



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
08.05.1996 Patentblatt 1996/19

(51) Int Cl. 6: **F23D 14/02**, F23D 17/00,  
F23D 14/18

(21) Anmeldenummer: **95810645.2**

(22) Anmeldetag: **17.10.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

• **Senior, Peter, Dr.**  
**Leicester LE8 5PY (GB)**

(30) Priorität: **05.11.1994 DE 4439619**

(74) Vertreter: **Pöpper, Evamaria et al**  
**ABB Management AG,**  
**TEI-Immaterialgüterrecht,**  
**Wiesenstrasse 26**  
**CH-5401 Baden (CH)**

(71) Anmelder: **ABB RESEARCH LTD.**  
**CH-8050 Zürich 11 (CH)**

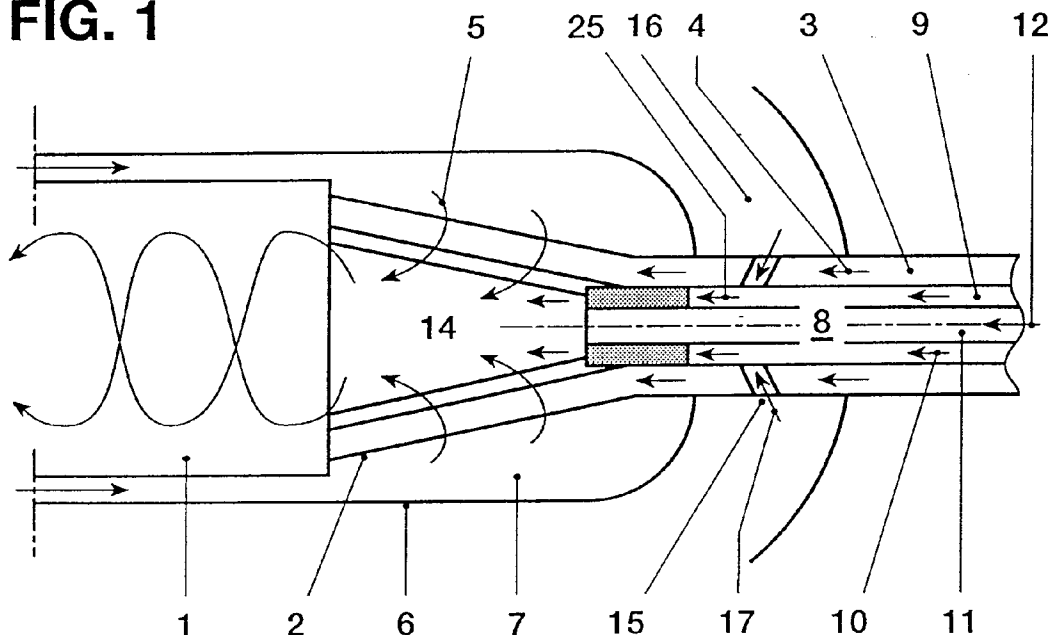
(72) Erfinder:  
• **Griffin, Timothy, Dr.**  
**CH-5400 Ennetbaden (CH)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Betrieb eines Vormischbrenners**

(57) Bei einem Verfahren zum Betrieb eines mittels vortex breakdown stabilisierten schadstoffarmen Vormischbrenners (2), insbesondere eines Brenners der Doppelkegelbauart, mit gasförmigen Brennstoffen (4, 10), wobei dem Brenner (2) das Hauptbrenngas (4) über ein stoffschlüssig mit dem Brenner (2) verbundenes Hauptgasrohr (3) und das Pilotgas (10) in Achsnähe des Brenners (2) über eine separate Zuführleitung (9) mittels einer austauschbar eingeschobenen Brennstofflan-

ze (8) zugeführt werden und wobei das Pilotgas (10) innerhalb der Brennstofflanze (8) mit aus einem Plenum (16) ausserhalb der Brennerhaube (6) zugeführter Luft (17) vermischt wird, wird das Pilotgas/Luft-Gemisch (25) einem innerhalb der Brennstofflanze (8) an der Spitze des Brenners (2) angeordneten Katalysator (21) zugeführt, dort gezündet und verbrannt. Danach wird diese Heissgasströmung der kälteren Hauptbrennerströmung im Brennerinnenraum (14) zugemischt.

