

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 620 403 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94103385.4**

(51) Int. Cl.⁵: **F23R 3/20, F15D 1/00**

(22) Anmeldetag: **07.03.94**

(30) Priorität: **08.04.93 CH 1087/93**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.10.94 Patentblatt 94/42

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(71) Anmelder: **ABB Management AG**
Haselstrasse 16
CH-5401 Baden (CH)

(72) Erfinder: **Chyou, Yau-Pin, Dr.**
5F No. 84, Chung-Po South Road
Hsin-Yi District, Taipei 110 (TW)
Erfinder: **Eroglu, Adnan**
Irisweg 7
Ch-5217 Untersiggenthal (CH)

(54) **Misch- und Flammenstabilisierungseinrichtung in einer Brennkammer mit Vormischverbrennung.**

(57) Bei einer Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung in einer Brennkammer mit Vormischverbrennung wird ein gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff in die Verbrennungsluft eingedüst. Die Verbrennungsluft wird über Wirbel-Generatoren (9) geführt, von denen über der Breite oder dem Umfang des durchströmten Brennkammerkanals (20) mehrere nebeneinander angeordnet sind. Der Brennstoff wird im unmittelbaren Bereich der Wirbel-Generatoren (9) in den Kanal (20) eingeleitet. Ein Wirbel-Generator (9) weist drei frei umströmte Flächen auf, die sich in Strömungsrichtung erstrecken und von denen eine die Dachfläche (10) und die beiden andern die Seitenflächen bilden. Die Seitenflächen schliessen miteinander den in Strömungsrichtung variierenden Pfeilwinkel (α) ein und die Dachfläche (10) verläuft unter einem in Strömungsrichtung variierenden Anstellwinkel zur Kanalwand (21) verlaufen.

Mit solchen Wirbel-Generatoren kann innert kürzester Strecke eine innige Vermischung von Brennluft und Brennstoff erzielt werden und es kann gleichzeitig die Flamme aerodynamisch stabilisiert werden.

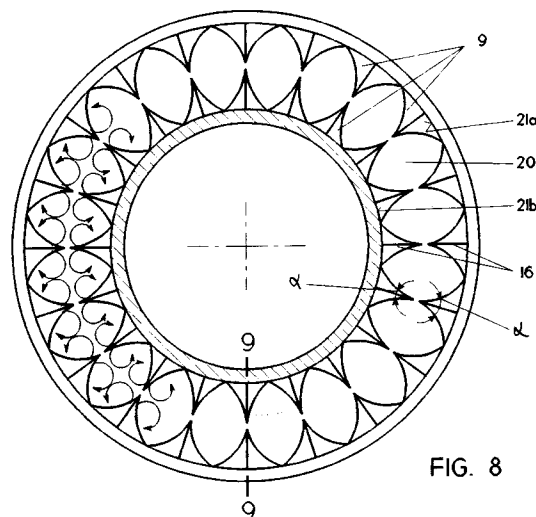


FIG. 8

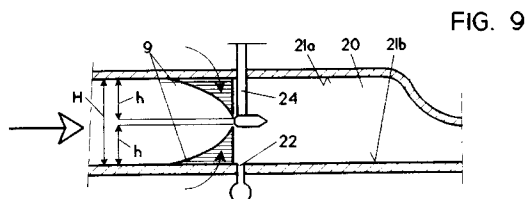


FIG. 9

EP 0 620 403 A1

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung in einer Brennkammer mit Vormischverbrennung, in welcher ein gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff in die Verbrennungsluft eingedüst wird.

Stand der Technik

Die Vormischverbrennung erfordert hinsichtlich niedriger Emissionen eine ausserordentlich gute Vermischung von Brenn Luft und Brennstoff.

In Brennkammern können sich kalte Strähnen in der Hauptströmung befinden, die beispielsweise durch das Einleiten von Kühlluft in die Verbrennungsluft entstehen. Solche Strähnen können zu ungenügendem Ausbrand in der Verbrennungszone führen. Es sind deshalb Massnahmen zu treffen, Verbrennungsluft, Kühlluft und Brennstoff innig zu vermischen. Die Mischung einer Sekundärströmung mit einer in einem Kanal vorliegenden Hauptströmung geschieht in der Regel durch radiale Eindüsung der Sekundärströmung in den Kanal. Der Impuls der Sekundärströmung ist indes so gering, dass eine nahezu vollständige Durchmischung erst nach einer Strecke von ca. 100 Kanalhöhen erfolgt ist.

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 und mit welcher gleichzeitig die Flamme aerodynamisch stabilisiert werden kann.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht,

- dass die Verbrennungsluft über Wirbel-Generatoren geführt wird, von denen über der Breite oder dem Umfang des durchströmten Brennkammerkanals mehrere nebeneinander angeordnet sind, und dass der Brennstoff 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 andern die Seitenflächen bilden,
- dass die Seitenflächen mit einer gleichen Kanalwand bündig sind und miteinander den in Strömungsrichtung variierenden Pfeilwinkel α einschliessen,
- dass die Dachfläche mit einer quer zum durchströmten Kanal verlaufenden Kante an der gleichen Kanalwand anliegt wie die Sei-

tenwände,

- dass die längsgerichteten Kanten der Dachfläche, die bündig sind mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen unter einem in Strömungsrichtung variierenden Anstellwinkel θ zur Kanalwand verlaufen.
- und dass die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen eine Verbindungskante miteinander umfassen, welche zusammen mit den längsgerichteten Kanten der Dachfläche eine Spitze bilden.

