(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 619 456 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.10.1997 Patentblatt 1997/41

(51) Int Cl.[6]: **F23C 7/00**, F23D 14/62, F15D 1/00, B01F 5/04

(21) Anmeldenummer: **94103408.4**

(22) Anmeldetag: **07.03.1994**

(54) **Brennstoffzufuhrsystem für Brennkammer**

Fuel supply system for combustion chamber

Système d'alimentation en carburant pour chambre de combustion

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

(30) Priorität: **08.04.1993 CH 1088/93**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.10.1994 Patentblatt 1994/41

(73) Patentinhaber: **ASEA BROWN BOVERI AG**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
- **Chyou, Yau-Pin, Dr.**
  Hsin-Yi District, Taipei 110 (TW)
- **Eroglu, Adnan**
  CH-5217 Untersiggenthal (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 520 163
DE-A- 2 508 665
DE-A- 3 520 772
GB-A- 1 096 624

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).

EP 0 619 456 B1

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzufuhrsystem für eine Brennkammer mit Vormischverbrennung, in welcher ein gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff als Sekundärströmung in eine gasförmige, kanalisierte Hauptströmung eingedüst wird, wobei die Sekundärströmung einen wesentlich kleineren Massenstrom aufweist als die Hauptströmung, und wobei der durchströmte Vormischkanal gekrümmte Wände aufweist,

Stand der Technik

Die Einmischung von Brennstoff in eine in einem Vormischkanal strömendenden Brennluftströmung geschieht in der Regel durch radiale Eindüsung des Brennstoffs in den Kanal mittels Querstrahlmischern. Der Impuls des Brennstoffs ist indes so gering, dass eine nahezu vollständige Durchmischung erst nach einer Strecke von ca. 100 Kanalhöhen erfolgt ist. Auch Venturimischer kommen zur Anwendung. Bekannt ist auch die Eindüsung des Brennstoffs über Gitteranordnungen. Schliesslich wird auch das Eindüsen vor besonderen Drallkörpern angewendet.

Die auf der Basis von Querstrahlen oder Schichtströmungen arbeitende Vorrichtungen haben entweder sehr lange Mischstrecken zur Folge oder verlangen höhe Einspritzimpulse. Bei Vormischung unter hohem Druck und unterstöchiometrischen Mischverhältnissen besteht die Gefahr von Rückschlagen der Flamme oder gar von Selbstzündung des Gemischs. Strömungsablösungen und Totwasserzonen im Vormischrohr, dicke Grenzschichten an den Wandungen oder eventuell extreme Gechwindigkeitsprofile über dem durchströmten Querschnitt können die Ursache für Selbstzündung im Rohr sein oder Pfade bilden, über die die Flamme aus der stromab liegenden Verbrennungszone in das Vormischrohr zurückschlagen kann. Der Geometrie der Vormischstrecke muss demnach höchste Beachtung geschenkt werden. Dokument EP-A-0 520 163 offenbart einen Brenner mit Wirbeleinbauflächen.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, bei einer Brennkammer mit Vormischverbrennung eine Massnahme zu schaffen, mit welcher innert kürzester Strecke eine innige Vermischung von Brennluft und Brennstoff erzielt wird bei gleichzeitig gleichmässiger Geschwindigkeitsverteilung in der Mischzone. Die Massnahme soll zudem geeignet sein, um bestehende Vormischbrennkammern nachzurüsten.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass

- dass die Hauptströmung über Wirbel-Generatoren geführt wird, von denen über dem Umfang des durchströmten Kanals an mindestens einer Kanalwand mehrere nebeneinander angeordnet sind, und dass die Sekundärströmung im unmittelbaren Bereich der Wirbel-Generatoren in den Kanal eingeleitet wird,
- dass ein Wirbel-Generator drei frei umströmte Flächen aufweist, die sich in Strömungsrichtung erstrecken und von denen eine die Dachfläche und die beiden anderen die Seitenflächen bilden,
- dass die Seitenflächen mit einer gleichen Kanalwand bündig sind und miteinander den Pfeilwinkel α einschliessen,
- dass die Dachfläche mit einer quer zum durchströmten Kanal verlaufenden Kante an der gleichen Kanalwand anliegt wie die Seitenwände,
- und dass die längsgerichteten Kanten der Dachfläche, die bündig sind mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen unter einem Anstellwinkel Θ zur Kanalwand verlaufen.

Mit dem neuen statischen Mischer, den die 3-dimensionalen Wirbel-Generatoren darstellen, ist es möglich, in der Brennkammer ausserordentlich kurze Mischstrecken bei gleichzeitig geringem Druckverlust zu erzielen. Durch die Erzeugung von Längswirbel ohne Rezirkulationsgebiet ist bereits nach einer vollen Wirbelumdrehung eine grobe Durchmischung der beiden Ströme vollzogen, während eine Feinmischung infolge von turbulenter Strömung und molekularer Diffusionsprozesse nach einer Strecke vorliegt, die einigen wenigen Kanalhöhen entspricht.

Der Vorteil der Wirbel-Generatoren ist in ihrer besonderen Einfachheit in jeder Hinsicht zu sehen. Fertigungstechnisch ist das aus drei umströmten Wänden bestehende Element völlig problemlos. Die Dachfläche kann mit den beiden Seitenflächen auf verschiedenste Arten zusammengefügt werden. Auch die Fixierung des Elementes an ebenen oder gekrümmten Kanalwänden kann im Falle von schweissbaren Materialien durch einfache Schweissnähte erfolgen. Vom strömungstechnischen Standpunkt her weist das Element beim Umströmen einen sehr geringen Druckverlust auf und es erzeugt Wirbel ohne Totwassergebiet. Schliesslich kann das Element durch seinen in der Regel hohlen Innenraum auf die verschiedensten Arten und mit diversen Mitteln gekühlt werden.

Es ist angebracht, das Verhältnis Höhe h der Verbindungskante der beiden Seitenflächen zur Kanalhöhe H so zu wählen, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators die volle Kanalhöhe oder die volle Höhe des dem Wirbel-Generators zugeordneten Kanalteils ausfüllt.

Es ist sinnvoll, wenn die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen symmetrisch um eine Symmetrieachse angeordnet sind. Damit werden drallgleiche Wirbel erzeugt.

Wenn die beiden den Pfeilwinkel α einschliessen-

den Seitenflächen eine zumindest annähernd scharfe Verbindungskante miteinander bilden, die mit den Längskanten der Dachfläche zusammen eine Spitze bildet, wird der Durchströmquerschnitt kaum durch Sperrung beeinträchtigt.

Ist die scharfe Verbindungskante die austrittsseitige Kante des Wirbel-Generators und verläuft sie senkrecht zu jener Kanalwand, mit welcher die Seitenflächen bündig sind, so ist die Nichtbildung eines Nachlaufgebietes von Vorteil.

Wenn die Symmetrieachse parallel zur Kanalachse verläuft, und die Verbindungskante der beiden Seitenflächen die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators bildet, während demzufolge die quer zum durchströmten Kanal verlaufende Kante der Dachfläche die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagte Kante ist, so werden an einem Wirbel-Generator zwei gleiche gegenläufige Wirbel erzeugt. Es liegt ein drallneutrales Strömungsbild vor, bei welchem der Drehsinn der beiden Wirbel im Bereich der Verbindungskante aufsteigend ist.

