapez mit gleichlangen Seitenkanten 32 und Verbindungskanten 31 und 33 ausgebildet und ist mittels der Verbindungskante 31 mit dem Bereich 1 verbunden. Die Mischstrecke 2 wird mittels eines halben Pfeilungswinkels Φ_2 und mittels eines Anstellwinkels α_2 definiert.

Der dritte Bereich 3 dient zur Flammenstabilisierung. Er ist ebenfalls als gleichseitiges Trapez mit gleichlangen Seitenkanten 34, der Verbindungskante 33 und einer Kante 35 ausgebildet und mittels der Verbindungskante 33 mit dem Bereich 2 verbunden. Der Bereich 3 wird durch einen halben Pfeilungswinkels Φ_3 und durch einen Anstellwinkels α_3 definiert.

Selbstverständlich können die Uebergänge zwischen den Bereichen 1, 2 und 3, bei den Verbindungskanten 31 und 33, auch stetig oder mit Sprüngen ausgebildet werden. Wesentlich ist, dass die Eigenschaften

der Bereiche durch die Pfeilungswinkels Φ_i und durch einen Anstellwinkels α_i eingestellt werden.

Analog zur EP-B1-0 321 809 kann nun an der durch die Seitenkanten 30 des Bereiches 1 gebildeten Spitze 36 eine Brennstoffdüse 10 zur Eindüsung flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe angeordnet werden. Zur Eindüsung von gasförmigem Brennstoff wird vorzugsweise entlang der Seitenkanten 30 eine Brennstoffleitung 11 mit mehreren, nicht dargestellten Eindüsuungsöffnungen angeordnet. Diese Brennstoffleitung kann sich natürlich bei der Verwendung eines zweiten Bereiches 2 auch über die Seitenkanten 32 erstrecken.

Durch die Geometrie des Bereiches 1 des deltaförmigen Körpers 40 wird die Hauptströmung 4 beim Umströmen der Seitenkanten 30 des Wirbelerzeugers 1 in ein Paar von gegenläufigen Längswirbeln umgewandelt. Die Wirbelachsen dieser Längswirbel liegen in der Achse der Hauptströmung. Die Drallzahl der Längswirbel wird mittels des Pfeilungswinkels Φ_1 und des Anstellwinkels α_1 so eingestellt, dass kein Wirbelaufplatzen (engl.: vortex break down) und somit keine kalotenförmige Rezirkulationszone 5 auftritt. Der Drall der Längswirbel muss somit kleiner sein als der kritische Drall, bei dem ein Wirbelaufplatzen eintritt. Mit steigenden Winkeln Φ_1 und α_1 kann die Wirbelstärke bzw. die Drallzahl erhöht werden, bis in den Bereich des Wirbelaufplatzens. Durch den Drall der Längswirbel wird die zur Mischung von Hauptströmung und Brennstoffströmung benötigte Strecke eingestellt.

Der Bereich 2 ist optional und wird nur verwendet, wenn die durch den Bereich 1 gebildete Mischstrecke für eine homogene Mischung nicht ausreicht. Auch hier werden mittels der Seitenkanten 32 in der Strömung Längswirbel induziert. Entsprechend dem Bereich 1 wird die Drallzahl der Längswirbel mittels des Pfeilungswinkels Φ_2 und des Anstellwinkels α_2 so eingestellt, dass kein Wirbelaufplatzen (vortex break down) und somit keine Rezirkulationszone 5 auftritt.

Selbstverständlich können auch noch weitere dem Bereich 2 entsprechende Bereiche stromabwärts an den Bereich 2 angeschlossen werden, um eine homogene Mischung zu erreichen.