**FIG. 1**



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betrieb eines Vormischbrenners, insbesondere eines mittels vortex breakdown stabilisierten Brenners der Doppelkegelbauart, welcher insbesondere mit gasförmigen Brennstoffen betrieben und vorzugsweise in Gasturbinenbrennkammern eingesetzt wird. Die Vorrichtung bezieht sich dabei auf die Brennstoffzuführung.

### Stand der Technik

Bei Vormischbrennern, wie beispielsweise dem Doppelkegelbrenner nach EP 0 321 809, wird das aerodynamische Phänomen des vortex breakdown benutzt, um die heissen Abgase zu rezirkulieren und damit das Brennstoff/Luft-Gemisch für eine schadstoffarme Verbrennung zu stabilisieren. Ein vortex breakdown entsteht dann, wenn ein axial-symmetrischer, sich vorwärts ausbreitender Wirbel instabil wird und eine Rückströmzone in der Achse schafft.

Die Vormischbrenner werden für typische Gasturbinenarbeitsweisen üblicherweise so ausgelegt, dass ihr Brennstoff/Luft-Verhältnis die geringsten NOx-Emissionen beim Betrieb unter Vollast liefert. Sie werden deshalb nahe der mageren Löschgrenze betrieben, ihr Regelbereich ist stark eingeschränkt.

Bei Teillast der Gasturbine oder bei geringerer Brennstoffzufuhr ist es deshalb zur Aufrechterhaltung der Verbrennung erforderlich, einzelne Brenner abzuschalten, damit die restlichen Brenner weiter stabil betrieben werden können oder es muss eine Reduktion des Verbrennungsluftmassenstromes erfolgen.

Eine Erhöhung des Gebietes der Flammenstabilität würde die Notwendigkeit bzw. die erforderliche Genauigkeit solcher Massnahmen verringern und dabei die Leistung der Gasturbine beträchtlich erhöhen.

Eine Möglichkeit zur Erweiterung des Stabilitätsbereiches der Vormischbrenner ist das in Achsnähe erfolgende zusätzliche Eindüsen von Pilotgas, so dass die Brenngase angefettet werden.

Zum wahlweisen Betrieb eines Brenners mit gasförmigem oder flüssigem Brennstoff ist ein Verfahren bekannt, bei dem das alternativ zum Pilotgas verwendete Brennöl durch Eindüsung von Luft in Achsnähe des Brenners zerstäubt wird. Die Luftdüsung erfolgt auch beim Pilotbetrieb mit Gas, bei dem aber keine Zerstäubung notwendig ist. Diese zusätzliche Luft destabilisiert die Pilotgasflamme und setzt damit die magere Löschgrenze der Flamme herab. Deshalb wurden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines kombinierten Brenners für flüssige und gasförmige Brennstoffe entwickelt, bei welchem die Zerstäubung des flüssigen Brennstoffes in einer Airblast-Düse erfolgt und der gasförmige Brennstoff im Brennerinnenraum in Achsnä-

he des Brenners durch die Zuführung von Pilotgas angefettet wird, bei denen der Zustrom der Gebläseluft in den Brennerinnenraum gesteuert wird. So wird beim Betrieb mit gasförmigen Brennstoff der Zustrom der Gebläseluft in den Brennerinnenraum abgedrosselt, beispielsweise durch das Einführen von Pilotgas in die Gebläseluft.

### Darstellung der Erfindung

Die Erfindung versucht, all diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem mittels vortex breakdown stabilisierten, mit gasförmigen Brennstoffen betriebenen Vormischbrenner für eine Gasturbinenbrennkammer mit einfachen Mitteln das Gebiet der Flammenstabilität zu vergrössern, so dass der Vormischbrenner auch problemlos unter Teillastbedingungen bzw. bei sehr mageren Hauptbrennstoff/Verbrennungsluft-Gemischen arbeitet.

