

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 675 322 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.04.1999 Patentblatt 1999/17

(51) Int Cl.⁶: **F23D 23/00**, F23D 14/22,
F23D 11/40

(21) Anmeldenummer: **95810184.2**

(22) Anmeldetag: **17.03.1995**

(54) **Vormischbrenner**

Premix burner

Brûleur à prémélange

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **02.04.1994 DE 4411622**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.10.1995 Patentblatt 1995/40

(73) Patentinhaber: **Asea Brown Boveri AG**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:

- **Althaus, Rolf, Dr.**
Higashinada-ku, Kobe 658 (JP)
- **Keller, Jakob, Prof. Dr.**
Redmond, Washinton 98052 (US)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 321 809	EP-A- 0 397 046
EP-A- 0 478 305	EP-A- 0 619 457
EP-A- 0 623 786	DE-A- 3 520 772
DE-A- 3 534 268	

EP 0 675 322 B1

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).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Vormischbrenner, im wesentlichen bestehend aus einem Pilotbrenner und mehreren um den Pilotbrenner herum angeordneten Hauptbrennern.

Stand der Technik

[0002] Sowohl im Ölbetrieb bei sehr hohem Druck als auch im Gasbetrieb mit stark wasserstoffhaltigen Gasen kann es bei Vormischbrennern vorkommen, dass die Zündverzugszeiten derart kurz werden, dass flammhaltende Brenner nicht mehr als sogenannte Low-Nox-Brenner einsetzbar sind.

[0003] Die Einmischung von Brennstoff in eine in einem Vormischkanal strömenden 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.

[0004] Die auf der Basis von Querstrahlen oder Schichtströmungen arbeitende Vorrichtungen haben entweder sehr lange Mischstrecken zur Folge oder verlangen hohe 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 Geschwindigkeitsprofile 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.

[0005] Als flammenhaltende Brenner können die sogenannten Vormischbrenner der Doppelkegelbauart bezeichnet werden. Derartige Doppelkegelbrenner sind beispielsweise aus der EP-B1-0 321 809 bekannt und werden später zu Fig. 1 und 3 beschrieben. Der Brennstoff, dort Erdgas, wird in den Eintrittsspalten in die vom Verdichter heranströmende Verbrennungsluft über eine Reihe von Injektordüsen eingespritzt. Diese sind in der Regel über den ganzen Spalt gleichmässig verteilt.

[0006] Um eine verlässliche Zündung des Gemischs in der nachgeschalteten Brennkammer und einen genügenden Ausbrand zu erzielen, ist eine innige Mischung des Brennstoffs mit der Luft erforderlich. Eine gute Durchmischung trägt auch dazu bei, sogenannte "hot

spots" in der Brennkammer zu vermeiden, die unter anderem zur Bildung des unerwünschten NO_x führen.

[0007] Die oben erwähnte Eindüsung des Brennstoffs über klassische Mittel wie beispielsweise Querstrahlmischer ist schwierig, da der Brennstoff selbst einen ungenügenden Impuls aufweist, um die erforderliche gross-skalige Verteilung und die feinskalige Mischung zu erreichen.

10 Darstellung der Erfindung

[0008] Die Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, bei einem Vormischbrenner der eingangs genannten Art 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. Ferner soll mit einem solchen Brenner ohne Verwendung eines mechanischen Flammenhalters ein Rückschlagen der Flamme mit Sicherheit vermieden werden. Die Massnahme soll zudem geeignet sein, um bestehende Vormischbrennkammern nachzurüsten.

[0009] Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht,

- 25 - dass in die, einen kreisförmigen Kanal aufweisenden Hauptbrenner ein gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff als Sekundärströmung in eine gasförmige Hauptströmung eingedüst wird,
- dass die Hauptströmung zunächst über Wirbel-Generatoren geführt wird, von denen über dem Umfang des durchströmten Kanals mehrere nebeneinander angeordnet sind,
- dass stromabwärts der Wirbel-Generatoren eine Venturidüse angeordnet ist,
- 35 - und dass die Sekundärströmung im Bereich der grössten Einschnürung der Venturidüse in den Kanal eingeleitet wird.

[0010] Mit dem neuen statischen Mischer, den die 3-dimensionalen Wirbel-Generatoren darstellen, ist es möglich, im Brenner 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 turbulenter Strömung und molekularer Diffusionsprozesse bereits nach einer Strecke vorliegt, die einigen wenigen Kanalhöhen entspricht.

[0011] Diese Art der Mischung ist besonders geeignet, um den Brennstoff mit relativ geringem Vordruck unter grosser Verdünnung in die Verbrennungsluft einzumischen. Ein geringer Vordruck des Brennstoffes ist insbesondere bei der Verwendung von mittel- und niederkalorischen Brenngasen von Vorteil. Die zur Mischung erforderliche Energie wird dabei zu einem wesentlichen Teil aus der Strömungsenergie des Fluides mit dem höheren Volumenstrom, eben der Verbren-

nungsluft, entnommen.