Der Bereich 3 dient der Flammenstabilisierung mittels der durch die Seitenkanten 34 erzeugten Längswirbel. Die Drallzahl der Längswirbel wird durch den Pfeilungswinkel Φ_3 und den Anstellwinkel α_3 so eingestellt, dass Wirbelaufplatzen (vortex break down) eintritt. Pro deltaförmigen Körper 40 entsteht ein Paar von Rezirkulationszonen 5. Der Drall der Längswirbel muss grösser sein als der kritische Drall, bei dem ein Wirbelaufplatzen eintritt. Der Gradient in der Drallzahl vom stromaufwärts gelegenen Bereich 1 oder 2 zum Bereich 3 wird sehr gross gewählt, um ein thermoakustisch stabiles Verhalten zu erzielen. Zur Unterstützung der Flammenstabilisierung kann zusätzlich der Querschnitt des nicht dargestellten Kanals erweitert werden. Der deltaförmigen Körper 40 weist auch bei fettem Betrieb ein thermoakustisch stabiles Verhalten auf.

Gemäss Fig.3 können die deltaförmigen Körper 40 in Reihen angeordnet werden. Die deltaförmigen Körper 40 werden dabei in grosser Zahl in parallelen Reihen oder konzentrischen Ringen, beispielsweise bei einer Ringbrennkammer angeordnet. Normalerweise wird dann nicht an jeder Spitze 36 der deltaförmigen Körper 40 eine Brennstoffdüse 10 angebracht.

In Fig.4 und Fig.5 sind in einem rechteckigen Kanal 8 vier deltaförmigen Körper 40 so angeordnet, dass die Spitzen 36 stromauf im Zentrum des Kanals 8 zu liegen kommen. Die vier deltaförmigen Körper 40 sind über ihre Spitzen 36 miteinander und mit dem Kanal 8 über ihre Kanten 35 verbunden. An der Spitze 36 der deltaförmigen Körper 40 befindet sich eine Brennstoffdüse 10. Der Brennstoff wird in die, in der Verbrennungsluft 4 beim Umströmen der Kanten 30, 32 erzeugten Längswirbeln eingeblasen und dort mit der Verbrennungsluft vermischt. Auf den Bereich 2 wird hier infolge einer genügenden Durchmischung mittels des Bereichs 1 verzichtet. Am Brenneraustritt 7 entstehen durch den Bereich 3 des deltaförmigen Körpers 40 und einer Querschnittserweiterung am Brenneraustritt 7 zu einer Brennkammer 6 acht kalottenförmige Rezirkulationszonen 5, an deren Spitze die Zündung erfolgt. Die Flamme selbst wird durch die Rezirkulationszonen 5 stabilisiert, ohne einen mechanischen Flammenhalter zu benötigen. Der Kanal 8 kann selbstverständlich auch rund ausgeführt werden und die Zahl der deltaförmigen Körper 40 pro Kanal 8 ist beliebig und muss den jeweiligen Verhältnissen angepasst werden.

In Fig.6 sind die deltaförmigen Körper 40 in einem runden Kanal 20 angeordnet. Die Anordnung erfolgt analog zu Fig.4 und Fig.5. Dazu müssen die deltaförmigen Körper 40 gebogen ausgeführt werden. Um den runden Kanal 20 sind Mischrohre 21 ohne Flammenstabilisation angeordnet. Durch die Mischrohre 21 wird Verbrennungsluft geblasen und über die Düsen 10 Brennstoff in die Verbrennungsluft eingedüst. Zur besseren Vermischung können in den Mischröhren 21 allgemein bekannte Mischelemente wie Umlenkkörper mit Flügelprofil angeordnet werden. Eine solche Brenneranordnung ist für ungestuften (mager-mager) und gestuften (fett-mager) Betrieb geeignet. Die Anzahl der Mischrohre 21 die um den Kanal 20 herum angeordnet werden ist beliebig und muss den jeweiligen Verhältnissen angepasst werden.

In Fig.7 wird ein runder deltaförmiger Körper in einem Brennersystem gemäss WO 92/06328 angeordnet. Dort wird ein Brenner mit sehr geringem Stickoxidausstoss beschrieben. Im Zentrum des dort beschriebenen Brennersystems befindet sich eine brennstoffreiche Flammenzone umgeben von einer oder mehreren Zonen mit geringem Brennstoffgehalt. Dazu wird die Flamme radial geschichtet, wodurch ein grosser radialer Dichtegradient in der Flamme entsteht. Die brennstoffreiche Zone enthält weniger als den stöchiometrischen Gehalt an Sauerstoff. Durch die radiale Schichtung wird der brennstoffreiche Flammenkern vor der

Durchmischung mit der restlichen Verbrennungsluft geschützt. Durch die Rezirkulation von Verbrennungsgasen in die äusseren, brennstoffarmen Schichten kann der Stickoxidausstoss weiter gesenkt werden. Das rezirkulierte Verbrennungsgas reduziert den Sauerstoffgehalt und die Flammentemperatur.