Weitere Vorteile der Erfindung, insbesondere im Zusammenhang mit der Anordnung der Wirbel-Generatoren und der Einführung der Sekundärströmung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Wirbel-Generators;
- Fig. 2 eine Ausführungssvariante des Wirbel-Generators;
- Fig. 3 die Ringbrennkammer einer Gasturbine mit eingebauten Wirbel-Generatoren nach Fig. 1;
- Fig. 4 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Brennkammer nach Linie 4-4 in Fig. 3
- Fig. 5 mehrere Varianten der Sekundärströmungsführung;
- Fig. 6 a,b eine zweite Anordnungsvariante der Wirbel-Generatoren in einer Ringbrennkammer;
- Fig. 7 a,b eine dritte Anordnungsvariante der Wirbel-Generatoren in einer Ringbrennkammer;
- Fig. 8 a,b eine vierte Anordnungsvariante der Wirbel-Generatoren nach Fig. 2 in einer Ringbrennkammer;
- Fig. 9 a,b eine zylindrische Brennkammer mit einer ersten Anordnungsvariante der Wirbel-Generatoren;
- Fig. 10 a,b eine zylindrische Brennkammer mit einer zweiten Anordnungsvariante der Wirbel-Generatoren;
- Fig. 11 a,b eine zylindrische Brennkammer mit einer Anordnungsvariante der Wirbel-Generatoren nach Fig. 2;
- Fig. 12 a,b eine Anordnungsvariante wie in Fig. 9 mit einer zentralen Brennnstoff-Einführung;
- Fig. 13 a,b eine mit Wirbel-Generatoren bestückte Brennstofflanze.

Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet. In den verschiedenen Figuren sind die gleichen Elemente jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Erfindungsunwesentliche Elemente wie Gehäuse, Befestigungen, Leitungsdurchführungen und dergleichen sind fortgelassen.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Bevor auf die eigentliche Brennkammer eingegangen wird, wird zunächst der für die Wirkungswweise der Erfindung wesentliche Wirbel-Generator beschrieben.

In den Figuren 1, 2 und 5 ist der eigentliche Kanal, der von einer mit grossem Pfeil symbolisierten Hauptströmung durchströmt wird, nicht dargestellt. Gemäss diesen Figuren besteht ein Wirbel-Generator im wesentlichen aus drei frei umströmten dreieckigen Flächen. Es sind dies eine Dachfläche 10 und zwei Seitenflächen 11 und 13. In ihrer Längserstreckung verlaufen diese Flächen unter bestimmten Winkeln in Strömungsrichtung.

Die Seitenwände des Wirbel-Generators, welche aus rechtwinkligen Dreiecken bestehen, sind mit ihren Längsseiten auf einer Kanalwand 21 fixiert, vorzugsweise gasdicht. Sie sind so orientiert, dass sie an ihren Schmalseiten einen Stoss bilden unter Einschluss eines Pfeilwinkels α. Der Stoss ist als scharfe Verbindungskante 16 ausgeführt und steht senkrecht zu jener Kanalwand 21, mit welcher die Seitenflächen bündig sind. Die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen 11, 13 sind in Fig. 1 symmetrisch in Form, Grösse und Orientierung und sind beidseitig einer Symmetrieachse 17 angeordnet. Diese Symmetrieachse 17 ist gleichgerichtet wie die Kanalachse.

Die Dachfläche 10 liegt mit einer quer zum durchströmten Kanal verlaufenden und sehr schmal ausgebildeten Kante 15 an der gleichen Kanalwand 21 an wie die Seitenwände 11, 13. Ihre längsgerichteten Kanten 12, 14 sind bündig mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen. Die Dachfläche verläuft unter einem Anstellwinkel Θ zur Kanalwand 21. Ihre Längskanten 12, 14 bilden zusammen mit der Verbindungskante 16 eine Spitze 18.

Selbstverständlich kann der Wirbel-Generator auch mit einer Bodenfläche versehen sein, mit welcher er auf geeignete Art an der Kanalwand 21 befestigt ist. Eine derartige Bodenfläche steht indes in keinem Zusammenhang mit der Wirkungsweise des Elementes.

In Fig. 1 bildet die Verbindungskante 16 der beiden Seitenflächen 11, 13 die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators. Die quer zum durchströmten Kanal verlaufende Kante 15 der Dachfläche 10 ist somit die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagte Kante.

Die Wirkungsweise des Wirbel-Generators ist folgende: Beim Umströmen der Kanten 12 und 14 wird die Hauptströmung in ein Paar gegenläufiger Wirbel umgewandelt. Deren Wirbelachsen liegen in der Achse der Hauptströmung. Die Drallzahl und der Ort des Wirbelaufplatzens (vortex break down), sofern letzteres überhaupt gewünscht wird, werden bestimmt durch entsprechende Wahl des Anstellwinkels Θ und des Pfeilwinkels α. Mit steigenden Winkeln wird die Wirbelstärke bzw. die Drallzahl erhöht und der Ort des Wirbelaufplatzens wandert stromaufwärts bis hin in den Bereich des Wirbel-Generators selbst. Je nach Anwendung sind diese beiden Winkel e und a durch konstruktive Gegebenheiten und durch den Prozess selbst vorgegeben. Angepasst werden müssen dann nur noch die Länge L des Elementes sowie die Höhe h der Verbindungskante 16 (Fig. 4).

In Fig. 2 ist ein sogenannter halber "Wirbel-Generator" auf der Basis eines Wirbel-Generators nach Fig. 1 gezeigt, bei welchen nur die eine der beiden Seitenflächen des Wirbel-Generators 9a mit dem Pfeilwinkel $\alpha/2$ versehen ist. Die andere Seitenfläche ist gerade und in Strömungsrichtung ausgerichtet. Im Gegensatz zum symmetrischen Wirbel-Generator wird hier nur ein Wirbel an der gepfeilten Seite erzeugt. Es liegt demnach stromabwärts des Wirbel-Generators kein wirbelneutrales Feld vor, sondern der Strömung wird ein Drall aufgezwungen.

Die Wirbel-Generatoren sind hauptsächlich zum einen als Mischer zweier Strömungen verwendet. Die Hauptströmung in Form von Brennluft attackiert in Pfeilrichtung die quergerichteten Eintrittskanten 15. Die Sekundärströmung in Form eines gasförmigen und/oder flüssigen Brennstoffs weist einen wesentlich kleineren Massenstrom auf als die Hauptströmung. Sie wird im unmittelbaren Bereich der Wirbel-Generatoren in die Hauptströmung eingeleitet.

Das Einleiten in den Strömungskanal des in die Verbrennungluft einzumischenden gasförmigen und/oder flüssigen Brennstoffs kann gemäss Fig. 5 vielfältig gestaltet sein.

So kann die Ausströmung des Brennstoffs in die Verbrennungsluft über Wandbohrungen 22c erfolgen, die gestaffelt in den Längskanten 12 und 14 (oder zumindest in deren unmittelbaren Bereich) angeordnet sind. Der Brennstoff wird hier zunächst über nicht gezeigte Mittel durch die Kanalwand 21 ins hohle Innere des Wirbel-Generators eingeleitet. Aus den Wandbohrungen 22c gelangt er somit direkt in den entstehenden Wirbel, der im Einspritzbereich aufsteigend ist. Es herrschen hier definierte Strömungsverhältnisse vor.