Mit dem neuen statischen Mischer, den die Wirbel-Generatoren darstellen, ist es möglich, ausserordentlich kurze Mischstrecken bei gleichzeitig geringem Druckverlust zu erzielen. Bereits nach einer vollen Wirbelumdrehung ist 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 erfindungsgemassen Wirbel-Generatoren ist in der besonderen Einfachheit des Elementes 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.

Es ist für die vorliegende Anwendungen zweckmässig, wenn der Anstellwinkel θ der Dachfläche und/oder der Pfeilwinkel α der Seitenflächen so gewählt sind, dass noch im Bereich des Wirbel-Generators der von der Strömung erzeugte Wirbel aufplatzt. Mit der möglichen Variation der beiden Winkel hat man ein einfaches aerodynamisches Stabilisierungsmittel in der Hand, unabhängig von der Querschnittsform des durchströmten Kanals, welcher sowohl breit und niedrig als auch schmal und hoch sein kann, und mit ebenen oder gekrümmten Kanalwänden versehen sein kann.

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 einschliessenden Seitenflächen eine zumindest annähernd scharfe Verbindungskante miteinander bilden, wird

der Durchströmquerschnitt kaum durch Sperrung beeinträchtigt.

Ist die scharfe Verbindungskante die austritts-seitige 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. Eine senkrechte Verbindungskante führt überdies zu ebenfalls senkrecht auf der Kanalwand stehenden Seitenflächen, was dem Wirbel-Generator die einfachste mögliche und fertigungstechnisch die günstigste Form verleiht.

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. Die erzeugten gross-skaligen Wirbel sorgen dafür, dass in jeder Ebene hinter dem Wirbel-Generator die gleiche Geschwindigkeitsverteilung vorliegt.

Vorzugsweise ohne Zwischenräume sind über der Breite des durchströmten Kanals mehrere Wirbel-Generatoren nebeneinanderangeordnet. Mit dieser Massnahme wird kurz hinter den Wirbel-Generatoren der ganze Kanalquerschnitt von den Wirbeln voll beaufschlagt.

Wenn die Symmetrieachse parallel zur Kanalachse verläuft, und die Verbindungskante der beiden Seitenflächen die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators bildet, während 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, so dass die Wirbel auf die nicht mit Wirbel-Generatoren bestückte, gegenüberliegende Wand auftreffen, die auf diese Weise beispielsweise gekühlt werden kann.

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. 1a-d eine Darstellung eines Wirbel-Generators in der Perspektive, in einer Hinteransicht, einer Draufsicht und einer Seitenansicht mit Brennstoffeindüsung;
Fig. 2a-d eine Ausführungsvariante des Wir-

belGenerators in gleicher Darstellung ohne Brennstoffeindüsung;
einen "halben" Wirbel-Generator in einer Perspektive;

Fig. 3

Fig. 4-5b

Fig. 6-9

mehrere Varianten der Brennstoffeindüsung;

die gruppenweise Anordnung von Wirbel-Generatoren in einer rechteckigen, einer kreisförmigen und in einer kreisringförmigen Brennkammer;

Weg zur Ausführung der Erfindung

In den Figuren 1 bis 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.

In sämtlichen gezeigten Beispielen stehen die beiden Seitenflächen 11, 11v, 11h und 13, 13v, 13h senkrecht auf der Kanalwand 21, wobei angemerkt wird, dass dies nicht zwingend ist. Die Seitenwände, welche in der Projektion aus im wesentlichen rechtwinkligen Dreiecken bestehen, sind mit ihren Längsseiten auf dieser Kanalwand 21 fixiert, vorzugsweise gasdicht. Sie sind so orientiert, dass sie an ihren Schmalseiten einen Stoss bilden unter Einschluss eines Pfeilwinkels α , α_v , α_h . Der Stoss ist als scharfe Verbindungskante 16 ausgeführt und steht ebenfalls senkrecht zu jener Kanalwand 21, mit welcher die Seitenflächen bündig sind. Die beiden den Pfeilwinkel α , α_h , α_v einschliessenden Seitenflächen 11, 11v, 11h und 13, 13v, 13h sind symmetrisch in Form, Grösse und Orientierung und sind beidseitig einer Symmetrieachse 17 angeordnet, die in der Kanalachse liegt.

Die Dachfläche 10, 10v, liegt mit einer quer zum durchströmten Kanal verlaufenden und sehr schmal ausgebildeten Kante 15 an der gleichen Kanalwand 21 an wie die Seitenwände 11, 11v, und 13, 13v. Ihre längsgerichteten Kanten 12, 14 sind bündig mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen. Die Dachfläche verläuft unter einem Anstellwinkel θ , θ_v 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.