Ein ringförmiger Kanal 20 mit darin angeordneten deltaförmigen Körpern 40 ist umgeben von zwei konzentrischen, ringförmigen Kanälen 22 und 23. An der Spitze 36 der deltaförmigen Körper ist eine Brennstoffdüse 10 angeordnet. Der Deltavormischbrenner 40 wird nun unterstöchiometrisch, d.h. brennstoffreich betrieben. Ueber die konzentrischen Kanäle 22, 23 wird axial ein eventuell verdrahtes Abgas/Luft-Gemisch zugeführt. Die Anzahl der konzentrischen Kanäle 22, 23 die den Kanal 20 umgeben ist beliebig und muss den jeweiligen Verhältnissen angepasst werden.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die gezeigten und beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Die deltaförmigen Körper können auch auf andere Weise im Kanal befestigt werden, beispielsweise so dass die stromabwärtige Kante des dritten Bereiches mit dem Kanal einen Schlitz bildet und dass sich die Spitzen nicht berühren. Der Deltavormischbrenner kann auch in beliebige, weitere Brenner-Konfigurationen eingebaut werden.

Bezugszeichenliste

30	1	Wirbelerzeuger und Mischstrecke
	2	Misch- und Verdampfungsstrecke
	3	Flammenstabilisierung
	4	Hauptströmung / Verbrennungsluft
	5	kalottenförmige Rückströmzone
35	6	Brennkammer
	7	Querschnittserweiterung, Brenneraustritt
	8	Kanal
	9	Symmetrieachse
	10	Brennstoffdüse
40	11	Brennstoffeindüsungseitung
	20	runder Kanal
	21	Mischrohre
	22, 23	konzentrischer Kanal
45	30	Vorderkante
	31, 33	Verbindungskante
	32, 34	Seitenkante
	35	Kante
	36	Spitze
50	40	deltaförmiger Körper
	$\alpha 1, \alpha 2, \alpha 3$	Anstellwinkel
55	$\Phi 1, \Phi 2, \Phi 3$	halber Pfeilungswinkel

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbrennung von Brennstoffen in einer Hauptströmung aus Verbrennungsluft, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungsluft in einem Kanal (8, 20) über mindestens einen deltaförmigen Körper (40) geleitet wird, wobei der deltaförmige Körper aus mindestens einem im wesentlichen dreieckförmigen Wirbelerzeuger-Bereich (1) und einem stromabwärts liegenden trapezförmigen Flammenstabilisierungs-Bereich (3) besteht, dass in der Region des Wirbelerzeuger-Bereiches (1) Brennstoff in die verwirbelte Verbrennungsluft eingeleitet wird, dass der Wirbelerzeuger-Bereich (1) mittels eines halben Pfeilungswinkels ($\Phi 1$) und eines Anstellwinkels ($\alpha 1$) gegenüber der Hauptströmung so angestellt wird, dass der Drall der in der Hauptströmung induzierten Längswirbel kleiner ist als der kritische Drall zur Erzeugung einer Rezirkulationszone (5), dass der Flammenstabilisierungs-Bereich (3) mittels eines halben Pfeilungswinkels ($\Phi 3$) und eines Anstellwinkels ($\alpha 3$) gegenüber der Strömung so angestellt wird, dass der Drall der in der Strömung induzierten Längswirbel grösser ist als der kritische Drall zur Erzeugung einer Rezirkulationszone (5), womit je deltaförmigen Körper (40) ein Paar von klotenförmigen Rezirkulationszonen (5) erzeugt wird und dass das entzündete Verbrennungsluft-Brennstoff-Gemisch durch die Rezirkulationszonen (5) stabilisiert wird.