Erfindungsgemäss wird dies bei einem Verfahren gemäss Oberbegriff des Patentanspruches 1 dadurch erreicht, dass das Pilotgas/Luft-Gemisch einem innerhalb der Brennstofflanze an der Spitze des Brenners angeordneten Katalysator zugeführt wird, dort gezündet und verbrannt wird und die Heissgasströmung danach der kälteren Hauptbrennerströmung im Brennerinnenraum zugemischt wird.

Erfindungsgemäss wird das bei einer Brennstoffzuführung für einen mittels vortex breakdown stabilisierten schadstoffarmen Vormischbrenner, insbesondere einem Brenner der Doppelkegelbauart, gemäss Oberbegriff des Patentanspruches 4 dadurch erreicht, dass das Zuführmittel für das Pilotgas und die Pilotluft eine in der Brennstofflanze angeordnete Strahlpumpe ist und dass am Ende der Brennstofflanze an der Brennerspitze ein Katalysator ringförmig zwischen dem Zuführkanal für den Flüssigbrennstoff und dem Hauptgaskanal angeordnet ist.

Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem darin zu sehen, dass das Gebiet der Flammenstabilität für einen mittels vortex breakdown stabilisierten Vormischbrenner in Richtung magerer Brennstoff/Luft-Gemische verschoben wird und der Wirkungsgrad der Anlage erhöht wird. Der Katalysator setzt die Verbrennung ohne NOx-Erzeugung in Gang und die entstehende heisse Strömung mischt sich mit der kälteren Hauptbrennerströmung. Dadurch wird eine weitere homogene Reaktion verzögert. Die katalytische Zündung wird also mit einer Heissströmungsflammenstabilisierung verbunden.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass auf Grund der Anordnung des Katalysators in der austauschbaren Brennstofflanze auch der Katalysator sehr schnell ersetzt werden kann, falls Betriebssicherheitsprobleme auftreten. Ausserdem kann auch eine Brennstofflanze für einen sich bereits in Betrieb befindenden Brenner einer Gasturbinenanlage problemlos mit dem Katalysator nachgerüstet werden.

Es ist besonders zweckmässig, wenn das Pilotgas unter Druck mittels einer in die Brennstofflanze integrierten Strahlpumpe eingebracht wird und seine Druckenergie dazu benutzt wird, eine ausreichende Menge Verbrennungsluft aus dem Plenum ausserhalb der Brennerhaube in die Brennstofflanze einzubringen und diese mit dem Pilotgas vorzumischen, weil dadurch eine gute Vermischung von Pilotbrennstoff und Verbrennungsluft erzielt wird und eine günstige Hochdruckverbrennung des gasförmigen Brennstoff/Luft-Gemisches erreicht wird.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Verbrennungsluft der Brennstofflanze verdrallt zugeführt wird, weil dadurch ebenfalls die Vermischung zwischen Pilotbrennstoff und Verbrennungsluft besser stattfindet.

Schliesslich sind mit Vorteil zwischen dem Katalysator und dem Zuführkanal für den Flüssigbrennstoff bzw. zwischen dem Katalysator und dem Hauptgaskanal Kühlringräume angeordnet. Dadurch wird eine Überhitzung des Katalysators und der Brennstofflanze bzw. des Brenners verhindert.

Weiterhin ist es zweckmässig, wenn ein aktiver Katalysator, vorzugsweise Palladiumoxid PdO, Platin, Metalloxidgemische oder Bariumhexaaluminate verwendet werden, wobei als Katalysatorträger ein Wabenkörper mit geeigneter Zellendichte oder Pellets einsetzbar ist.

### Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand eines Vormischbrenners der Doppelkegelbauart für eine Gasturbinenbrennkammer dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 einen Teillängsschnitt der Brennkammer und des Doppelkegelbrenners;
- Fig. 2 einen vergrösserten Teillängsschnitt des Doppelkegelbrenners im Bereich der Kegelspitze und der Brennstofflanze;
- Fig. 3 einen vergrösserten Teillängsschnitt der Brennstofflanze im Düsenbereich;
- Fig. 4 einen Teilquerschnitt gemäss Fig. 3.