Die Wirbel-Generatoren 9 sind so ausgebildet, dass ihr Anstellwinkel der Dachfläche und ihr Pfeilwinkel der Seitenflächen in Strömungsrichtung zunehmen.

Gemäss Fig. 1 geschieht dies einerseits durch Unterteilung der Dachfläche in zwei mit unterschiedlichen angestellten (θ_v , θ_h) Teilflächen 10v, 10h. Andererseits wird die Zunahme des Pfeilwinkels der Seitenflächen durch deren Unterteilung in zwei mit unterschiedlichen gepfeilten (α_v , α_h) Teilflächen 11v, 11h, 13v, 13h vorgenommen.

Gemäss Fig. 2 verläuft die Zunahme des Anstellwinkels θ der Dachfläche 10 und des Pfeilwinkels α der Seitenflächen 11, 13 von der quer zum durchströmten Kanal verlaufenden Kante 15 bis zur Spitze 18 stetig.

In allen Fig. bildet die Verbindungskante 16 der beiden Seitenflächen 11, 11h und 13, 13h die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators. Die quer zum durchströmten Kanal verlaufende Kante 15 der Dachfläche 10, 10v 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 von der Kante 15 herkommende Hauptströmung in ein Paar gegenläufiger Wirbel umgewandelt. Deren Wirbelachsen liegen in der Achse der Hauptströmung. Die Drallzahl und der Ort des Wirbelaufplatzens (vortex breakdown) 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 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. 9).

In der Fig. 1 sind die mit v bezeichneten vorderen Anströmpartien des Wirbel-Generators mit flachem Winkel θ_v angestellt und weisen eine relativ spitze Pfeilung α_v auf. Auf diese Weise werden die für Mischzwecke erforderlichen grossskaligen Wirbel erzeugt. An der abströmseitigen Partei ist der Wirbel-Generator mit grosser Anstellung θ_h und breiten Pfeilwinkel α_h versehen. Dadurch wird das für die Flammenstabilisierung günstige Wirbelaufplatzen provoziert. Als Beispiel kann angegeben werden, dass die abströmseitigen Winkel θ_h und α_h etwa doppelt so gross sind wie sie anströmseitigen Winkel θ_v und α_v .

In Fig. 3 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 9 mit in Strömungsrichtung variierendem Pfeilwinkel $\alpha_v/2$

und $\alpha_h/2$ 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 Dall aufgezwungen.

Die Wirbel-Generatoren sind 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 Verbrennungsluft einzumischenden gasförmigen und/oder flüssigen Brennstoffs kann gemäss den Fig. 4 bis 6b vielfältig gestaltet sein.

Gemäss Fig. 4 erfolgt die Ausströmung in die Verbrennungsluft über Wandbohrungen 22a, die gestaffelt in den Längskanten 12 und 14 (oder zumindest in deren unmittelbaren Bereich) angeordnet sind. Der Brennstoff gelangt somit direkt in den entstehenden Wirbel, der im Einspritzbereich aufsteigend ist. Es herrschen hier definierte Strömungsverhältnisse vor.

Nach Fig. 5 entströmt der Brennstoff aus Einzelbohrungen 22b, die im Bereich der Spitze 18 des Wirbel-Generators angebracht ist. Hier wird das Mittel direkt in den voll ausgebildeten Wirbel eingedüst und zwar ebenfalls in dessen aufsteigenden Ast.

Bei der in Fig. 1a, 1b und 1b dargestellten Variante wird das Gas aus Wandbohrungen 22c eingedüst, welche sich in der Kanalwand 21 längs der Kante 15 des Wirbel-Generators befinden. Der Einspritzwinkel ist so gewählt (Fig. 1b), dass das Gas vor seiner Einmischung die Dachfläche des Wirbel-Generators als Film umströmt. Dieser "kalte" Film bildet für die Dachfläche eine Schutzschicht im Falle einer heissen Hauptströmung. Die Lösung nach Fig. 1 eignet sich besonders 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 über eine unmittelbar an der Kante 15 einmündende Einzelbohrung 22f eingedüst, vorzugsweise unter dem gleichen Einspritzwinkel wie das Gas. Auch dieses Öl verteilt sich vor seiner Vernebelung im Wirbel als Film über der Dachfläche.

Anstelle der Wandbohrungen 22c könnte auch ein hier nicht dargestellter Schlitz 22d verwendet werden, wie dies in der später zu beschreibenden Fig. 6b zu erkennen ist.