[0012] Die stromabwärtige Anordnung einer Venturidüse hinter den Wirbel-Generatoren hat den Vorteil, dass man mit der grössten Einschnürung der Venturidüse ein einfaches Mittel in der Hand hat, um den Brennstoff bei kleinstem Gegendruck in die verwirbelte Strömung einzuleiten. Die Venturidüse hat bei richtiger Dimensionierung weiter den Vorteil, dass die Strömungsgeschwindigkeit darin die Flammgeschwindigkeit übersteigt, so dass die Flamme nicht in die Einspritzebene des Brennstoffs zurückschlagen kann.

[0013] Die Wirbel-Generatoren stromaufwärts der Venturidüse zeichnen sich durch eine Dachfläche und zwei Seitenflächen aus, wobei die Seitenflächen mit einer gleichen Kanalwand bündig sind und miteinander einen Pfeilwinkel α einschliessen und wobei die längsgerichteten Kanten der Dachfläche bündig sind mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen und unter einem Anstellwinkel ϵ zur Kanalwand verlaufen.

[0014] Der Vorteil solcher 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 schweiszbaren 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.

[0015] 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-Generator zugeordneten Kanalteils ausfüllt.

[0016] Es ist sinnvoll, wenn die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen symmetrisch um eine Symmetrieachse angeordnet sind. Damit werden drallgleiche Wirbel erzeugt.

[0017] Wenn die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden 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.

[0018] 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.

[0019] 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, jedoch gegenläufige Wirbel erzeugt. Es liegt ein drallneutrales Strömungsbild vor, bei welchem der Drehsinn der beiden Wirbel im Bereich der Verbindungskante aufsteigend ist.

[0020] Weitere Vorteile der Erfindung, insbesondere im Zusammenhang mit der Anordnung der Wirbel-Generatoren und der Einführung des Brennstoffs ergeben sich aus den Unteransprüchen.

15 Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0021] In der Zeichnung sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt.

[0022] Es zeigen:

- Fig. 1 einen Teillängsschnitt eines Brenners;
- Fig. 2 einen Querschnitt durch den Brenner
- Fig. 3A einen Querschnitt durch einen Vormischbrenner der Doppelkegel-Bauart im Bereich seines Austritts;
- Fig. 3B einen Querschnitt durch denselben Vormischbrenner im Bereich der Kegelspitze;
- Fig. 4 eine perspektivische Darstellung eines Wirbel-Generators;
- Fig. 5 eine Ausführungsvariante des Wirbel-Generators;
- Fig. 6 eine Anordnungsvariante des Wirbel-Generators nach Fig. 4;
- Fig. 7 einen Wirbel-Generator in einem Kanal;
- Fig. 8 eine weitere Ausführungsvariante des Wirbel-Generators;
- Fig. 9 eine Anordnungsvariante des Wirbel-Generators nach Fig 8.

[0023] Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. 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, die Brennstoffbereitstellung, die Regeleinrichtungen und dergleichen sind fortgelassen.

50 Weg zur Ausführung der Erfindung

[0024] In den Fig. 1 und 2 ist mit 53 eine zylindrische Brennerwand bezeichnet. Sie ist austrittsseitig über geeignete Mittel mit der Frontwand 100 der nicht dargestellten Brennkammer verbunden. Bei dieser Brennkammer kann es sich sowohl um eine Ringbrennkammer oder um eine Silobrennkammer handeln, wobei jeweils mehrere solche Brenner auf der Frontwand 100

angeordnet sind.

[0025] Im Innern der Brennerwand, deren eintrittsseitige Ende in Fig. 1 strichliert gezeigt ist, sind um einen zentral angeordneten Pilotbrenner 101 sechs Hauptbrenner 52 herumgruppiert. Beim Pilotbrenner handelt es sich im Beispielsfall um einen Vormischbrenner der Doppelkegelbauart, wobei dies nicht zwingend ist. Massgebend ist, dass dieser Pilotbrenner eine möglichst kleine Geometrie aufweisen soll. In ihm sollen etwa 10-30% des Brennstoffes verbrannt werden. Die Hauptbrenner 52 sind von zylindrischer Form. An deren rohrförmiger Wand 54 sind in Strömungsrichtung zunächst Wirbel-Generatoren 9 angeordnet, deren Austritt in eine Venturidüse 50 mündet. Der Brennstoff wird dem Pilotbrenner und den Hauptbrennern über Brennstofflanzen 120 respektiv 51 zugeführt. Die Verbrennungsluft gelangt aus einem nicht dargestellten Plenum in das Gehäuseinnere 103, von wo aus sie in Pfeilrichtung in die Brenner 101, 52 einströmt.