5

10

15

20

25

30
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Wirbelerzeuger-Bereich (1) und dem Flammenstabilisierungs-Bereich (3) mindestens ein weiterer trapezförmiger Bereich (2) angeordnet ist der als weiterer Misch- und Verdampfungsbereich dient und mittels eines halben Pfeilungswinkels ($\Phi 2$) und eines Anstellwinkels ($\alpha 2$) gegenüber der Hauptströmung so angestellt wird, dass der Drall der in der Strömung induzierten Längswirbel kleiner ist als der kritische Drall.

35

40
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Kanal (8, 20) mehrere deltaförmige Körper (40) angeordnet sind, die aus mindestens einem im wesentlichen dreieckförmigen Wirbelerzeuger-Bereich (1) und einem anschliessenden, stromabwärts liegenden trapezförmigen Flammenstabilisierungs-Bereich (3) bestehen.

45

50
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Wirbelerzeuger-Bereich (1) und dem Flammenstabilisierungs-Bereich (3) mindestens ein weiterer trapezförmiger Bereich (2) angeordnet ist.

55
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass an mindestens einer durch die Seitenkanten (30) des Wirbelerzeuger-Bereiches (1) gebildete Spitze (36) eine Brennstoffdüse (10) angeordnet ist.

5
6. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass an den Seitenkanten (30) des Wirbelerzeuger-Bereiches (1) Brennstoffeindüsenleitungen (11) angeordnet sind.

15
7. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die deltaförmigen Körper (40) über eine durch die Seitenkanten (30) des Wirbelerzeuger-Bereiches (1) gebildete Spitze (36) miteinander und über eine stromabwärtige Kante (35) des Flammenstabilisierungs-Bereiches (3) mit dem Kanal (8, 20) verbunden sind.

20
8. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass um den Kanal (8, 20) herum mehrere Mischrohre (21) angeordnet sind.

25
9. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass um den Kanal (8, 20) herum mindestens ein konzentrischer Kanal (22, 23) angeordnet ist.