Die Fig. 6 bis 9 zeigen unterschiedliche Anordnungsvarianten für die beschriebenen Wirbel-Generatoren

Nach Fig. 6 ist der durchströmte Brennkammerkanal 20 von Rechteckform. Es wird darauf hingewiesen, dass die Form des durchströmten Kanals für die Wirkungsweise der Erfindung nicht wesentlich ist. Statt des gezeigten Rechtecks könnte es sich beim Kanal auch um ein Ringsegment handeln, d.h. die Wände wären gekrümmt. Die schmalen Begrenzungswände des durchströmten Querschnitts wären in diesem Fall radiale Rippen, die den Kreisring segmentieren. Die obige Aussage, dass die Seitenflächen senkrecht auf der Kanalwand stehen, muss in einem solchen Fall selbstverständlich relativiert werden. Massgebend ist, dass die auf der Symmetrielinie 17 liegende Verbindungskante 16 senkrecht auf der entsprechenden Wand steht. Im Fall von ringförmigen Wänden würde die Verbindungskante 16 somit radial ausgerichtet sein, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist.

In Fig. 6 sind an den beiden Schmalwänden des Rechtecks oder ggfs. an den radialen Rippen je ein Wirbel-Generator 9 angeordnet, die sich über die ganze Schmalseite erstrecken. Im Fall von Ringkanälen hat diese Anordnung, d.h. das Anstossen der Bodenfläche an einer Ecke, den Vorteil, dass die Brennstoffversorgung sowie ein Kühlmittel für die Wirbel-Generatoren aus den Längswänden erfolgen könnte und nicht über sonst notwendige hohle Rippen erfolgen müsste. Zusätzlich sind an den beiden Längswänden je ein Wirbel-Generator angeordnet. Diese Konfiguration ist von der Wirbelbildung her die bestmögliche. Zu erkennen ist aus Fig. 6b, dass hier Massnahmen getroffen sind, die zu unterschiedlicher Wirbelbildung beitragen. Es sind zunächst Wirbel-Generatoren unterschiedlicher Geometrie verwendet. Ferner sind die Wirbel-Generatoren der Längsseite mit ihrer Verbindungskante nicht in der gleichen Ebene angeordnet. Dies ist z.B. günstig, wenn inmitten der Spitzen Platz für die Unterbringung einer zentralen Brennstofflanze vorgesehen werden müsste.

Obschon die Wirbel-Generatoren im Verbund unterschiedliche Höhen aufweisen, ist ihre Höhe relativ zur Höhe des dem entsprechenden Wirbel-Generator zugeordneten Kanalteils zumindest annähernd gleich. In der Regel wird man die Höhe h der Verbindungskante 16 so mit der Kanalhöhe H 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 Verteilung 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.

Die Brennstoffzufuhr erfolgt in Fig. 6 für den Dualbetrieb aus den Öl- und Gasleitungen 25, die in der Wandung verlaufen. Das Eindüsen in den Kanal 20 erfolgt wie bei der in Fig. 1 beschriebenen Lösung, wobei statt einzelner Wandbohrungen hier für das Gas ein Schlitz 22f längs der Kante 15 vorgesehen ist.

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.

Um die Flamme zusätzlich zu stabilisieren, wird stromabwärts der Wirbel-Generatoren in der Ebene, in der die nicht dargestellte Zündung erfolgt, ein Diffusor 26, hier ein Stossdiffusor, angeordnet.

In Fig. 7 sind in einer kreisförmigen Brennkammer zwei "halbe" Wirbel-Generatoren symmetrisch angeordnet. Ihre gerade Längsseite liegt an der Wandung des zylindrischen Kanals an, während die gefeilte Seitenfläche in die Strömung hineinragt. Je nach Auslegung der Wirbel-Generatoren ist es möglich, dass die erzeugten Wirbel stromabwärts einen einzigen, den Kreisquerschnitt ausfüllenden Wirbel bilden, welcher der Strömung einen Drall aufzwingt. Das Eindüsen des Brennstoffs erfolgt wie bei der Lösung nach Fig. 6 über einem Wandschlitz 22d (Gas) und eine in der Mitte der

Kante 15 angeordnete Einzelbohrung 22f (Öl). Den Weg des Brennstoffs bis zu seiner Vermischung ist anhand der selbsterklärenden Pfeile dargestellt.

Die Fig. 8 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. 2 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. 8, dass die Wirbel-Generatoren am inneren Kanalring 21b eine kleinere Pfeilung α haben. Im Längsschnitt in Fig. 9 ist erkennbar, dass dies durch einen grösseren Anstellwinkel θ kompensiert werden könnte, wenn drallgleiche Wirbel im inneren und äusseren Ringquerschnitt erwünscht sind. Bei dieser Lösung werden, wie in Fig. 8 angedeutet, zwei Wirbelpaare mit jeweils kleineren Wirbeln erzeugt, was zu einer kürzeren Mischlänge führt.

Gemäss Fig. 9 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. Zum einen, wie dies durch Pfeile angedeutet ist, über Wandbohrungen in den Wirbel-Generatoren selbst nach der Methoden gemäss Fig. 4 und zum andern über Wandbohrungen 22e in der Kanalwand 21b hinter den Wirbel-Generatoren, wobei diese Wandbohrungen über eine Ringleitung versorgt werden können.