[0026] Beim schematisch dargestellten Vormischbrenner 101 nach den Fig. 1, 3A und 3B handelt es sich um einen sogenannten Doppelkegelbrenner, wie er beispielsweise aus der EP-B1-0 321 809 bekannt ist. Im wesentlichen besteht er aus zwei hohlen, kegelförmigen Teilkörpern 111, 112, die in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelt sind. Dabei sind die jeweiligen Mittelachsen 113, 114 der beiden Teilkörper gegeneinander versetzt. Die benachbarten Wandungen der beiden Teilkörper bilden in deren Längserstreckung tangentiale Schlitz 119 für die Verbrennungsluft, die auf diese Weise in das Brennerinnere gelangt. Dort ist eine erste Brennstoffdüse 116 für flüssigen Brennstoff angeordnet. Der Brennstoff wird in einem spitzen Winkel in die Hohlkegel eingedüst. Das entstehende kegelige Brennstoffprofil wird von der tangential einströmenden Verbrennungsluft umschlossen. In axialer Richtung wird die Konzentration des Brennstoffes fortlaufend infolge der Vermischung mit der Verbrennungsluft abgebaut. Im Beispielsfall wird der Brenner ebenfalls mit gasförmigem Brennstoff betrieben. Hierzu sind im Bereich der tangentialen Schlitz 119 in den Wandungen der beiden Teilkörper in Längsrichtung verteilte Gaseinströmöffnungen 117 vorgesehen. Im Gasbetrieb beginnt die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft somit bereits in der Zone der Eintrittsschlitz 20. Es versteht sich, dass auf diese Weise auch ein Mischbetrieb mit beiden Brennstoffarten möglich ist.

[0027] Am Brenneraustritt 118 stellt sich eine möglichst homogene Brennstoffkonzentration über dem beaufschlagten kreisringförmigen Querschnitt ein. Es entsteht am Brenneraustritt eine definierte kalottenförmige Rückströmzone, an deren Spitze die Zündung erfolgt. Soweit sind Doppelkegelbrenner aus der eingangs genannten EP-B1-0 321 809 bekannt.

[0028] Bevor auf den Einbau der neuen Mischvorrichtung in den Hauptbrennern 52 eingegangen wird, wird zunächst der für die Wirkungsweise der Erfindung wesentliche Wirbel-Generator 9 beschrieben.

[0029] In den Figuren 4, 5 und 6 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.

[0030] 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. 4 symmetrisch in Form, Grösse und Orientierung und sind beidseitig einer Symmetrieachse 17 angeordnet. Diese Symmetrieachse 17 ist gleichgerichtet wie die Kanalachse.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] In Fig. 4 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.

[0034] 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 Wirbelauflaufplatzens (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 Wirbelauflaufplatzens wandert stromaufwärts bis hin in den Bereich des Wirbel-Generators selbst. Je nach Anwendung sind diese beiden Winkel Θ und α 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. 7).

[0035] In Fig. 5 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 aufgezogen.

[0036] Im Gegensatz zu Fig. 4 ist in Fig. 6 die scharfe Verbindungskante 16 des Wirbel-Generators 9 jene Stelle, die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagt wird. Das Element ist um 180° gedreht. Wie aus der Darstellung erkennbar, haben die beiden gegenläufigen Wirbel ihren Drehsinn geändert.

[0037] Gemäss Fig. 7 sind die Wirbel-Generatoren in einem Kanal 20 eingebaut. In der Regel wird man die Höhe h der Verbindungskante 16 mit der Kanalhöhe H - oder der Höhe des Kanalteils, welchem dem Wirbel-Generator zugeordnet ist - so abstimmen, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators bereits eine solche Grösse erreicht, dass die volle Kanalhöhe H ausgefüllt wird. Dies führt zu einer gleichmässigen Geschwindigkeitsverteilung in dem beaufschlagten Querschnitt. 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.

[0038] Im dargestellten Beispiel sind gemäss Fig. 2 vier Wirbel-Generatoren 9 mit Abstand über dem Umfang des Kreisquerschnittes verteilt. Die oben angesprochene Höhe des Kanalteils, welchem dem einzelnen Wirbel-Generator zugeordnet ist, entspricht in diesem Fall dem Kreisradius. Selbstverständlich könnten die vier Wirbel-Generatoren 9 an ihren jeweiligen Wandsegmenten 21 in Umfangsrichtung auch so aneinandergereiht sein, dass keine Zwischenräume an der Kanalwand freigelassen werden. Letzlich ist hier der zu erzeugende Wirbel entscheidend.

[0039] Die Wirbel-Generatoren 9 sind hauptsächlich zum Mischen 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 Brennstoffes weist einen wesentlich kleineren Massenstrom auf als die Hauptströmung. Sie wird im vorliegenden Fall stromabwärts der Wirbel-Generatoren in die Hauptströmung eingeleitet.

[0040] Gemäss Fig. 1 wird hier der Brennstoff über eine zentrale Brennstofflanze 51 eingedüst, deren Mündung sich stromabwärts der Wirbel-Generatoren befinden. Diese Lanze ist für etwa 10% des Gesamtvolumenstromes durch den Kanal 20 dimensioniert. Dargestellt

ist eine Längseindüsung des Brennstoffes in Strömungsrichtung. In diesem Fall entspricht der Eindüsungsimpuls etwa jenem des Hauptströmungsimpulses. Genau so gut könnte eine Querstrahleindüsung vorgesehen werden, wobei der Brennstoffimpuls dann etwa das doppelte desjenigen der Hauptströmung betragen muss.

[0041] 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".