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

### Weg zur Ausführung der Erfindung

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und der Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt einen Teillängsschnitt einer Gasturbinenbrennkammer 1 mit einem Vormischbrenner 2. Dieser Vormischbrenner ist ein schadstoffarmer Doppelkegelbrenner, der in seinem prinzipiellen Aufbau beispiels-

weise in EP-B1-0 321 809 beschrieben wird. Er besteht im wesentlichen aus zwei hohlen, sich zu einem Körper ergänzenden Teilkegelkörpern mit tangentialen Lufteintrittsschlitzen, wobei die Mittelachsen der Teilkegelkörper eine sich in Strömungsrichtung erweiternde Kegelnegung aufweisen und in Längsrichtung zueinander versetzt verlaufen. Die beiden Teilkegelkörper weisen je eine Brennstoffleitung 3 zur Zuführung des gasförmigen Hauptbrennstoffes 4 auf, welcher der durch die tangentialen Lufteintrittsschlitze strömenden Verbrennungsluft 5 zugemischt wird.

Die Verbrennungsluft 5 dient vor ihrer Mischung mit dem Hauptbrenngas 4 als Kühlluft der Brennkammer 1. Diese sammelt sich dann wiederum in einem sich innerhalb der Brennerhaube 6 befindenden Plenum 7 an, bevor sie mit dem Hauptbrennstoff vermischt wird. Die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft erfolgt direkt am Ende der Lufteintrittsschlitze.

Die Brennstofflanze 8 ist leicht austauschbar und enthält Zuführmittel 9 für den gasförmigen Pilotbrennstoff 10, Zuführmittel 11 für einen eventuell einsetzbaren flüssigen Brennstoff 12, der durch eine Düse 13, beispielsweise eine Dralldüse oder einen Druckzerstäuber, in den Brennerinnenraum 14 gestäubt wird, und Zuführmittel 15 für aus einem Plenum 16 ausserhalb der Brennerhaube 6 zugeführte Pilotluft 17.

Fig. 2 zeigt zwecks genauerer Darstellung einen vergrösserten Teillängsschnitt des Doppelkegelbrenners im Bereich der Kegelspitze und der Brennstofflanze.

Der Hauptbrennstoff 4 strömt in der Zuführleitung 3 in den Doppelkegelbrenner und mischt sich mit der Verbrennungsluft 15, die durch die von den Teilkegelkörpern 18, 19 gebildeten Lufteintrittsschlitze 20 in den Brennerinnenraum des Doppelkegelbrenners 2 strömt. Die Zündung des Brennstoff/Luft-Gemisches erfolgt erst an der Spitze der Rückströmzone, so dass dort eine stabile Flammenfront entsteht. Die Flamme schlägt nicht ins Innere des Brenners zurück.

Innerhalb der Brennstofflanze 8 ist an der Spitze des Kegels erfindungsgemäss ein Katalysator 21 angeordnet. Er befindet sich ringförmig zwischen dem Zuführkanal 11 für Flüssigbrennstoff 12 und dem Zuführkanal 3 für den Hauptbrennstoff 4. Stromauf des Katalysators 21 ist eine Strahlpumpe 22 in der Brennstofflanze 8 angeordnet. Mittels dieser in die Brennstofflanze 8 integrierten Strahlpumpe 22 wird das Pilotgas 10 unter Druck in die Lanze eingebracht. Gleichzeitig wird seine Druckenergie dazu benutzt, eine ausreichende Menge Pilotluft 17 aus dem Plenum 16 ausserhalb der Brennerhaube 6 einzubringen und diese mit dem Pilotbrennstoff gut vorzumischen. Durch Einbau von Wirbelelementen in den Zuführkanal 15 der Pilotluft 17 kann eine weitere vorteilhafte Vermischung erreicht werden. Das Pilotbrennstoff/Luft-Gemisch 25 strömt danach dem an der Spitze des Doppelkegelbrenners angeordneten Katalysator 21 zu. Der Katalysator initiiert nunmehr die Verbrennung, wobei kaum messbare NOx-Emissionen ent-

stehen. Die durch den Katalysator erzeugte Heissgasströmung mischt sich im Brennerinnenraum 14 mit der kälteren Hauptbrennerströmung und verbessert dadurch die Stabilität der Hauptflamme.