Der Brennstoff kann auch aus Wandbohrungen 22a eingedüst werdn, welche sich in der Kanalwand 21 längs der Kante 15 des Wirbel-Generators befinden. Der Einspritzwinkel ist dann so gewählt, dass der Brennstoff vor seiner Einmischung die Dachfläche des Wirbel-Generators als Film umströmt. Dieser "kalte" Film bildet für die Dachfläche eine Schutzschicht gegen eine heisse Hauptströmung. Diese Lösung nach eignet sich besonders gut für den Dual-Betrieb, bei welchem sowohl gasförmiger als auch flüssiger Brennstoff in die Hauptströmung eingemischt und später verbrannt wird. Der flüssige Brennstoff, hier Öl, wird dann über eine unmittelbar an der Kante 15 einmündende Einzelbohrung (nicht dargestellt) eingedüst, vorzugsweise unter dem gleichen Einspritzwinkel wie das Gas. Auch dieses Öl verteilt sich vor seiner Vernebelung im Wirbel als schützender Film über der Dchfläche. Anstelle der Wandbohrungen 22b könnte auch ein hier nicht dargestellter Schlitz verwendet werden.

Es können auch Wandbohrungen 22b stromabwärts der Wirbel-Generatoren vorgesehen werden, durch die der Brennstoff in den aufsteigenden Wirbel eingeblasen wird.

In Abweichung der gezeigten Möglichkeiten kann der Brennstoff auch aus einer Einzelbohrung, die im Bereich der Spitze 18 des Wirbel-Generators angebracht ist, eingedüst werden. In diesem Fall wird das Mittel direkt in den voll ausgebildeten Wirbel eingedüst und zwar ebenfalls in dessen aufsteigenden Ast.

Schliesslich versteht es sich, dass die angeführten Methoden auch alle oder einzeln miteinander kombiniert werden können

Nachstehend werden diverse unterschiedliche Einbaumöglichkeiten der Wirbel-Generatoren im Vormischraum der Brennkammmer beschrieben.

Die Fig. 3 zeigt vereinfacht eine Brennkammer mit ringförmig durchströmtem Kanal 20. An beiden Kanalwänden 21a und 21b ist jeweils eine gleiche Anzahl von Wirbel-Generatoren gemäss Fig. 1 im Umfangsrichtung ohne freien Zwischenräume so aneinandergereiht, dass die Verbindungskanten 16 von zwei gegenüberliegenden Wirbel-Generatoren in der gleichen Radialen liegen. Werden gleiche Höhen h für gegenüberliegende Wirbel-Generatoren vorausgesetzt, so zeigt Fig. 3, dass die Wirbel-Generatoren am inneren Kanalring 21b eine kleinere Pfeilung α haben. Im Längsschnitt in Fig. 4 ist erkennbar, dass dies durch einen grösseren Anstellwinkel Θ kompensiert werden könnte, wenn drallgleiche Wirbel im inneren und äusserern Ringquerschnitt erwünscht sind. Bei dieser Lösung werden, wie in Fig. 3 angedeutet, zwei Wirbelpaare mit jeweils kleinen Wirbeln erzeugt, was zu einer kürzeren Mischlänge führt.

Gemäss Fig. 4 wird hier der flüssige Brennstoff über eine zentrale Brennstofflanze 24 eingedüst, deren Mündung sich stromabwärts der Wirbel-Generatoren 9 im Bereich deren Spitze 18 befinden. Die Eindüsung des gasförmigen Brennstoffs geschieht bei diesem Beispiel zweifach nach den in Fig. 5 beschriebenen Methoden. Zum einen, wie dies durch Pfeile angedeutet ist, über Wandbohrungen in den Wirbel-Generatoren selbst und

zum andern über Wandbohrungen 22b in der Kanalwand 21b hinter den Wirbel-Generatoren, wobei diese Wandbohrungen über eine Ringleitung versorgt werden können.

Der eingedüste Brennstoff wird von den Wirbeln mitgeschleppt und mit der Hauptströmung vermischt. Er folgt dem schraubenförmigen Verlauf der Wirbel und wird stromabwärts der Wirbel in der Kammer gleichmässig feinverteilt. Dadurch reduziert sich die - bei der eingangs erwähnten radialen Eindüsung von Brennstoff in eine unverwirbelte Strömung - Gefahr von Aufprallstrahlen an der gegenüberliegenden Wand und die Bildung von sogenannten "hot spots".

Da der hauptsächliche Mischprozess in den Wirbeln erfolgt und weitgehend unempfindlich gegen den Eindüsungsimpuls der Sekundärströmung ist, kann die Brennstoffeinspritzung flexibel gehalten werden und an andere Grenzbedingungen angepasst werden. So kann im ganzen Lastbereich der gleiche Eindüsungsimpuls beibehalten werden. Da das Mischen durch die Geometrie der Wirbel-Generatoren bestimmt wird, und nicht durch die Maschinenlast, im Beispielsfall die Gasturbinenleistung, arbeitet der so konfigurierte Brenner auch bei Teillastbedingungen optimal. Der Verbrennungsprozess wird durch Anpassen der Zündverzugszeit des Brennstoffs und Mischzeit der Wirbel optimiert, was eine Minimierung der Emissionen gewährleistet.

Desweiteren bewirkt das wirkungsvolle Vermischen ein gutes Temperaturprofil über dem durchströmten Querschnitt und reduziert überdies die Möglichkeit des Auftretens von thermoakustischer Instabilität. Allein durch ihre Anwesenheit wirken die Wirbel-Generatoren als Dämpfungsmassnahme gegen thermoakustische Schwingungen.

Bei den in den Fig. 6 bis 8 dargestellten Lösungen kann der gasförmige Brennstoff über Wandbohrungen eingedüst werden, die aus im Innern des Kanals angebrachten Ringleitungen angespeist sind. Selbstverständlich können zudem in Abweichung zur in Fig. 4 dargestellen radial eingeführten Lanze ebensogut zentrale Lanzen für flüssigen Brennstoff vorgesehen sein, von denen eine Mehrzahl über dem Umfang des Ringkanals verteilt ist.

Fig. 6 zeigt eine Konfiguration wie Fig. 3, jedoch mit kleineren Radien der Ringwände und grosser Kanalhöhe. Die Höhe der einander gegenüberliegenden Wirbel-Generatoren wird dadurch stark unterschiedlich.

In der Regel wird man die Höhe h der Verbindungskante 16 so mit der Kanalhöhe H oder der Höhe des Kanalteils, welchem dem Wirbel-Generator zugeordnet ist, abstimmen, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators bereits eine solche Grösse erreicht, dass die volle Kanalhöhe H ausgefüllt wird, was zu einer gleichmässigen Geschwindigkeitsverteilung in dem beaufschlagten Querschnitt führt. Ein weiteres Kriterium, welches Einfluss auf das zu wählende Verhältnis h/H nehmen kann, ist der Druckabfall, der beim Umströmen des Wirbel-Generators auftritt. Es versteht sich, dass mit grösserem Verhältnis h/H auch der Druckverlustbeiwert ansteigt.

Bei den in Fig. 7 gezeigten Wirbel-Generatoren liegen die Verbindungskanten von zwei gegenüberliegenden Wirbel-Generatoren um eine halbe Teilung versetzt. Dadurch wird die Wirbelstruktur stromabwärts der Wirbel-Generatoren dahingehend geändert, dass die seitengleichen erzeugten Wirbel den gleichen Drehsinn aufweisen und u.U. zu einem grossen Wirbel verschmelzen, der den ganzen Kanalquerschnitt im entsprechenden Winkelsektor ausfüllt. Dadurch kann zum einen die Mischqualität noch verbessert und zum andern eine grösseren Lebensdauer des Wirbels erreicht werden. Diese Lösung bietet die nicht gezeigte Möglichkeit, die Höhe der inneren Wirbel-Generatoren anzuheben, so dass deren Spitze zwischen die Seitenwände der beiden gegenüberliegenden Wirbel-Generatoren eingreifen kann.