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. In Abweichung von den in Fig. 8 gezeigten Wirbel-Generatoren, deren Verbindungskanten auf einer gleichen Radialen liegen, könnten die Verbindungskanten von zwei gegenüberliegenden Wirbel-Generatoren auch um eine halbe Teilung versetzt sein. Dies würde die Wirbelstruktur stromabwärts der Wirbel-Generatoren dahingehend ändern, dass die seitengleichen erzeugten Wirbel dann den gleichen Drehsinn aufweisen und u.U. zu einem grossen Wirbel verschmelzen, der den ganzen Kanalquerschnitt ausfüllt.

Bezugszeichenliste

9	Wirbel-Generator
10	Dachfläche

11	Seitenfläche
12	Längskante
13	Seitenfläche
14	Längskante
5 15	quer verlaufenden Kante von 10
16	Verbindungskante
17	Symmetrielinie
18	Spitze
20	Kanal
10 21, a,b	Kanalwand
22, a,b,c,e	Wandbohrung für Gas
22, d	Wandschlitz
22, f	Wandbohrung für Öl
24	Brennstofflanze
15 25	Leitung
26	Diffusor
θ, v, h	Anstellwinkel
α, v, h	Pfeilwinkel
h	Höhe von 16
20 H	Kanalhöhe
L	Länge des Wirbel-Generators

Patentansprüche

- 25 1. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung in einer Brennkammer mit Vormischverbrennung, in welcher ein gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff in die Verbrennungsluft eingedüst wird. dadurch gekennzeichnet,
 - 30 - dass die Verbrennungsluft über Wirbel-Generatoren (9) geführt wird, von denen über der Breite oder dem Umfang des durchströmten Brennkammerkanals (20) mehrere nebeneinander angeordnet sind, und dass der Brennstoff im unmittelbaren Bereich der Wirbel-Generatoren (9) in den Kanal (20) eingeleitet wird,
 - 35 - 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,
 - 40 - dass die Seitenflächen (11, 13) mit einer gleichen Kanalwand (21) bündig sind und miteinander den in Strömungsrichtung variierenden Pfeilwinkel (α) einschliessen,
 - 45 - dass die Dachfläche (10) mit einer quer zum durchströmten Kanal (20) verlaufenden Kante (15) an der gleichen Kanalwand (21) anliegt wie die Seitenwände,
 - 50 - dass die längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche, die bündig sind mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen unter einem in Strömungsrichtung variierenden Anstellwinkel (θ) zur Kanalwand (21) verlaufen.

- und 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. 5
- 2. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im stromabwärtigen Teil des Wirbel-Generators (9) der Anstellwinkel (Θ , Θ_h) der Dachfläche (10, 10h) und/oder der Pfeilwinkel (α , α_h) der Seitenflächen (11, 11h und 13, 13h) so gewählt sind, dass noch im Bereich des Wirbel-Generators der von der Strömung erzeugte Wirbel aufplatzt. 10 15
- 3. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anstellwinkel (Θ) der Dachfläche (10) und/oder der Pfeilwinkel (α) der Seitenflächen (11, 13) des Wirbel-Generators (9) in Strömungsrichtung zunehmen. 20
- 4. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zunahme des Anstellwinkels der Dachfläche durch deren Unterteilung in zwei mit unterschiedlichen angestellten (Θ_v , Θ_h) Teilflächen (10v, 10h) vorgenommen wird, und dass die Zunahme des Pfeilwinkels der Seitenflächen durch deren Unterteilung in zwei mit unterschiedlichen gepfeilten (α_v , α_h) Teilflächen (11v, 11h, 13v, 13h) vorgenommen wird. 25 30 35
- 5. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zunahme des Anstellwinkels der Dachfläche (10) und/oder des Pfeilwinkel (α) der Seitenflächen (11, 13) von der quer zum durchströmten Kanal (20) verlaufenden Kante (15) bis zur Spitze (18) stetig vorgenommen wird. 40
- 6. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die von der Kanalwand (21) zur Spitze (18) verlaufende Verbindungskante (16) des Wirbel-Generators (9) zumindest annähernd scharf ausgebildet ist. 45 50
- 7. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis Höhe (h) der Verbindungskante (16) des Wirbel-Generators (9) zur Kanalhöhe (H) so gewählt ist, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators die volle Kanalhöhe oder die volle Höhe des dem Wirbel-Generator zugeordneten Kanalteils ausfüllt. 55
- 8. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass nur die eine der beiden Seitenflächen des Wirbel-Generators (9) mit in Strömungsrichtung variierendem Pfeilwinkel (α_v , α_h) versehen ist, während die andere Seitenfläche gerade ist und in Strömungsrichtung ausgerichtet ist.
- 9. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung 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, welche parallel zur Kanalachse verläuft.
- 10. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass 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 Kanalströmung zuerst beaufschlagte Kante ist.
- 11. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff über Wandbohrungen (22c, 22d) eingedüst wird, die sich in den Seitenwänden (11, 13) des Wirbel-Generators (9) im Bereich der längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche (10, 10v, 10h) befinden.
- 12. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff über Wandbohrungen (22e) eingedüst wird, die sich im Bereich der Spitze (18) des Wirbel-Generators (9) befinden. (Fig. 5)
- 13. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff über Brennstoffflanzen (24) eingedüst wird, deren Mündungen sich stromabwärts des Wirbel-Generators (9) im Bereich dessen Spitze (18) befinden.
- 14. Misch- und Flammenstabilisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur zusätzlichen Flammenstabilisierung stromabwärts der Wirbel-Generatoren (9) ein Diffusor (27) angeordnet ist.