Das Gebiet der Flammenstabilität wird wesentlich erweitert, indem die katalytische Zündung mit einer Heissgasströmungsflammenstabilisierung verknüpft wird.

Wie deutlich aus den Fig. 2 bis 4 zu erkennen ist, sind zwischen dem Katalysator 21 und dem Zuführkanal 11 für einen eventuell benutzten Flüssigbrennstoff 12, sowie zwischen dem Katalysator 21 und dem Zuführkanal 3 des Hauptgases 4 schmale Kühlringräume 23 angeordnet. Diese dienen dazu, eine Überhitzung des Katalysators 21 und der Brennstofflanze 8 zu verhindern.

Als Katalysator 21 wird ein Material eingesetzt, welches eine möglichst hohe katalytische Aktivität bei ausreichender thermischer Stabilität gewährleistet. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von Palladiumoxid PdO als Katalysator 21, da es das aktivste Material für die Zündung der Methanoxidation ist.

Selbstverständlich können in anderen Ausführungsbeispielen auch andere thermisch stabile, im Vergleich zu PdO katalytisch etwas weniger aktive Materialien verwendet werden, beispielsweise Platin, Metalloxidgemische (wie Perovskite, Spinelle) oder Bariumhexaaluminate.

Aus Fig. 4 ist eine mögliche Struktur des Katalysatorträgers zu entnehmen. Der Katalysator 21 ist in einem Wabenkörper 24 angeordnet, wobei die Zellendichte des Wabenkörpers 24 unterschiedlichen Beanspruchungsbedingungen angepasst werden kann. Die Auslegung hat so zu erfolgen, dass eine genügend grosse Katalysatorfläche zur Verfügung steht.

Der Katalysator 21 kann schnell und problemlos ausgewechselt werden. Ausserdem lassen sich die Brennstoffflanzen 8 bereits vorhandener Brenner 2 gut mit diesem Katalysator 21 und der Strahlpumpe 22 nachrüsten.

Das bisherige Ausführungsbeispiel bezog sich auf einen Brenner 2, der mit gasförmigen Brennstoffen 4, 10 betrieben wird. Die Erfindung ist aber auch einsetzbar für den Kombi-Betrieb bzw. für den Betrieb mit flüssigem Brennstoff 12. Dann ist zwar das Einbringen von Pilotgas 10 in die Brennstofflanze 8 nicht notwendig, aber dafür wird mit der Strahlpumpe 22 zusätzliche Luft 17 eingepumpt, die beispielsweise bei Teillastbetrieb zusätzlich zur Zerstäubung des flüssigen Brennstoffes 12 eingesetzt werden kann. Allerdings hat dann der Katalysator 21 seine eigentliche Funktion verloren; er stört aber auch nicht den Betriebsablauf.

#### Bezugszeichenliste

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1 | Brennkammer                 |
| 2 | Brenner                     |
| 3 | Brennstoffleitung           |
| 4 | gasförmiger Hauptbrennstoff |

- |    |  |
|----|--|
| 5  | Verbrennungsluft                               |
| 6  | Brennerhaube                                   |
| 7  | Plenum innerhalb der Brennerhaube              |
| 8  | Brennstofflanze                                |
| 5  | 9 Zuführmittel für gasförmigen Pilotbrennstoff |
| 10 | gasförmiger Pilotbrennstoff                    |
| 11 | Zuführmittel für flüssigen Brennstoff          |
| 12 | flüssiger Brennstoff                           |
| 13 | Düse   |
| 10 | 14 Brennerinnenraum                            |
| 15 | 15 Zuführmittel für Pilotluft                  |
| 16 | Plenum ausserhalb der Brennerhaube             |
| 17 | Pilotluft                                      |
| 18 | Teilkegelkörper                                |
| 15 | 19 Teilkegelkörper                             |
| 20 | 20 Lufteintrittsschlitz                        |
| 21 | Katalysator                                    |
| 22 | Strahlpumpe                                    |
| 23 | Kühlringraum                                   |
| 20 | 24 Wabenkörper                                 |
| 25 | 25 Pilotgas/Luft-Gemisch                       |