In Fig. 8 sind an beiden Ringwänden sogenannte "halbe" Wirbel-Generatoren 9a in Umfangsrichtung aneinandergereiht. Wie aus den Pfeilen erkennbar, kombinieren sich die einzelnen Wirbel, die alle den gleichen Drehsinn aufweisen, zu einem grossen, den ganzen Kanal beaufschlagenden rotierenden Wirbel.

Die drei nachstehend beschriebenen Anordnungen eignen sich vorzüglich zum Ersteinbau oder als "retrofit"-Massnahme in Vormischkammern mit Kreisquerschnitt des durchströmtem Kanals 20. Die bisherigen Düsengitter oder Mischrohre für den gasförmigen Brennstoff werden einfach ersetzt durch eine im Innern der Vormischkammer angeordnete Ringleitung 25, aus der die Schlitze oder Bohrungen 22e vor den Wirbel-Generatoren angespeist werden. Auch eine zentrale Brennstofflanze könnte in diesem Verbund angeordnet werden.

Gemäss Fig. 9 sind an der Wand 21a vier Wirbel-Generatoren 9 im Umfangsrichtung so aneinandergereiht, dass keine Zwischenräume an der Kanalwand freigelassen werden. Die Wirkungsweise der Elemente in einem solchen Verbund entspricht jener der äusseren Wirbel-Generatoren in Fig. 3.

In der Fig. 10 verläuft bei gleicher Grundanordnung der Wirbel-Generatoren 9 deren Symmetrieachse 17 schräg zur Kanalachse. Die beiden Seitenflächen weisen somit gegenüber der Hauptströmung eine unterschiedliche Pfeilung auf. Es enstehen damit auf beiden Seiten des Wirbel-Generators Wirbel mit unterschiedlicher Drallzahl. Dies führt dazu, dass der Strömung stromabwärts der Elemente ein Drall anhaftet.

Mit der Lösung nach Fig. 11 wird der ganze durchströmte Querschnitt werwirbelt. Die Anordnung besteht aus 4 Gruppen von je 3 Wirbel-Generatoren 9a nach Fig. 2. In einer Gruppe sind die drei Wirbel-Generatoren mit zunehmender Höhe ausgestattet. Sämtliche erzeugten Wirbel sind rotationsgleich.

In Fig. 12 sind wiederum 4 Wirbel-Generatoren über dem Umfang angeordnet. In Abweichung zu der in Fig. 9 gezeigten Lage ist hier jedoch die jeweilige Ver-

bindungskante 16 jene Stelle, die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagt wird. Die Elemente sind im Vergleich mit Fig. 9 um 180° gedreht. Wie aus der Darstellung erkennbar, haben die beiden gegenläufigen Wirbel ihren Drehsinn geändert. Sie rotieren oberhalb der Dachfläche des Wirbel-Generators entlang und streben der Wand zu, auf welcher der Wirbel-Generator montiert ist. Diese Lösung bietet an sich für den Einbau einer zentralen Lanze 24, mit welcher der Brennstoff in die Radialen eingedüst wird, in denen die Symmetrieachsen der Wirbel-Generatoren verlaufen. Der Brennstoff gelangt direkt in die gegen Wand rotierenden Wirbel.

In Fig. 13 schliesslich wird eine Variante mit Wirbel-Generatoren 9 gezeigt, die sich vorzüglich als Austauscheinheit in zylindrischen Vormischkammern eignet. Zudem ist sie für den Dualbetrieb konzipiert, d.h. es kann sowohl flüssiger als auch gasförmiger Brennstoff in die Verbrennungsluft eingemischt werden. Der axial in das nicht gezeigte Vormischrohr einführbare Bausatz besteht aus einer zentralen Lanze 24, die an ihrem Ende mit Wirbel-Generatoren 9 versehen ist. Der flüssige Brennstoff gelangt über eine in der zentralen Lanze 24 angeordnete Ölleitung 26 zum Einspritzkopf, aus dem er über Düsen in den Kanal eingespritzt wird. Die Düsen sind gemäss Pfeilrichtung in die Symmetrielinie der Wirbel-Generatoren gerichtet. Der Brennstoff wird so von den aufsteigenden Wirbeln erfasst. Der gasförmige Brennstoff, der ebenfalls über die Gasleitung 29 in der zentralen Lanze herangeführt wird, gelangt über hohl Rippen 27 in einen Gasring 28, mit welchem das System im Rohr zentriert und fixiert ist. Aus diesem Gasring 28 wird der Brennstoff der Hauptströmung zugegeben.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die beschriebenen und gezeigten Beispiele beschränkt. Bezüglich der Anordnung der Wirbel-Generatoren im Verbund sind viele Kombinationen möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Auch die Einführung der Sekundärströmung in die Hauptströmung kann auf vielfältige Weise vorgenommen werden. Selbstverständlich eignet sich beispielsweise die Variante nach Fig. 9 ebenfalls in Brennkammmern des "can"-Prinzips.

Bezugszeichenliste

9, 9a	Wirbel-Generator
10	Dachfläche
11	Seitenfläche
12	Längskante
13	Seitenfläche
14	Längskante
15	quer verlaufenden Kante von 10
16	Verbindungskante
17	Symmetrielinie
18	Spitze
20,	Kanal
21, a,b	Kanalwand
22, a,b,c	Wandbohrung
22e	Wandbohrung oder Wandschlitz
24	Brennstofflanze
25	Ringleitung
26	Ölleitung
27	Rippe
28	Gasring
29	Gasleitung

Θ	Anstellwinkel
a	Pfeilwinkel
h	Höhe von 16
H	Kanalhöhe
L	Länge des Wirbel-Generators

Patentansprüche

1. Brennstoffzufuhrsystem mit Vormischverbrennung, in welcher ein gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff als Sekundärströmung in eine gasförmige, kanalisierte Hauptströmung eingedüst wird, wobei die Sekundärströmung einen wesentlich kleineren Massenstrom aufweist als die Hauptströmung, und wobei der durchströmte Vormischkanal gekrümmte Wände aufweist,
dadurch gekennzeichnet,

   - dass die Hauptströmung über Wirbel-Generatoren (9) geführt wird, von denen über dem Umfang des durchströmten Kanals (20) an mindestens einer Kanalwand mehrere nebeneinander angeordnet sind, und dass die Sekundärströmung im unmittelbaren Bereich der Wirbel-Generatoren (9) in den Kanal (20) eingeleitet wird,
   - dass die Wirbel-Generatoren (9) drei frei umströmte Flächen aufweisen, die sich in Strömungsrichtung erstrecken und von denen eine die Dachfläche (10) und die beiden anderen die Seitenflächen (11, 13) bilden,
   - dass die Seitenflächen (11, 13) mit einer gleichen Kanalwand (21) bündig sind und miteinander einen Pfeilwinkel (α) einschliessen,
   - dass die Dachfläche (10) mit einer quer zum durchströmten Kanal (20) verlaufenden Kante (15) an der gleichen Kanalwand (21) anliegt wie die Seitenwände,
   - und dass die längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche, die bündig sind mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen (11, 13) unter einem Anstellwinkel (Θ) zur Kanalwand (21) verlaufen.

2. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff über Wandbohrungen oder Schlitze (22e) eingedüst wird, welche stromaufwärts der Wirbel-Generatoren ange-

ordnet sind, und die aus einem im Innern der Kanalwand angebrachten Ringkanal (25) angespeist werden.

3. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff über Wandbohrungen (22a, 22b) in der Kanalwand (21) eingedüst wird.

4. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff über Wandbohrungen (22c) eingedüst wird, die sich in einer oder mehreren Flächen (10, 11, 13) des Wirbel-Generators (9) befinden.

5. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff über eine zentrale Brennstofflanze (24) eingedüst wird, deren Mündungen sich in der Ebene der stromabwärtigen Kante des Wirbel-Generators (9) befinden.

6. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffverteilungsmittel und die Wirbel-Generatoren als Austauscheinheit konzipiert sind.

7. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeilwinkel (α) einschliessenden Seitenflächen (11, 13) des Wirbel-Generators (9) symmetrisch um eine Symmetrieachse (17) angeordnet sind.

8. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dadurch gekennzeichnet, dass nur die eine der beiden Seitenflächen des Wirbel-Generators (9) mit einem Pfeilwinkel (α, αh) versehen ist, während die andere Seitenfläche gerade ist und in Strömungsrichtung ausgerichtet ist.

9. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeilwinkel (α, αh) einschliessenden Seitenflächen (11, 13) eine Verbindungskante (16) miteinander umfassen, welche zusammen mit den längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche (10) eine Spitze (18) bilden, und dass die Verbindungskante in der Radialen der gekrümmten Wand verläuft.

10. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungskante (16) und/oder die längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche (10) zumindest annähernd scharf ausgebildet sind.

11. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Symmetrieachse (17) des Wirbel-Generators (9) parallel zur Kanalachse verläuft, wobei die Verbindungskante (16) der beiden Seitenflächen (11, 13) die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators (9) bildet und wobei die quer zum durchströmten Kanal (20) verlaufende Kante (15) der Dachfläche (10) die von der Hauptströmung zuerst beaufschlagte Kante ist.

12. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis Höhe (h) des Wirbel-Generators zur Kanalhöhe (H) so gewählt ist, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators (9) die volle Kanalhöhe oder die volle Höhe des dem Wirbel-Generators zugeordneten Kanalteils ausfüllt.

13. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (20) ringförmig ist, und dass sowohl an der äussseren Ringwand (21a) als auch an der inneren Ringwand (21b) eine gleiche Anzahl von Wirbel-Generatoren (9) im Umfangsrichtung aneinandergereiht sind, wobei die Verbindungskanten (16) von je zwei gegenüberliegenden Wirbel-Generatoren (9) auf der gleichen Radialen liegen.

14. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (20) ringförmig ist, und dass sowohl an der äusseren Ringwand (21a) als auch an der inneren Ringwand (21b) eine gleiche Anzahl von Wirbel-Generatoren (9) im Umfangsrichtung aneinandergereiht sind, wobei die Verbindungskanten (16) von je zwei gegenüberliegenden Wirbel-Generatoren (9) um eine halbe Teilung gegeneinander versetzt sind.

15. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 7 oder 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (20) kreisförmig ist, und dass an der Wand (21a) eine Mehrzahl von Wirbel-Generatoren (9, 9a) im Umfangsrichtung aneinandergereiht sind, vorzugsweise ohne Zwischenräume.

16. Brennstoffzufuhrsystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Symmetrieachse (17) der Wirbel-Generatoren schräg zur Kanalachse verläuft. (Fig. 10)

Claims

1. Fuel supply system with premixing combustion in which a gaseous and/or liquid fuel is introduced as a secondary flow into a gaseous, ducted main flow, the secondary flow having a substantially smaller mass flow than the main flow and the premixing duct through which flow takes place having curved walls, characterized in that

- the main flow is guided via vortex generators

(9) of which a plurality are arranged adjacent to one another over the periphery of the duct (20) through which flow takes place on at least one duct wall, and in that the secondary flow is fed into the duct (20) in the immediate region of the vortex generators (9),

- in that the vortex generators (9) have three surfaces around which flow can take place freely, which surfaces extend in the flow direction, one of them forming the top surface (10) and the two others forming the side surfaces (11, 13),
- characterized in that the side surfaces (11, 13) abut the same duct wall (21) and enclose a V-angle (α) between them,
- characterized in that a top surface (10) edge (15) extending transverse to the duct (20) through which flow takes place is in contact with the same duct wall (21) as the side walls,
- and characterized in that the longitudinally directed edges (12, 14) of the top surface, which abut the longitudinally directed edges of the side surfaces (11, 13) protruding into the flow duct, extend at an angle of incidence (θ) to the duct wall (21).

2. Fuel supply system according to Claim 1, characterized in that the fuel is introduced via wall holes or slots (22e) which are arranged upstream of the vortex generators and which are fed from an annular duct (25) fitted within the duct wall.

3. Fuel supply system according to Claim 1, characterized in that the fuel is introduced via wall holes (22a, 22b) in the duct wall (21).

4. Fuel supply system according to Claim 1, characterized in that the fuel is introduced via wall holes (22c) which are located in one or a plurality of surfaces (10, 11, 13) of the vortex generator (9).

5. Fuel supply system according to Claim 1, characterized in that the fuel is introduced via a central fuel lance (24) whose openings are located in the plane of the downstream edge of the vortex generator (9).

6. Fuel supply system according to Claim 1, characterized in that the fuel distribution means and the vortex generators are conceived as an exchange unit.

7. Fuel supply system according to Claim 1, characterized in that the two vortex generator (9) side surfaces (11, 13) enclosing the V-angle (α) are arranged symmetrically about an axis of symmetry (17).

8. Fuel supply system according to Claim 1, characterized in that only one of the two side surfaces of the vortex generator (9) is provided with a V-angle (α, αh) whereas the other side surface is straight and is directed in the flow direction.

9. Fuel supply system according to Claim 1, characterized in that the two side surfaces (11, 13) enclosing the V-angle (α, αh) include between them a connecting edge (16) which, together with the longitudinally directed edges (12, 14) of the top surface (10), form [sic] a point (18), and in that the connecting edge extends in the radial of the curved walls.

10. Fuel supply system according to Claim 9, characterized in that the connecting edge (16) and/or the longitudinally directed edges (12, 14) of the top surface (10) are configured to be at least approximately sharp.

11. Fuel supply system according to Claim 9, characterized in that the axis of symmetry (17) of the vortex generator (9) extends parallel to the duct axis, the connecting edge (16) of the two side surfaces (11, 13) forming the downstream edge of the vortex generator (9) and the top surface (10) edge (15) extending transverse to the duct (20) through which flow takes place being the edge which the main flow meets first.

12. Fuel supply system according to Claim 1, characterized in that the ratio of the height (h) of the vortex generator to the duct height (H) is selected in such a way that the vortex generated fills the full duct height, or the full height of the duct part associated with the vortex generator, immediately downstream of the vortex generator (9).

13. Fuel supply system according to Claim 7 or 8, characterized in that the duct (20) is annular and in that an equal number of vortex generators (9) are arranged in a row in the peripheral direction both on the outer annular wall (21a) and on the inner annular wall (21b), the connecting edges (16) of each two opposite vortex generators (9) being located on the same radial.

14. Fuel supply system according to Claim 7 or 8, characterized in that the duct (20) is annular and in that an equal number of vortex generators (9) are arranged in a row in the peripheral direction both on the outer annular wall (21a) and on the inner annular wall (21b), the connecting edges (16) of each two opposite vortex generators (9) being offset by half a pitch relative to one another.