[0042] 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 Brennstoffes und Mischzeit der Wirbel optimiert, was eine Minimierung der Emissionen gewährleistet.

[0043] Desweiteren bewirkt das intensive 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.

[0044] Um nun ein Rückzünden der Flamme in den Brenner zu vermeiden, wird stromabwärts der Wirbel-Generatoren eine Venturidüse 52 vorgesehen. Diese wird so dimensioniert, dass bei einer Austrittsgeschwindigkeit von etwa 80-150 m/sec die Strömungsgeschwindigkeit im engsten Querschnitt etwa 150-180 m/sec beträgt. Den Abstand des engsten Querschnittes zu den Austrittskanten 16 der Wirbel-Generatoren wird man so wählen, dass die erzeugten Wirbel im engsten Querschnitt bereits voll ausgebildet sind. Der Ort der Brennstoffeinspritzung befindet sich in der Ebene der grössten Einschnürung der Venturidüse.

[0045] Die Figuren 8 und 9 zeigen in einer Draufsicht eine Ausführungsvariante des Wirbel-Generators und in einer Vorderansicht seine Anordnung in einem kreisförmigen Kanal. Die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen 11 und 13 weisen eine unterschiedliche Länge auf. Dies bedeutet, dass die Dachfläche 10 mit einer schräg zum durchströmten Kanal verlaufenden Kante 15a an der gleichen Kanalwand anliegt wie die Seitenwände. Über seiner Breite weist der

Wirbel-Generator dann selbstverständlich einen unterschiedlichen Anstellwinkel Θ auf. Eine derartige Variante hat die Wirkung, dass Wirbel mit unterschiedlicher Stärke erzeugt werden. Beispielsweise kann damit auf einen der Hauptströmung anhaftenden Drall eingewirkt werden. Oder aber durch die unterschiedlichen Wirbel wird der ursprünglich drallfreien Hauptströmung stromabwärts der Wirbel-Generatoren ein Drall aufgezwungen, wie dies in Fig. 9 angedeutet ist. Eine derartige Konfiguration eignet sich gut als eigenständige, kompakte Brenneinheit. Bei der Verwendung von mehreren solcher Einheiten, beispielsweise in einer Gasturbinen-Ringbrennkammer, kann der der Hauptströmung aufgezwungene Drall ausgenutzt werden, um das Querschnittsverhalten der Brennerkonfiguration, z.B. bei Teillast, zu verbessern.

[0046] 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, beispielsweise nur oder zusätzlich über Wandbohrungen im Venturirohr

Bezugszeichenliste

[0047]

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, a	Kanal
21, a,b	Kanalwand
Θ	Anstellwinkel
$\alpha, \alpha/2$	Pfeilwinkel
h	Höhe von 16
H	Kanalhöhe
L	Länge des Wirbel-Generators

50	Venturidüse
51	Brennstofflanze
52	Hauptbrenner
53	Brennerwand
54	Hauptbrennerwand
100	Frontwand der Brennkammer
101	Doppelkegelbrenner
102	Luft Eintritt
103	Gehäuseinnere
111	Teilkörper

112	Teilkörper
113	Mittelachse
114	Mittelachse
116	Brennstoffdüse
5 117	Gaseinstromöffnung
118	Brenneraustritt = Brennraum
119	tangentialer Spalt
120	Brennstofflanze

10

Patentansprüche

1. Vormischbrenner, im wesentlichen bestehend aus einem Pilotbrenner (101) und mehreren um den Pilotbrenner (101) herum angeordneten Hauptbrennern (52),
dadurch gekennzeichnet,
 - dass in die, einen kreisförmigen Kanal (20) aufweisenden Hauptbrenner (52) ein gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff als Sekundärströmung in eine gasförmige Hauptströmung eingedüst wird,
 - dass die Hauptströmung zunächst über Wirbel-Generatoren (9) geführt wird, von denen über dem Umfang des durchströmten Kanals (20) mehrere nebeneinander angeordnet sind,
 - dass stromabwärts der Wirbel-Generatoren (9) eine Venturidüse (50) angeordnet ist,
 - und dass die Sekundärströmung im Bereich der grössten Einschnürung der Venturidüse (50) in den Kanal (20) eingeleitet wird.
2. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Pilotbrenner (101) nach dem Doppelkegelprinzip arbeitet mit im wesentlichen zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (111, 112), deren jeweilige Mittelachsen (113, 114) gegeneinander versetzt sind, wobei die benachbarten Wandungen der beiden Teilkörper (111, 112) in deren Längserstreckung tangentiale Schlitze (119) für die Verbrennungsluft bilden, und wobei im Bereich der tangentialen Schlitze (119) in den Wandungen der beiden Teilkörper in Längsrichtung verteilte Gaseinstromöffnungen (117) vorgesehen sind.
3. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - dass ein Wirbel-Generator (9) drei frei umströmte Flächen aufweist, die sich in Strömungsrichtung erstrecken und von denen eine die Dachfläche (10) und die beiden andern die Seitenflächen (11, 13) bilden,
 - dass die Seitenflächen (11, 13) mit einem gleichen Wandsegment (21) des Kanals bündig