#### Patentansprüche

- |    |    |  |
|----|----|--|
| 25 | 1. | Verfahren zum Betrieb eines mittels vortex breakdown stabilisierten schadstoffarmen Vormischbrenners (2), insbesondere eines Brenners der Doppelkegelbauart, mit gasförmigen Brennstoffen (4, 10), wobei dem Brenner (2) das Hauptbrenngas (4) über ein stoffschlüssig mit dem Brenner (2) verbundenes Hauptgasrohr (3) und das Pilotgas (10) in Achsnähe des Brenners (2) über eine separate Zuführung (9) mittels einer austauschbar eingeschobenen Brennstofflanze (8) zugeführt werden und wobei das Pilotgas (10) innerhalb der Brennstofflanze (8) mit aus einem Plenum (16) ausserhalb der Brennerhaube (6) zugeführter Luft (17) vermischt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Pilotgas/Luft-Gemisch (25) einem innerhalb der Brennstofflanze (8) an der Spitze des Brenners (2) angeordneten Katalysator (21) zugeführt wird, dort gezündet und verbrannt wird und die Heissgasströmung danach der kälteren Hauptbrennerströmung im Brennerinnenraum (14) zugemischt wird. |
| 30 |    |  |
| 35 |    |  |
| 40 |    |  |
| 45 | 2. | Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Pilotgas (10) unter Druck mittels einer in die Brennstofflanze (8) integrierten Strahlpumpe (22) eingebracht wird und seine Druckenergie dazu benutzt wird, eine ausreichende Menge Verbrennungsluft (17) aus dem Plenum (16) ausserhalb der Brennerhaube (6) in die Brennstofflanze (8) einzubringen und diese mit dem Pilotgas (10) vorzumischen.  |
| 50 |    |  |
| 55 | 3. | Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungsluft (17) der Brennstoff-  |

lanze (8) verdraht zugeführt wird.