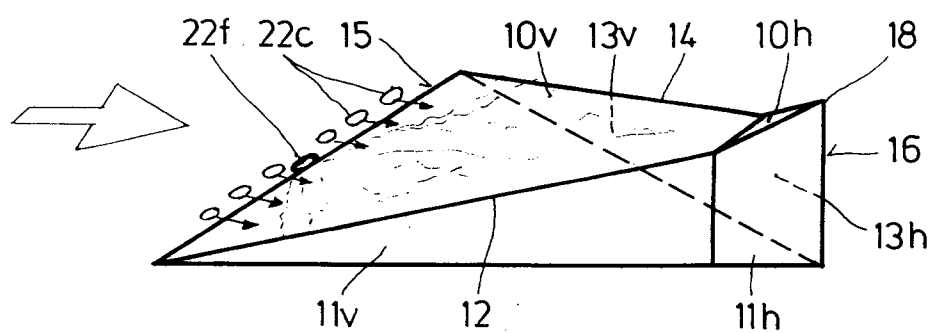


FIG. 1a

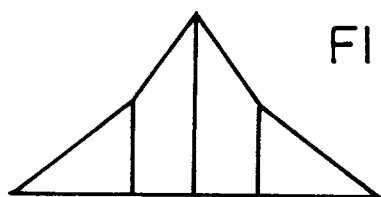


FIG. 1b

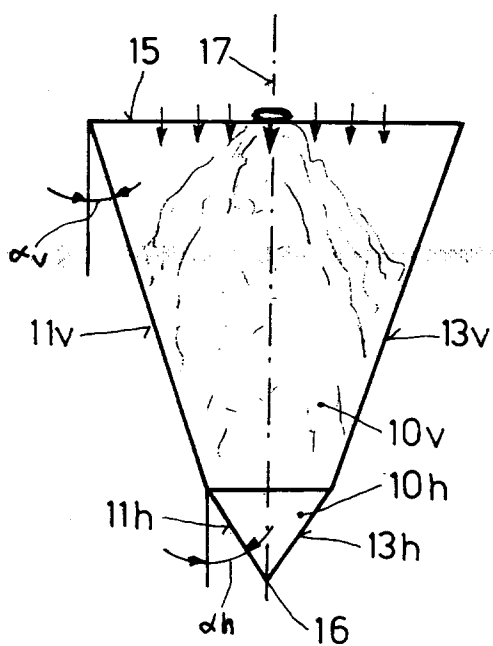


FIG. 1c

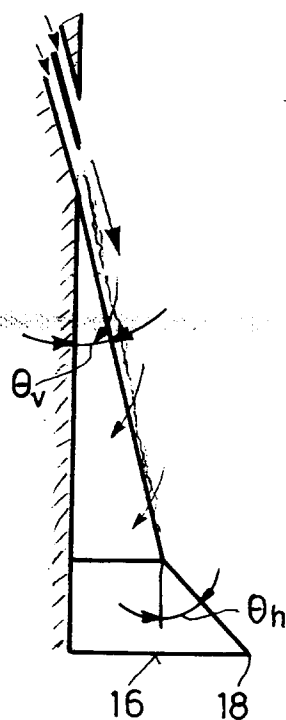


FIG. 1d

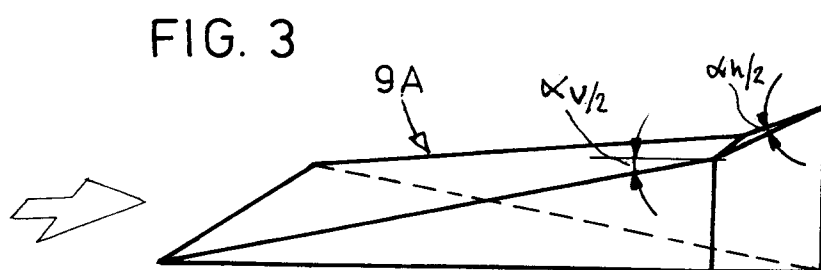


FIG. 3

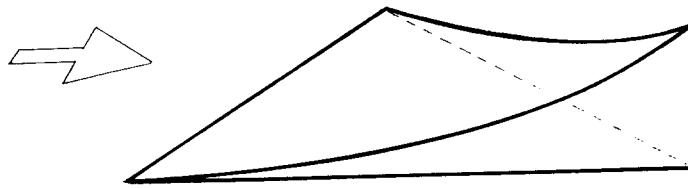


FIG. 2a

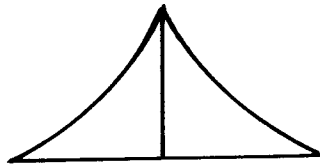


