

(19)



(11)

EP 2 225 488 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.07.2013 Patentblatt 2013/29

(51) Int Cl.:
F23C 7/00 ^(2006.01) **F23D 11/40** ^(2006.01)
F23D 17/00 ^(2006.01) **F23R 3/28** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08853497.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/065116

(22) Anmeldetag: **07.11.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/068425 (04.06.2009 Gazette 2009/23)

(54) **VORMISCHBRENNER FÜR EINE GASTURBINE**

PREMIX BURNER FOR A GAS TURBINE

BRÛLEUR À PRÉMÉLANGE POUR UNE TURBINE À GAZ

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **27.11.2007 CH 18382007**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.09.2010 Patentblatt 2010/36

(73) Patentinhaber: **Alstom Technology Ltd
5400 Baden (CH)**

(72) Erfinder: **EROGLU, Adnan
CH-5417 Untersiggenthal (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 833 105 EP-A- 1 213 536
WO-A-03/056241 WO-A-2005/121648
WO-A-2006/058843 WO-A-2006/069861
DE-A1- 10 104 695 DE-A1- 19 757 189
DE-A1-102005 015 152**

EP 2 225 488 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung**Technisches Gebiet**

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Vormischbrenner mit einem Drallerzeuger und einem nachgeschalteten Mischrohr für die Verbrennung mindestens eines Brennstoffes resp. für den Betrieb mit einem oder mehreren Brennstoffen, insbesondere zur Verwendung in einer Gasturbine. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Vormischbrenners.

10 **Stand der Technik**

[0002] Brenner zur Verbrennung von flüssigem und/oder gasförmigem Brennstoffen, insbesondere zur Verwendung in einer Gasturbine, sind bekannt, welche einerseits eine hohe Stabilität beim Betrieb aufweisen, und andererseits in Bezug auf die NO_x-Werte gute Eigenschaften aufweisen.

15 **[0003]** So ist aus der EP-A1-321809 der so genannte EV-Brenner bekannt geworden. Der dort beschriebene Vormischbrenner ist ein aus mehreren Schalen bestehender, kegelförmiger Brenner, ein sogenannter Doppelkegelbrenner, zur Erzeugung einer geschlossenen Drallströmung im Kegelpfopf, welche aufgrund des zunehmenden Dralls entlang der Kegelspitze instabil wird und in eine annuläre Drallströmung mit Rückströmung im Kern übergeht. Brennstoffe, wie beispielsweise gasförmige Brennstoffe, werden entlang der durch die einzelnen benachbarten Schalen gebildeten Kanäle, auch Lufteintrittsschlitze genannt, eingedüst und homogen mit der Luft vermischt, bevor die Verbrennung durch Zündung am Staupunkt der Rückströmzone oder Rückströmblase einsetzt, welche die Funktion eines vorrichtungsfreien Flammenhalters erfüllt. Flüssige Brennstoffe werden vorzugsweise über eine zentrale Düse am Brennerkopf eingedüst und verdampfen dann im Kegelhohlraum. Eine weitere gewichtige Entwicklung auf dem Gebiet der Vormischbrenner betrifft den sogenannten AEV-Brenner, wie er beispielsweise aus EP-A1-704 657 bekannt geworden ist. Der vorgeschlagene Brenner weist kopfseitig einen Drallerzeuger auf, der die aerodynamischen Grundprinzipien des oben bereits beschriebenen EV-Brenners, beispielsweise gemäß EP-A1-0 321 809, benutzt. Dieser Drallerzeuger ist stromauf einer Mischstrecke angeordnet, deren Aufbau weiter unten noch näher erläutert wird. Grundsätzlich ist aber auch der Einsatz eines axialen oder radialen Drallerzeugers möglich. Des Weiteren ist es auch möglich, einen Drallerzeuger vorzusehen, welcher aus einem zylindrischen oder quasi-zylindrischen Rohr besteht, in welches die Luft über ähnliche Längsschlitze wie beim EV-Drallerzeuger ins Innere des Rohres strömt, wobei die erwünschte Drallbildung der Luft zur Maximierung der angestrebten Vormischung mit einem an passender Stelle eingedüsten Brennstoff durch einen konisch verlaufenden Innenkörper erfolgt, wobei sich dieser Innenkörper in Strömungsrichtung konisch verjüngt, womit auch hier die Voraussetzungen für eine effiziente Drallströmung gegeben sind. Sowohl alle hier genannten Ausführungsformen für die Drallerzeugung als auch die genannten Drallschriften sind einen integrierenden Bestandteil dieser Beschreibung.