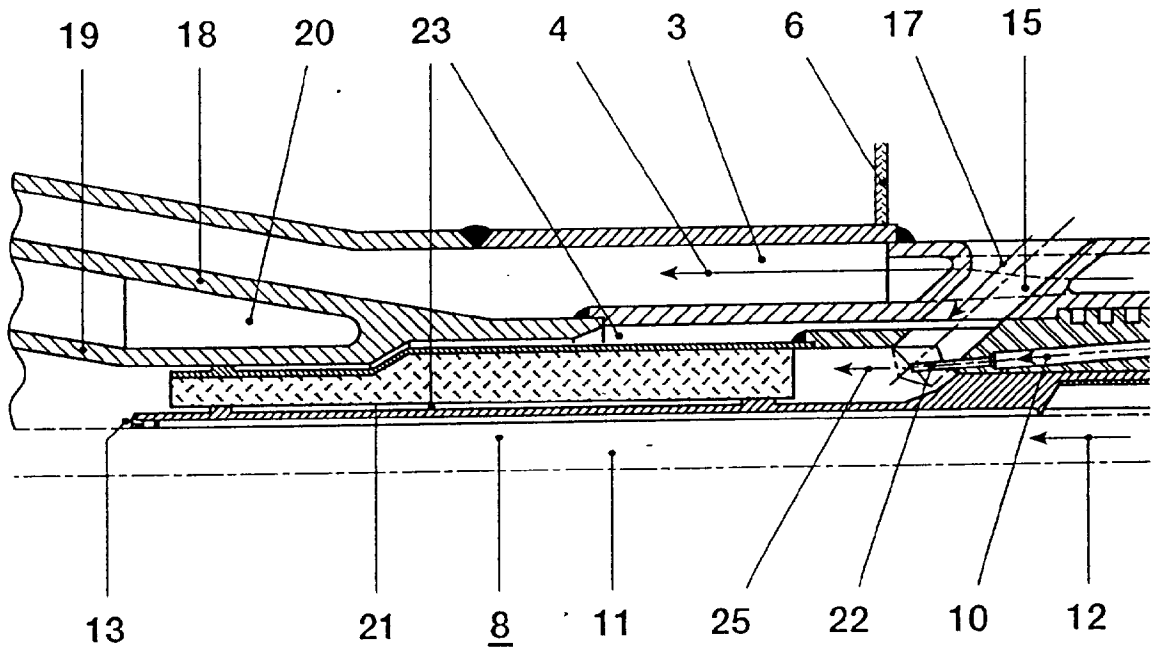
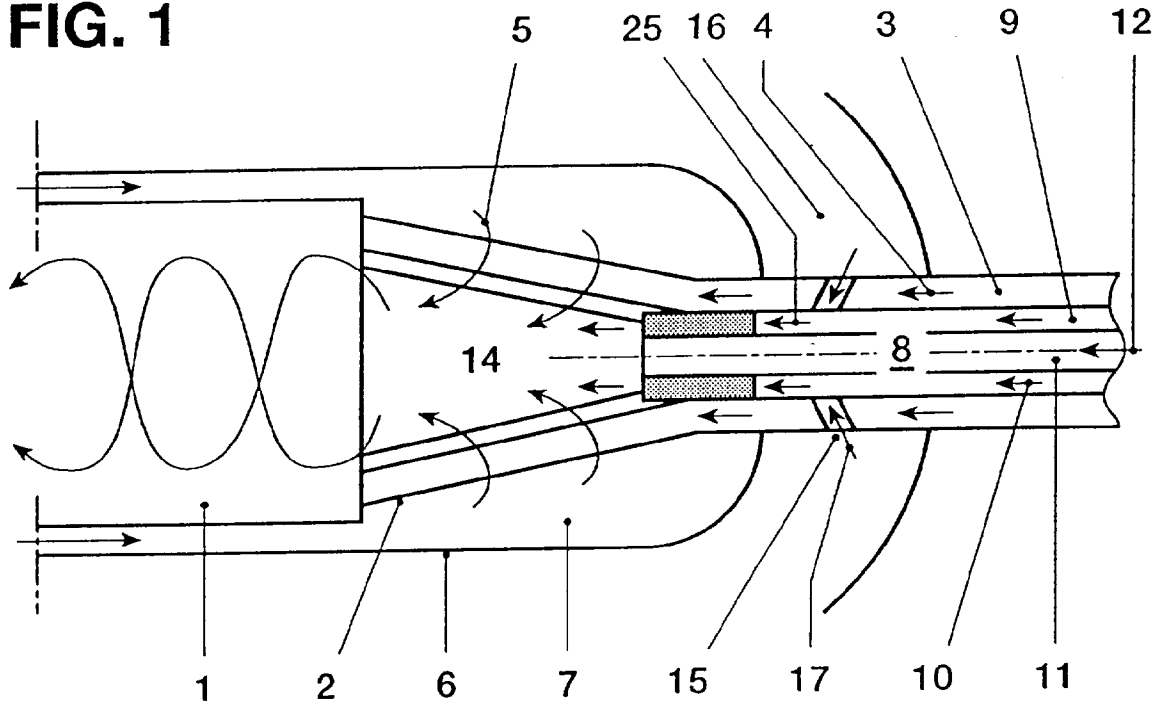
4. Brennstoffzuführung für einen mittels vortex break-down stabilisierter schadstoffarmen Vormischbrenner (2), insbesondere Doppelkegelbrenner, wobei das Hauptgasrohr (3) für den gasförmigen Brennstoff (4) mit dem Brenner (2) stoffschlüssig verbunden ist und eine leicht austauschbare Brennstofflanze (8) mit Zuführungsmitteln (9, 11, 15) für Brennstoffe (10, 12) und Verbrennungsluft (17) im Hauptgasrohr (3) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführungsmittel (9, 15) für das Pilotgas (10) und die Pilotluft (17) mit einer in der Brennstofflanze (8) angeordneten Strahlpumpe (21) verbunden sind und dass am Ende der Brennstofflanze (8) an der Brennerspitze ein Katalysator (21) ringförmig zwischen dem Zuführkanal (11) für den Flüssigbrennstoff (12) und dem Hauptgaskanal (3) angeordnet ist.
5. Brennstoffzuführung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Katalysator (21) und dem Zuführkanal (11) für den Flüssigbrennstoff (12) bzw. zwischen dem Katalysator (21) und dem Hauptgaskanal (3) Kühlringräume (23) angeordnet sind.
6. Brennstoffzuführung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Katalysator (21) aktives Material, vorzugsweise Palladiumoxid, Platin, Metalloxidgemische oder Bariumhexaaluminate verwendet werden.
7. Brennstoffzuführung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Katalysatorträger ein Wabenkörper (24) mit geeigneter Zellendichte verwendet wird.
8. Brennstoffzuführung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Katalysatorträger Pellets verwendet werden.