15. Fuel supply system according to Claim 7 or 8 and 9, characterized in that the duct (20) is circular and in that a plurality of vortex generators (9, 9a) are arranged in a row in the peripheral direction on the

wall (21a), preferably without intermediate spaces.

16. Fuel supply system according to Claim 14, characterized in that the axis of symmetry (17) of the vortex generators extends oblique to the duct axis. (Fig. 10)

Revendications

1. Système d'alimentation en carburant avec combustion à prémélange, dans laquelle un carburant gazeux et/ou liquide est injecté au titre d'écoulement secondaire dans un écoulement principal gazeux canalisé, l'écoulement secondaire présentant un courant massique nettement plus petit que l'écoulement principal, et le canal de prémélange parcouru présentant des parois incurvées, caractérisé

- en ce que l'écoulement principal est guidé sur des générateurs de tourbillons (9), dont plusieurs sont disposés l'un à côté de l'autre sur le périmètre du canal parcouru (20), sur au moins une paroi du canal, et en ce que l'écoulement secondaire est introduit dans le canal (20) à proximité immédiate des générateurs de tourbillons (9),
- en ce que les générateurs de tourbillons (9) présentent trois faces librement balayées, qui s'étendent dans le sens de l'écoulement et dont l'une forme la face de toit (10) et les deux autres les faces latérales (11, 13),
- en ce que les faces latérales (11, 13) sont raccordées à une même paroi de canal (21) et forment l'une avec l'autre l'angle de flèche (α),
- en ce que la face de toit (10) s'applique sur la même paroi de canal (21) que les faces latérales par une arête (15) orientée transversalement au canal d'entrée parcouru (20), et
- en ce que les arêtes orientées longitudinalement (12, 14) de la face de toit, qui sont raccordées aux arêtes, orientées longitudinalement et pénétrant dans le canal d'écoulement, des faces latérales (11, 13), sont orientées vers la paroi de canal (21) avec un angle d'attaque (θ).

2. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le carburant est injecté par des trous de paroi ou des fentes (22e), qui sont disposés en amont des générateurs de tourbillons, et qui sont alimentés à partir d'un canal annulaire (25) placé à l'intérieur de la paroi de canal.

3. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le carburant est injecté par des trous de paroi (22a, 22b) ménagés dans la paroi de canal (21).

4. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le carburant est injecté par des trous de paroi (22c), qui se trouvent dans une ou plusieurs faces (10, 11, 13) du générateur de tourbillons (9).

5. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le carburant est injecté par une lance centrale à carburant (24), dont les embouchures se trouvent dans le plan de l'arête aval du générateur de tourbillons (9).

6. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de distribution du carburant et les générateurs de tourbillons sont conçus comme des unités d'échange.

7. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les deux faces latérales (11, 13) du générateur de tourbillons (9), qui forment l'angle de flèche (α), sont disposées symétriquement par rapport à un axe de symétrie (17).

8. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 1, caractérisé en ce que seule une des deux faces latérales du générateur de tourbillons (9) est pourvue d'un angle de flèche (α, αh), tandis que l'autre face latérale est rectiligne et est orientée dans la direction de l'écoulement.

9. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les deux faces latérales (11, 13), qui forment l'angle de flèche (α, αh), définissent l'une avec l'autre une arête de jonction (16), qui forme une pointe (18) avec les arêtes. (12, 14) orientées longitudinalement de la face de toit (10), et en ce que l'arête de jonction est orientée selon la direction radiale de la paroi incurvée.

10. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 9, caractérisé en ce que l'arête de jonction (16) et/ou les arêtes (12, 14) orientées longitudinalement de la face de toit (10) sont au moins approximativement des arêtes vives.

11. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 9, caractérisé en ce que l'axe de symétrie (17) du générateur de tourbillons (9) est orienté parallèlement à l'axe du canal, l'arête de jonction (16) des deux faces latérales (11, 13) formant l'arête aval du générateur de tourbillons (9) et l'arête (15) de la face de toit (10) orientée transversalement au canal parcouru (20) étant l'arête atteinte en premier lieu par l'écoulement principal.

12. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le rapport entre

la hauteur (h) du générateur de tourbillons et la hauteur de canal (H) est choisi de telle façon que le tourbillon produit remplisse, immédiatement en aval du générateur de tourbillons (9), toute la hauteur du canal ou toute la hauteur de la partie de canal associée au générateur de tourbillons.

13. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que le canal (20) est annulaire et en ce qu'un même nombre de générateurs de tourbillons (9) sont alignés dans le sens du périmètre, aussi bien à la paroi annulaire extérieure (21a) qu'à la paroi annulaire intérieure (21b), les arêtes de jonction (16) de deux générateurs de tourbillons (9) opposés se trouvant sur la même radiale.

14. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que le canal (20) est annulaire et en ce qu'un même nombre de générateurs de tourbillons (9) sont alignés dans le sens du périmètre, aussi bien à la paroi annulaire extérieure (21a) qu'à la paroi annulaire intérieure (21b), les arêtes de jonction (16) de deux générateurs de tourbillons (9) opposés étant décalées d'un demi-pas l'une par rapport à l'autre.

15. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 7 ou 8 et 9, caractérisé en ce que le canal (20) est circulaire, et en ce qu'une pluralité de générateurs de tourbillons (9, 9a) sont alignés sur la paroi (21a) dans le sens du périmètre, de préférence sans espaces intermédiaires.

16. Système d'alimentation en carburant suivant la revendication 14, caractérisé en ce que l'axe de symétrie (17) des générateurs de tourbillons est oblique par rapport à l'axe du canal (Fig. 10).