sind und miteinander einen Pfeilwinkel (α) einschliessen,

- dass die Dachfläche (10) mit einer quer zum durchströmten Kanal (20) verlaufenden Kante (15) am gleichen Wandsegment (21) anliegt wie die Seitenwände, 5
 - und dass die längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche, die bündig sind mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen unter einem Anstellwinkel (θ) zum Wandsegment (21) verlaufen. 10
4. Vormischbrenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeilwinkel (α) einschliessenden Seitenflächen (11, 13) des Wirbel-Generators (9) symmetrisch um eine Symmetrieachse (17) angeordnet sind. 15
5. Vormischbrenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeilwinkel (α) 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 des kreisförmigen Kanals (20) liegt. 20 25
6. Vormischbrenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungskante (16) und/oder die längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche (10) zumindest annähernd scharf ausgebildet sind. 30
7. Vormischbrenner nach Anspruch 4, 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. 35 40
8. Vormischbrenner 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-Generator zugeordneten Kanalteils ausfüllt. 45 50
9. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärströmung über eine im Kanal (20) zentral angeordnete Brennstofflanze (51) mittels Längseindüsung oder Querstrahleindüsung eingeleitet wird. 55

Claims

1. Premixing burner, essentially comprising a pilot burner (101) and a plurality of main burners (52) arranged around the pilot burner (101), characterized in that
 - a gaseous and/or liquid fuel is injected into the main burner (52), which has a circular duct (20), as a secondary flow into a gaseous main flow,
 - in that the main flow is first of all guided over vortex generators (9), a plurality of which are arranged next to one another around the circumference of the duct (20) through which flow takes place,
 - in that a venturi nozzle (50) is arranged downstream of the vortex generators (9),
 - and in that the secondary flow is introduced into the duct (20) in the region of maximum constriction of the venturi nozzle (50).
2. Premixing burner according to Claim 1, characterized in that the pilot burner (101) operates on the double-cone principle, with essentially two hollow conical partial bodies (111, 112) which are interleaved in the direction of flow and the respective centre lines (113, 114) of which are offset relative to one another, the adjacent walls of the two partial bodies (111, 112) forming along their length tangential slots (119) for the combustion air and longitudinally distributed gas inlet openings (117) being provided in the walls of the two partial bodies in the region of the tangential slots.
3. Premixing burner according to Claim 1, characterized in that
 - a vortex generator (9) has three surfaces around which flow can take place freely, which surfaces extend in the direction of flow, one of them forming the top surface (10) and the two others forming the side surfaces (11, 13),
 - in that the side surfaces (11, 13) abut the same wall segment (21) of the duct and enclose a V-angle (α) between them,
 - in that the top surface (10) lies with an edge (15) extending transversely to the duct (20) through which flow takes place on the same wall segment (21) as the side walls,
 - and in that the longitudinally directed edges (12, 14) of the top surface, which abut the longitudinally directed side surface edges protruding into the flow duct, extend at an angle of incidence (θ) to the wall segment (21).
4. Premixing burner according to Claim 3, 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).

5. Premixing burner according to Claim 3, characterized in that the two side surfaces (11, 13) enclosing the V-angle (α) include between them a connecting edge (16) which, together with the longitudinally directed edges (12, 14) of the top surface (10), forms a point (18), and in that the connecting edge lies radially with respect to the circular duct (20). 5
6. Premixing burner according to Claim 5, characterized in that the connecting edge (16) and/or the longitudinally directed edges (12, 14) of the top surface (10) are designed so as to be at least approximately sharp. 10
7. Premixing burner according to Claim 4, 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 that edge (15) of the top surface (10) which extends transversely to the duct (20) through which flow takes place being the edge which the main flow meets first. 15
8. Premixing burner according to Claim 1, characterized in that the ratio between the height (h) of the vortex generator and the duct height (H) is selected in such a way that the vortex generated fills the complete duct height, or the complete height of the duct part assigned to the vortex generator, directly downstream of the vortex generator (9). 20
9. Premixing burner according to Claim 1, characterized in that the secondary flow is introduced via a fuel lance (51) arranged centrally in the duct (20), by means of longitudinal injection or cross-jet injection. 25

Revendications

1. Brûleur à prémélange, se composant essentiellement d'un brûleur pilote (101) et de plusieurs brûleurs principaux (52) disposés autour du brûleur pilote (101),
caractérisé en ce que 40
- dans les brûleurs principaux (52) présentant un canal circulaire (20), un combustible gazeux et/ou liquide est injecté en un écoulement secondaire dans un écoulement principal gazeux,
- l'écoulement principal est d'abord conduit sur des générateurs de tourbillons (9), dont plusieurs sont disposés l'un à côté de l'autre sur la périphérie du canal parcouru (20), 45
- une tuyère de Venturi (50) est disposée en aval

des générateurs de tourbillons (9),

- et l'écoulement secondaire est introduit dans le canal (20) dans la région du plus grand étranglement de la tuyère de Venturi (50).