30

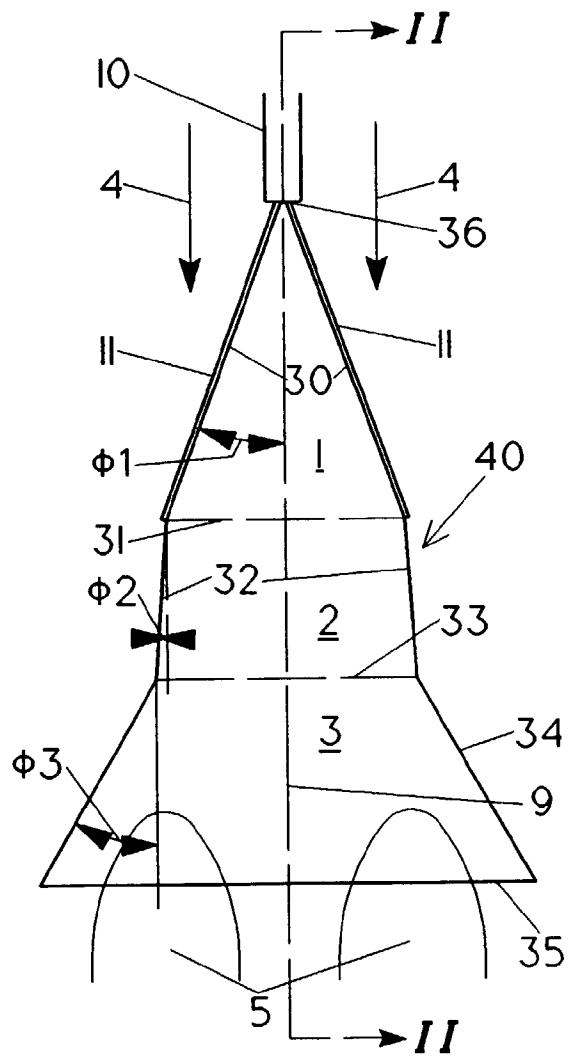


Fig.1

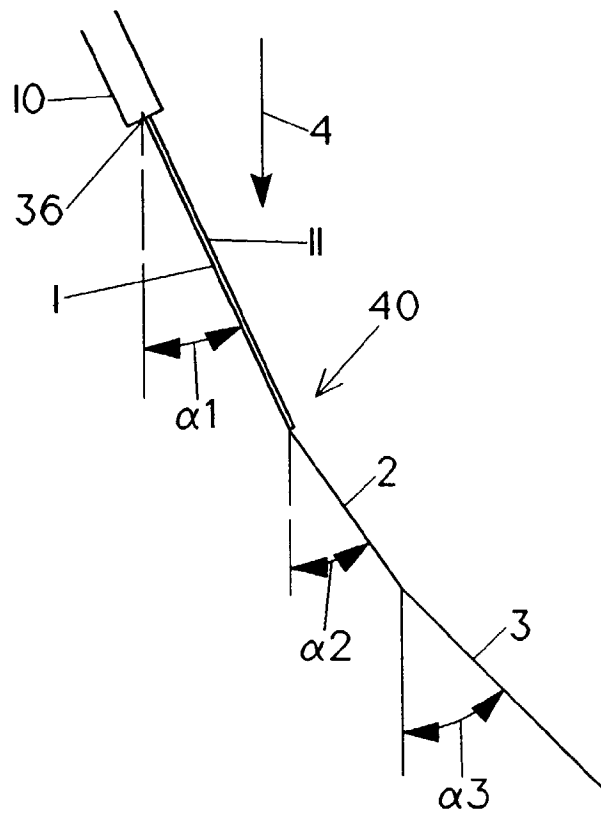


Fig.2

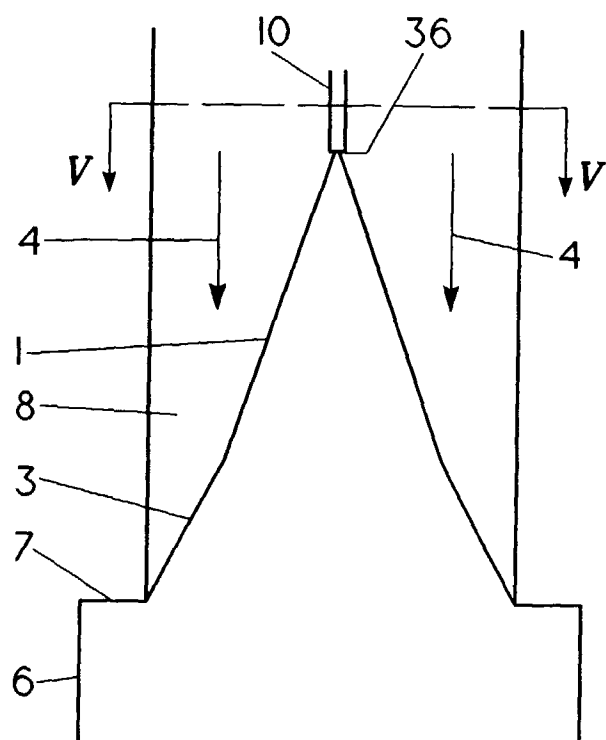


Fig.4

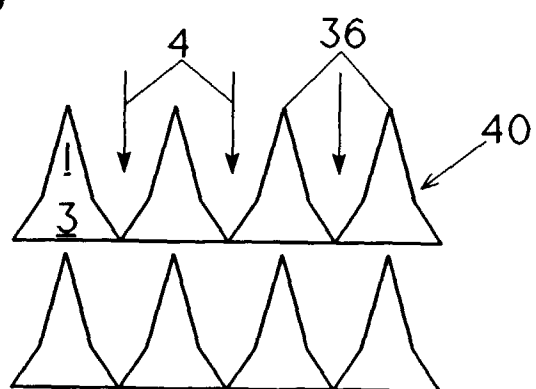