FIG. 1

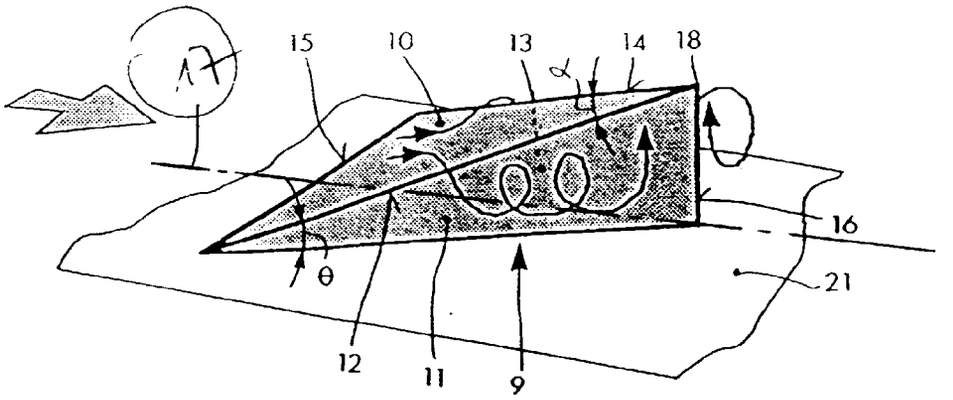


FIG. 2

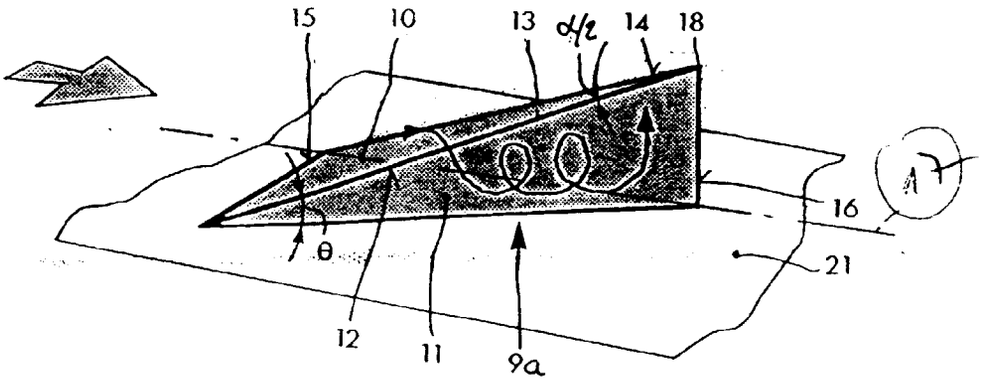


FIG. 13a

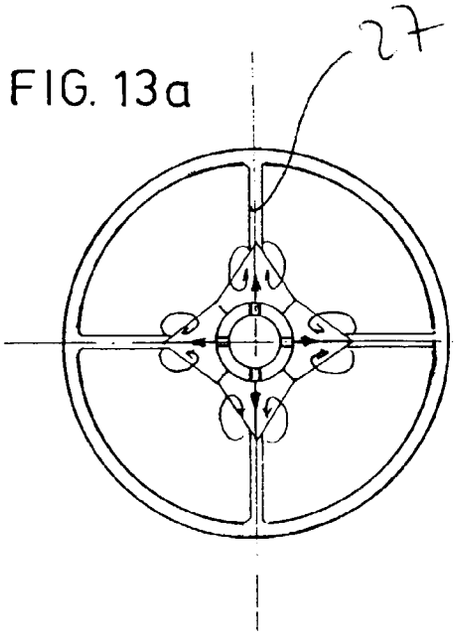
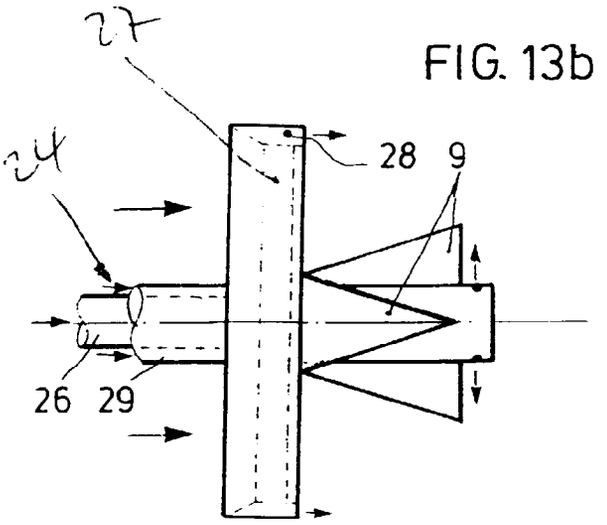