FIG. 2b

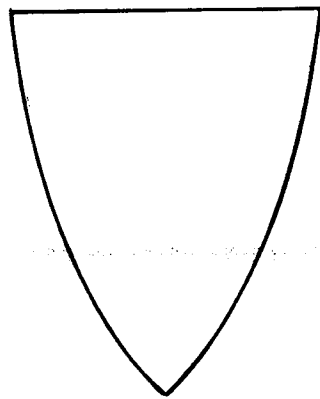


FIG. 2c



FIG. 2d

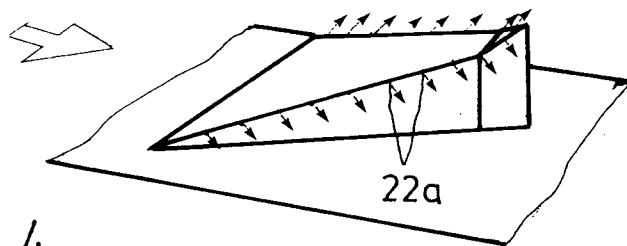


FIG. 4

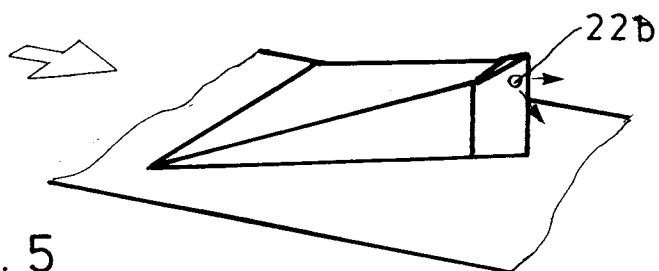


FIG. 5

FIG. 6a

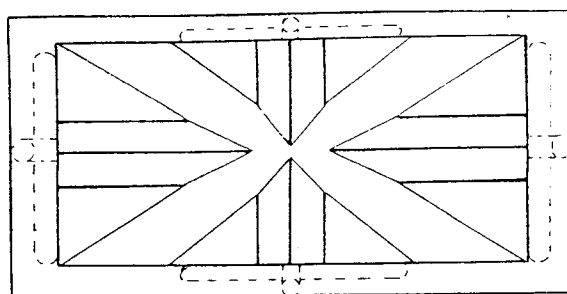


FIG. 6b

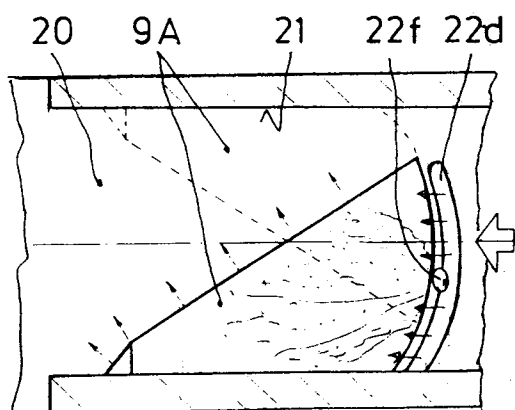
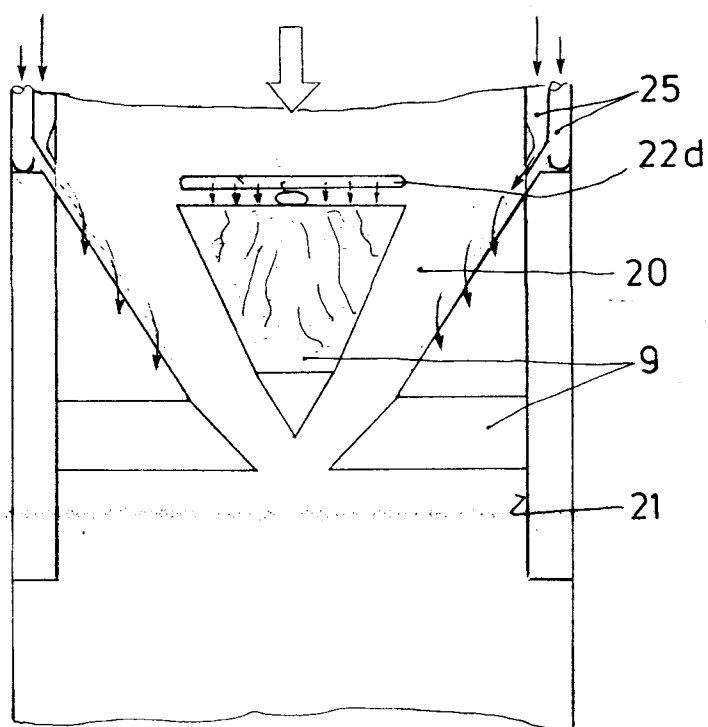