2. Brûleur à prémélange suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le brûleur pilote (101) fonctionne suivant le principe du double cône, avec essentiellement deux corps partiels (111, 112) coniques creux, imbriqués l'un dans l'autre dans la direction de l'écoulement, dont les axes centraux respectifs (113, 114) sont déportés l'un par rapport à l'autre, les parois voisines des deux corps partiels (111, 112) formant, suivant leur dimension longitudinale, des fentes tangentielles (119) pour l'air de combustion, et des ouvertures d'entrée de gaz (117) réparties en direction longitudinale étant prévues dans les parois des deux corps partiels, dans la région des fentes tangentielles (119).

3. Brûleur à prémélange suivant la revendication 1, caractérisé en ce que

- un générateur de tourbillons (9) présente trois faces librement balayées, qui s'étendent dans la direction de l'écoulement et dont l'une forme la face de toit (10) et les deux autres les faces latérales (11, 13),
- les faces latérales (11, 13) sont jointives à un même segment de paroi (21) du canal et forment l'une avec l'autre un angle de flèche (α),
- la face de toit (10) s'applique, par une arête (15) orientée transversalement au canal parcouru (20), sur le même segment de paroi (21) que les parois latérales,
- et les arêtes (12, 14) orientées longitudinalement de la face de toit, qui sont jointives aux arêtes orientées longitudinalement, et pénétrant dans le canal d'écoulement, des faces latérales sont orientées vers le segment de paroi (21) sous un angle d'incidence θ .

4. Brûleur à prémélange suivant la revendication 3, 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).

5. Brûleur à prémélange suivant la revendication 3, caractérisé en ce que les deux faces latérales (11, 13) formant l'angle de flèche (α) comprennent une arête (16) de liaison l'une à l'autre, qui forme une pointe (18) en conjonction avec les arêtes orientées longitudinalement (12, 14) de la face de toit (10), et en ce que l'arête de liaison se trouve en position radiale par rapport au canal circulaire (20).

6. Brûleur à prémélange suivant la revendication 5,

caractérisé en ce que l'arête de liaison (16) et/ou les arêtes orientées longitudinalement (12, 14) de la face de toit (10) sont au moins approximativement des arêtes vives.

5

7. Brûleur à prémélange suivant la revendication 4, 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 liaison (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) constituant l'arête atteinte en premier par l'écoulement principal.

10

15

8. Brûleur à prémélange suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le rapport entre la hauteur (h) du générateur de tourbillons et la hauteur (H) du canal est choisi de telle façon que le tourbillon obtenu remplisse, immédiatement en aval du générateur de tourbillons (9), la pleine hauteur du canal ou la pleine hauteur de la partie de canal associée au générateur de tourbillons.

20

9. Brûleur à prémélange suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'écoulement secondaire est introduit au moyen d'une injection longitudinale ou d'une injection à jet transversal, par une lance à combustible (51) disposée en position centrale dans le canal (20).