FIG. 13b



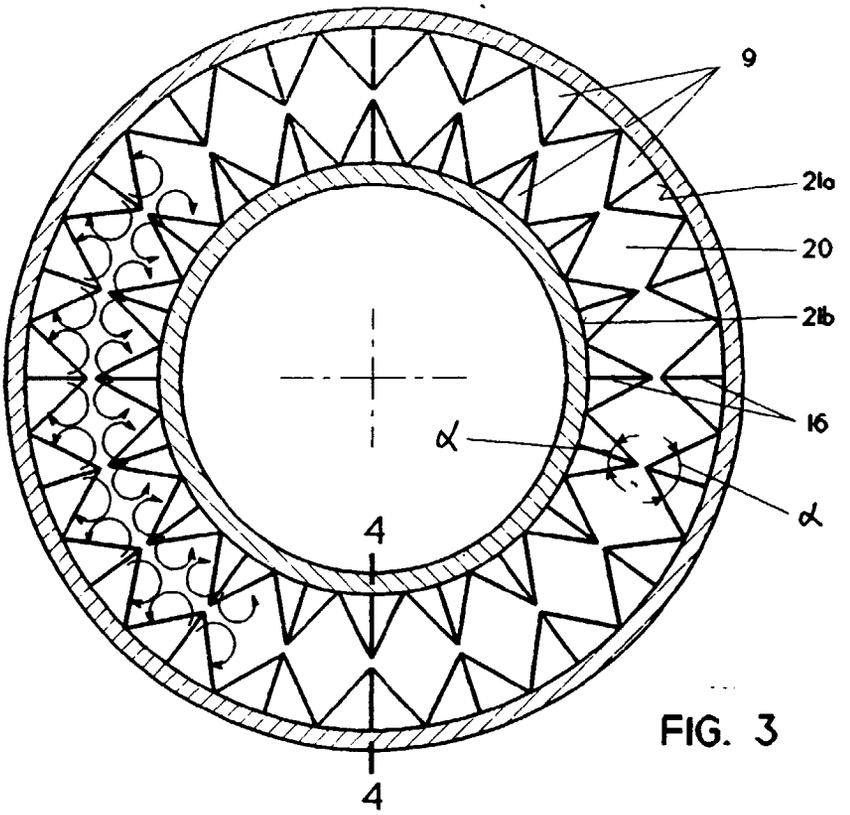


FIG. 3

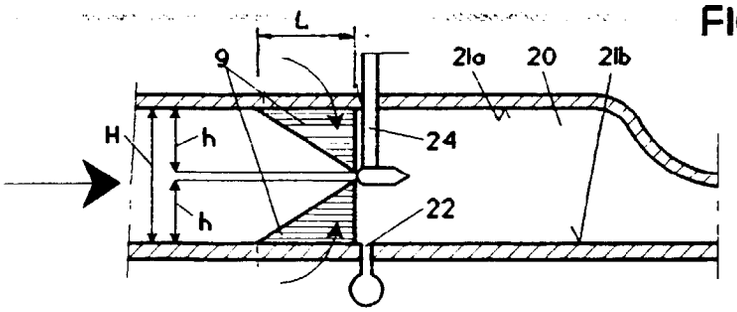


FIG. 4

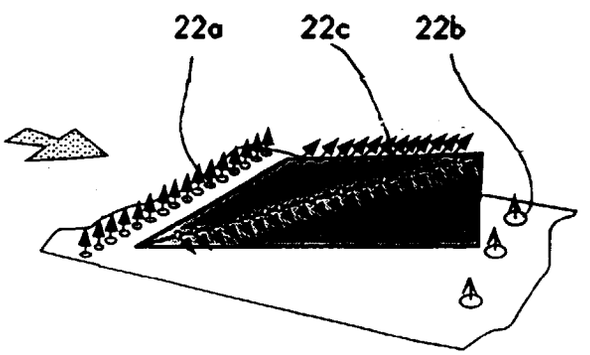


FIG. 5

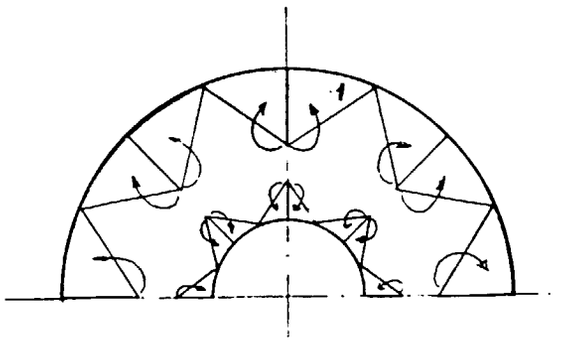


FIG. 6a

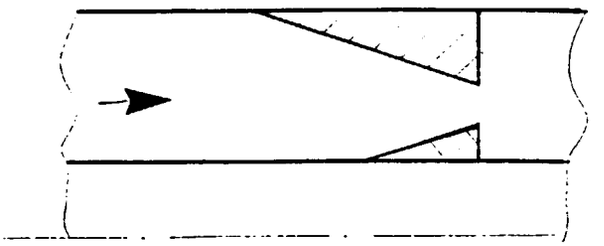


FIG. 6b

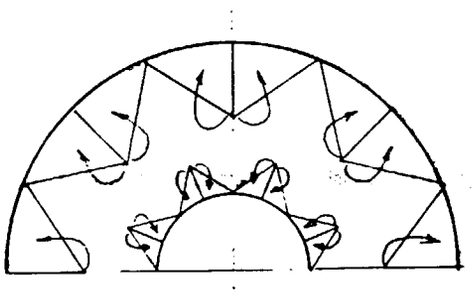


FIG. 7a

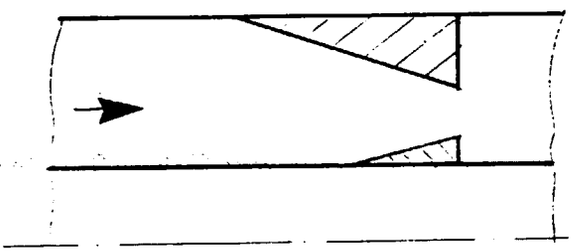


FIG. 7b

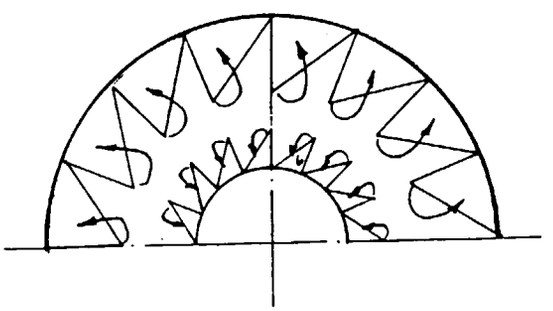


FIG. 8a

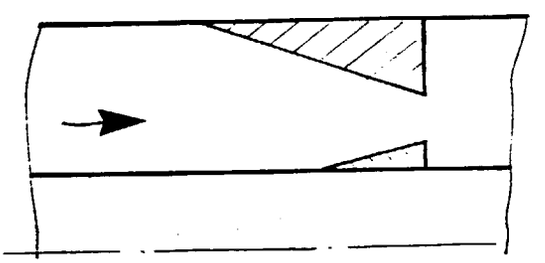


FIG. 8b

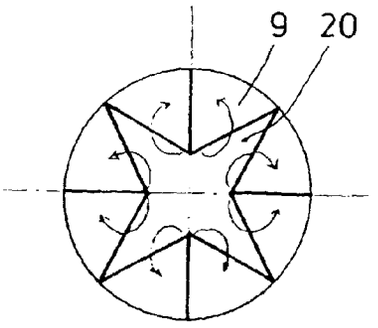


FIG. 9a

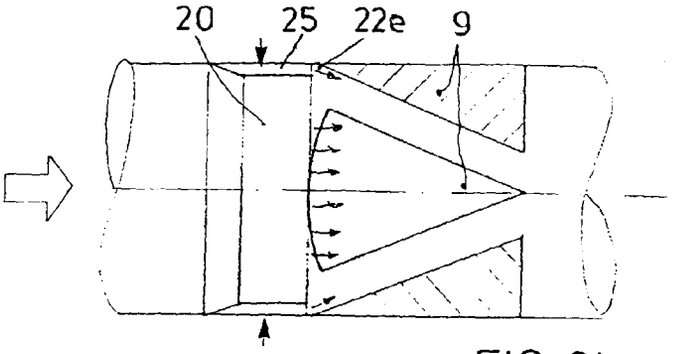


FIG. 9b

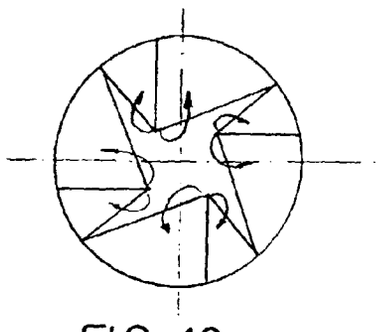


FIG. 10a

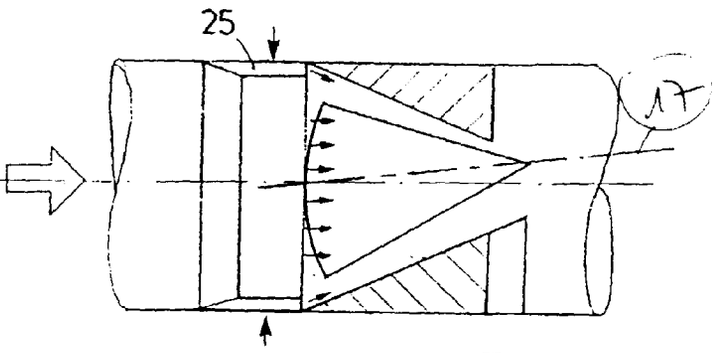


FIG. 10b

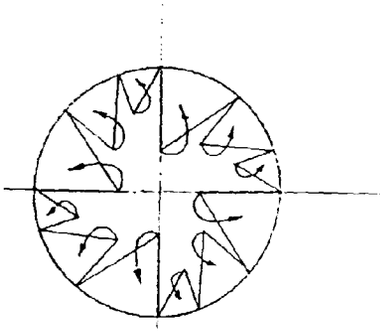


FIG. 11a

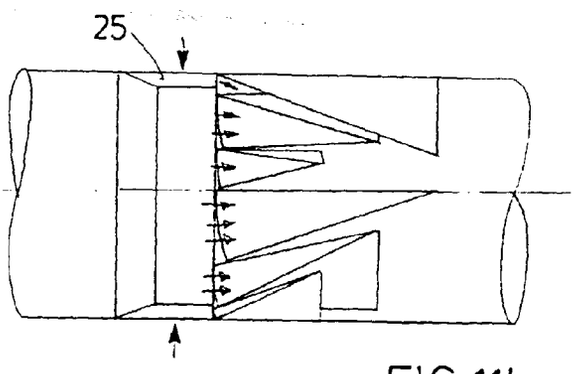


FIG. 11b

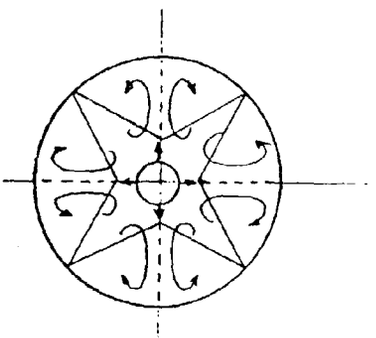


FIG. 12a

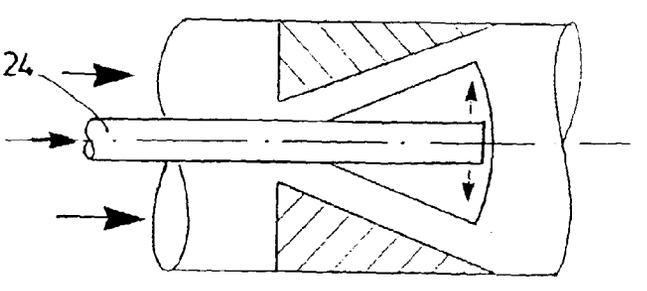


FIG. 12b