Fig.3

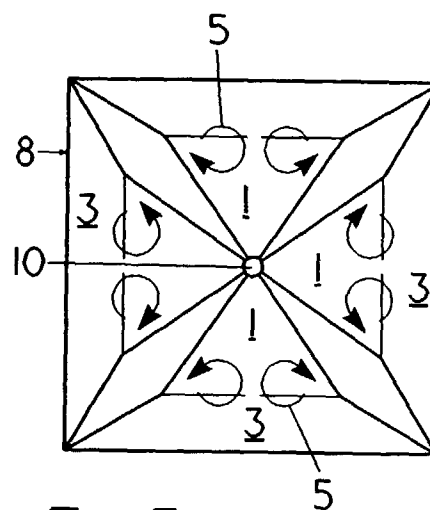


Fig.5

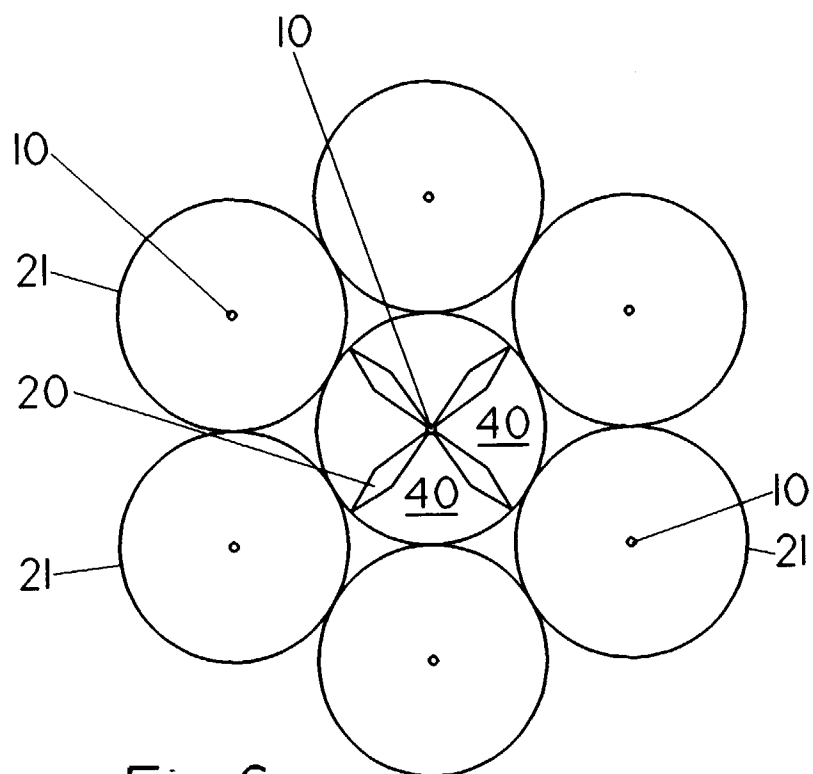


Fig.6

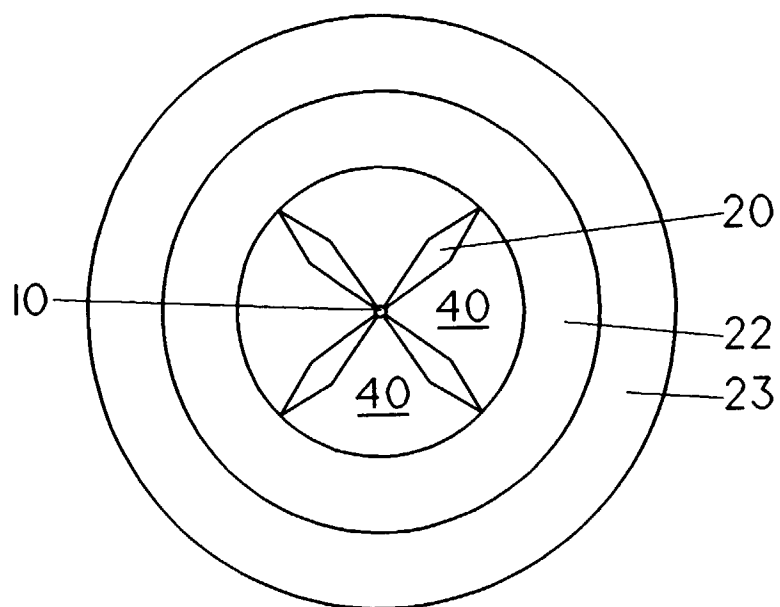


Fig.7