25

30

35

40

45

50

55

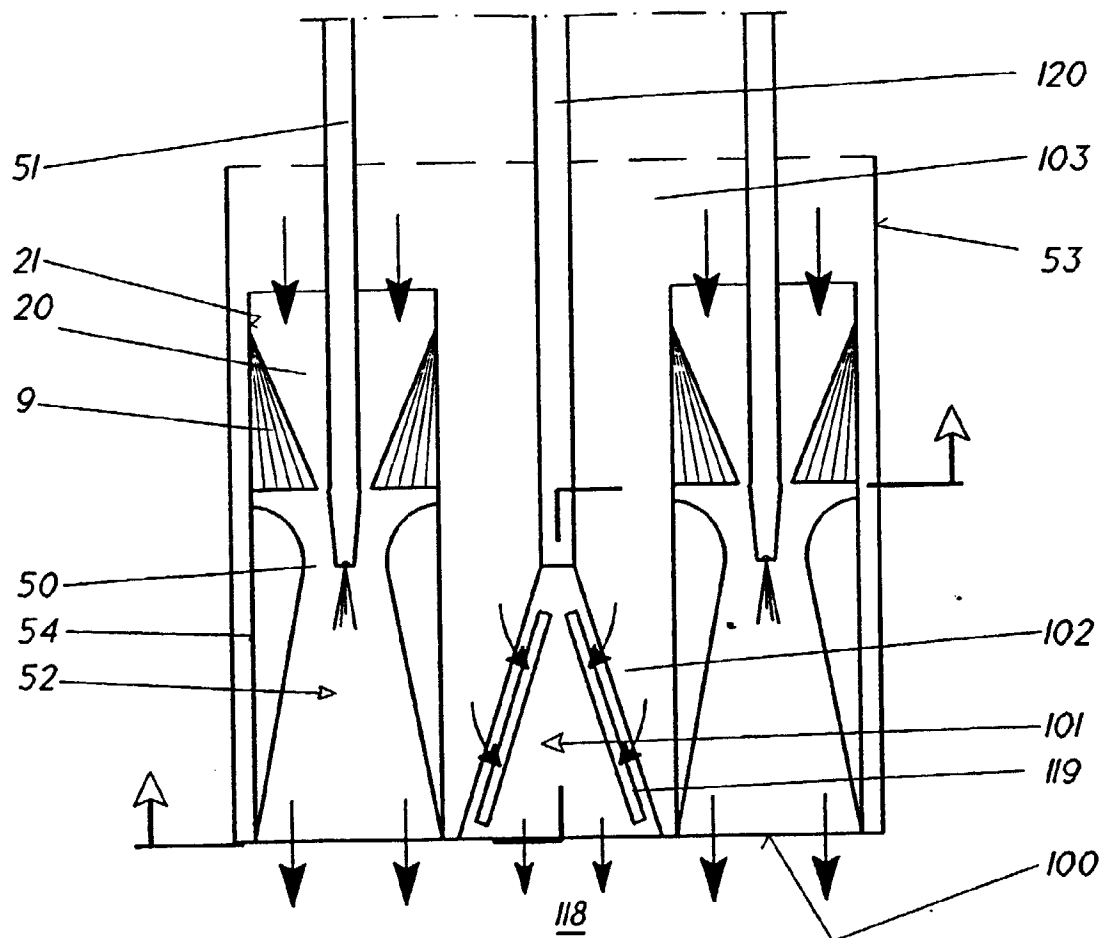


FIG. 1

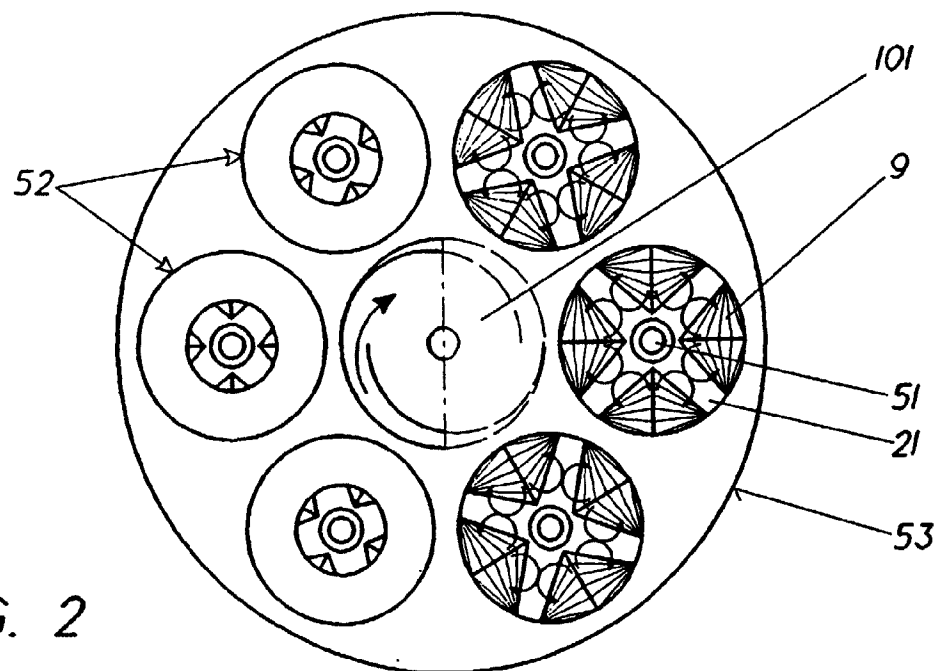


FIG. 2

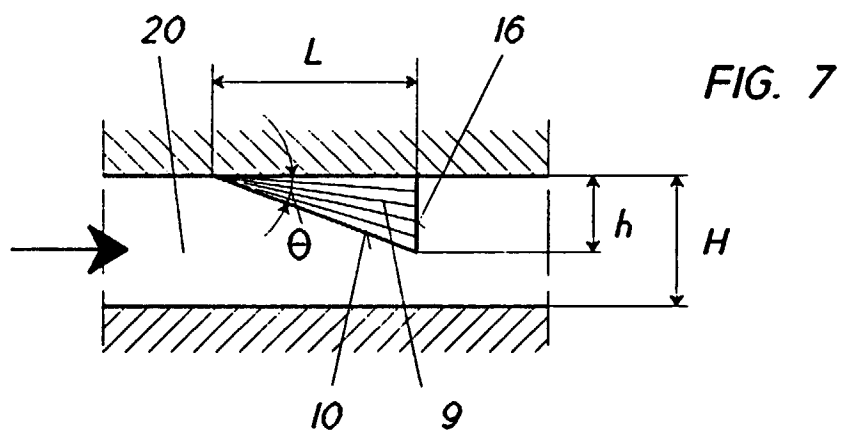
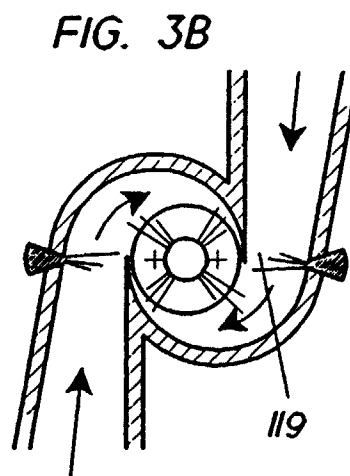
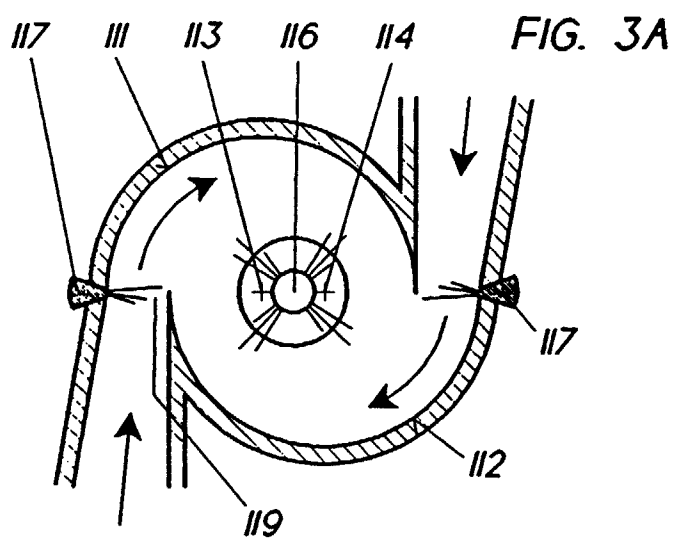