45

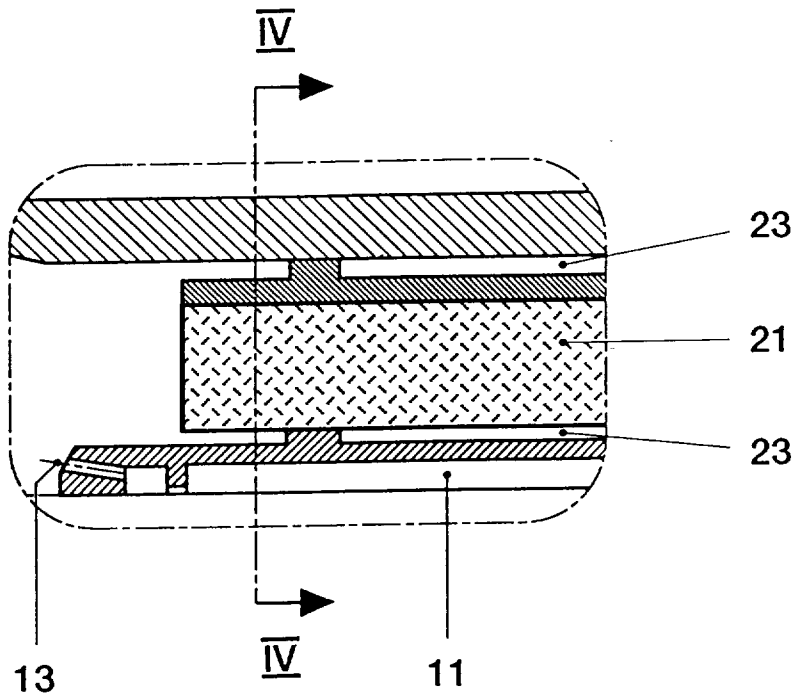
50

55

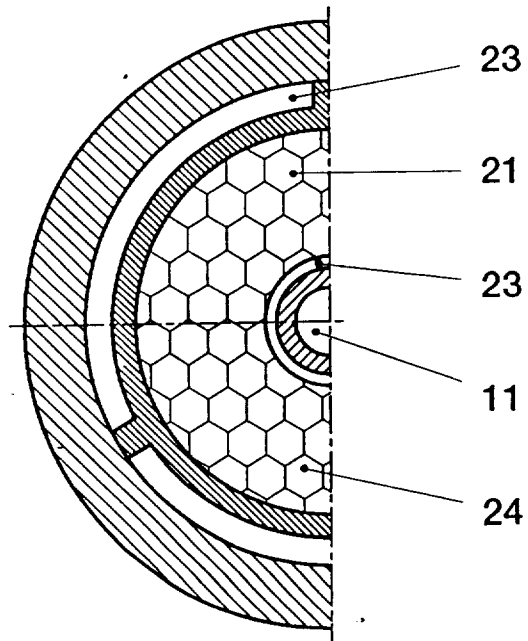
**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**