FIG. 7a

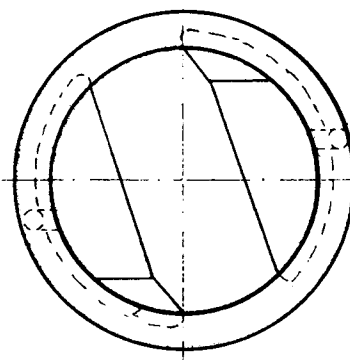


FIG. 7b

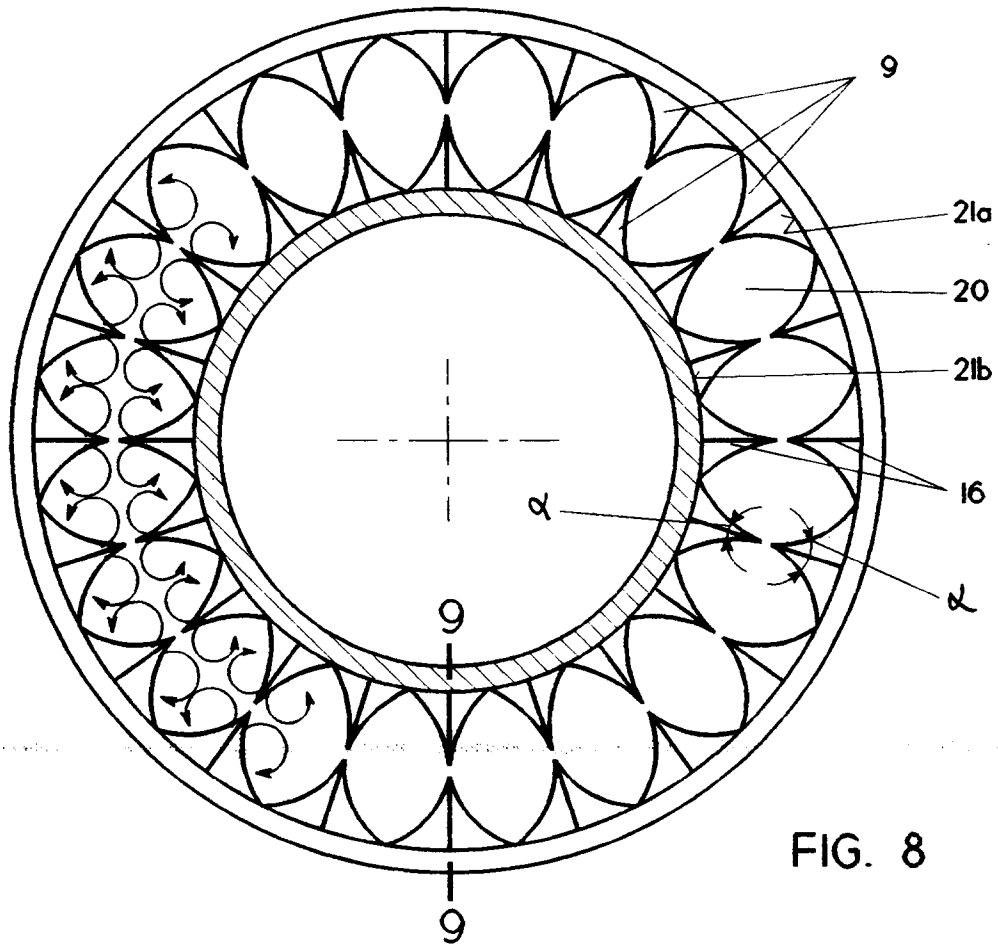


FIG. 8

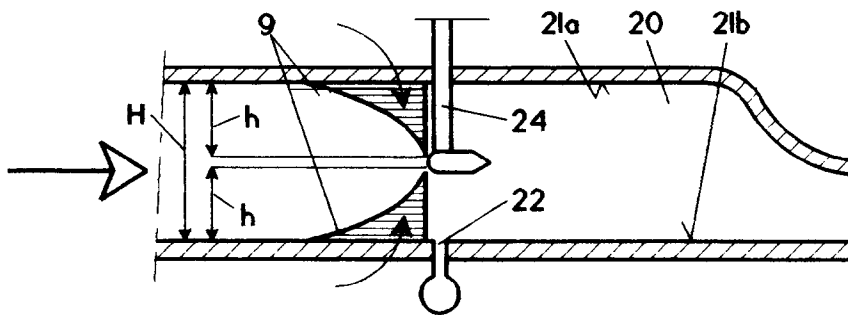


FIG. 9



European Patent
Office

EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number
EP 94 10 3385

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.5)
A	US-A-3 974 646 (MARKOWSKI) * column 3, line 32 - column 4, line 3; figure 1 * * column 4, line 65 - column 5, line 32; figures 5,6 * ---	1,14	F23R3/20 F15D1/00
A	DE-A-35 34 268 (DEUTSCHE FORSCHUNGS- UND VERSUCHSANSTALT FÜR LUFT UND RAUMFAHRT) * abstract * * column 6, line 23 - line 39; figure 2 * ---	1,9,10	
A	GB-A-2 216 999 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) -----		
			TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.5)
			F23R F15D
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search THE HAGUE		Date of completion of the search 16 June 1994	Examiner Christensen, J
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document		T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons & : member of the same patent family, corresponding document	