FIG. 8

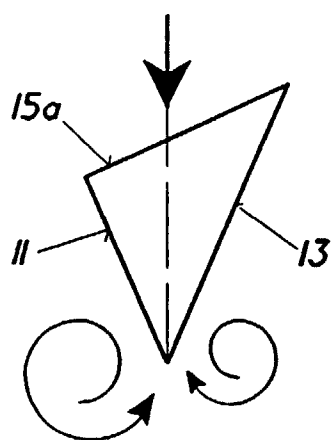


FIG. 9

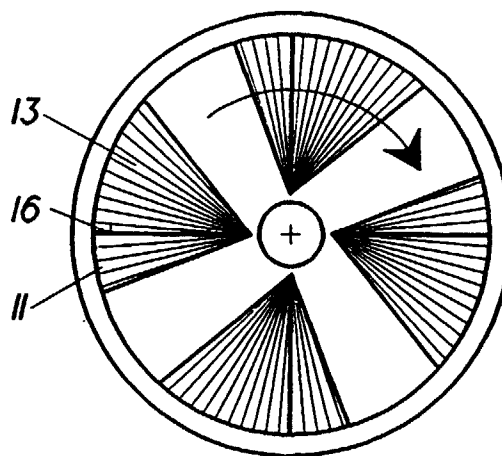


FIG. 4

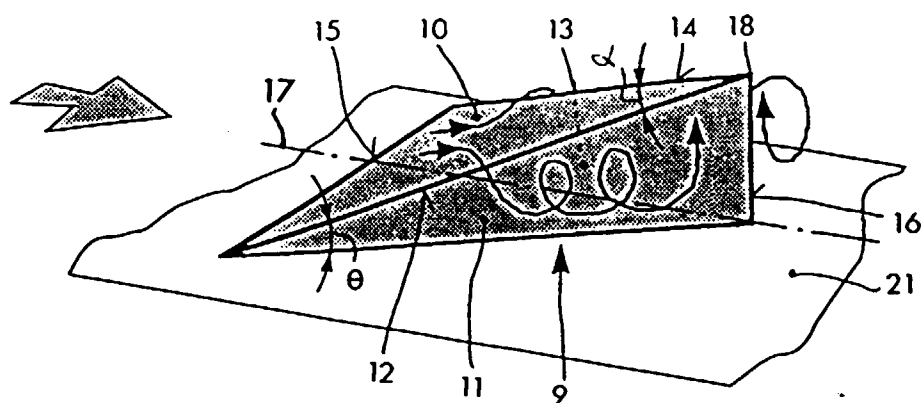


FIG. 5

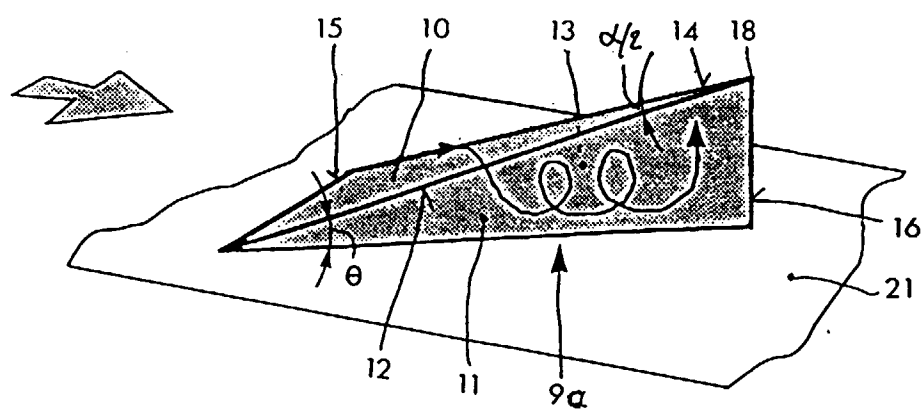


FIG. 6