35 **[0004]** Die Mischstrecke selbst besteht vorzugsweise aus einem rohrförmigen Mischelement, im folgenden Mischrohr genannt, welches ein perfektes Vormischen des eingesetzten oder der eingesetzten Brennstoffe gestattet. Die Strömung aus dem Drallerzeuger wird dabei nahtlos in das Mischrohr übergeführt. Dies geschieht durch eine Übergangsgeometrie, die aus Übergangskanälen besteht, welche die Kopfpfarte dieses Mischrohres bilden, und welche, wie bereits angedeutet, die Strömung in den anschliessenden effektiven Durchflussquerschnitt des Mischrohres überführen. Diese an sich verlustfreie Strömungseinleitung zwischen Drallerzeuger und Mischrohr verhindert zunächst die unmittelbare Bildung einer Rückströmzone am Ausgang des Drallerzeugers. Zunächst wird die Drallstärke im Drallerzeuger über seine Geometrie so gewählt, dass das Aufplatzen des Wirbels nicht im Mischrohr, sondern weiter stromab am Brennkammereintritt erfolgt, wobei die Länge dieses Mischrohres so dimensioniert ist, dass sich eine ausreichende Mischungsgüte für alle Brennstoffarten ergibt. Ist beispielsweise der eingesetzte Drallerzeuger nach den Grundzügen des Doppelkegelbrenners aufgebaut, so ergibt sich die Drallstärke aus der Auslegung des entsprechenden Kegelwinkels, der Lufteintrittsschlitze und deren Anzahl. Im Mischrohr selbst besitzt das Axialgeschwindigkeits-Profil ein ausgeprägtes Maximum auf der Achse und verhindert dadurch Rückzündungen in diesem Bereich. Die Axialgeschwindigkeit fällt zur Wand hin ab. Um Rückzündungen auch in diesem Bereich zu unterbinden, werden verschiedene Vorkehrungen vorgesehen: Beispielsweise zum einen lässt sich das gesamte Geschwindigkeitsniveau durch Verwendung eines Mischrohres mit einem ausreichend kleinen Durchmesser anheben. Eine andere Möglichkeit besteht darin, nur die Geschwindigkeit im Auslassbereich des Mischrohres zu erhöhen, indem ein kleiner Teil der Verbrennungsluft über einen Ringspalt oder durch Filmlegungsbohrungen stromab der Übergangskanäle in das Mischrohr einströmt.

50 **[0005]** Häufig sind in solchen Brennern mehrere Brennstoffeinspritzdüsen vorgesehen, die in Gruppen angeordnet sind, um so in verschiedenen Lastbereichen eine stabile Verbrennung zu gewährleisten, z. B. besondere Pilotierdüsen für den unteren Lastbereich. Dabei kann sich die Flammenlage je nach Art der Pilotierung deutlich verschieben, und in einem solchen Fall kann es in Übergangsbereichen zu thermoakustischen Schwankungen auch durch periodische Veränderung der Flammenfrontpositionen kommen.

[0006] Diese thermoakustischen Schwingungen stellen eine Gefahr für jede Art von Verbrennungsanwendung dar.

Sie führen zu Druckschwingungen hoher Amplitude, zu einer Einschränkung des Betriebsbereiches und können die Schadstoffemissionen erhöhen. Dies trifft insbesondere für Verbrennungssysteme mit geringer akustischer Dämpfung zu, wie z. B. Ringbrennkammern mit schallharten Wänden. Um in Bezug auf Pulsationen und Schadstoff-Emissionen eine hohe Leistungskonversion über einen weiten Betriebsbereich zu ermöglichen, kann eine aktive Kontrolle der Verbrennungsschwingungen notwendig sein.

[0007] Im Stand der Technik bekannt als Verbrennungskonzepte für Teillastbetrieb von solchen Brennern sind beispielsweise sogenanntes Brenner-Staging, bei welchem einzelne Brenner gezielt abgeschaltet werden, so dass die restlichen Brenner bei Volllast betrieben werden können. Insbesondere bei Ringbrennkammern mit mehreren, zueinander versetzten Brennreringen von unterschiedlichem Radius kann dieses Konzept ziemlich erfolgreich eingesetzt werden.

[0008] Durch Brennstoff-Staging innerhalb eines Brenners lässt sich die Flammenposition beeinflussen und damit der Einfluss von Strömungsinstabilitäten als auch Zeitverzugsseffekten vermindern (z.B. in der EP-A1-1 292 795 beschrieben).

[0009] Ebenfalls bekannt ist es, so genannte Pilotflanzen in derartigen Brennern vorzusehen. Es kann nämlich Pilotbrennstoff (gasförmig oder flüssig) für den pilotierten Betrieb des Brenners zentral über eine Lanze zugeführt werden, wie dies beispielsweise in der EP-A1-0 778 445 für den Fall eines Doppelkegelbrenners und in WO-A-93/17279 sowie EP-A1-0 833 105 und WO 2006/069861 für Vormischbrenner ohne resp. mit nachgeschalteter Mischstrecke beschrieben wird.

Allgemeine Darstellung der Erfindung

[0010] Der hier neu vorgeschlagene Vormischbrenner soll die eingangs genannten Nachteile der Vormischbrenner nach dem Stand der Technik überwinden und es insbesondere ermöglichen, den Verbrennungsprozess auf unterschiedlichste Bedingungen einstellbar zu machen, so hinsichtlich der anliegenden Last, der Verbrennungsstabilität, der Verbrennungsqualität, der Betriebstemperaturen etc.

[0011] Insbesondere geht es darum, einen Vormischbrenner mit einem Drallerzeuger und einem nachgeschalteten Mischrohr für die Verbrennung von gasförmigem und/oder flüssigem Brennstoff zu verbessern. Bevorzugtermassen handelt es sich dabei um einen Vormischbrenner, bei welchem der typischerweise gasförmige Brennstoff beim Eintritt der Verbrennungsluft in den Brennerinnenraum des Drallerzeugers eingebracht werden kann und/oder der flüssige Brennstoff auf einer Brennerachse über eine zentrale Brennstoffdüse in den Brennerinnenraum des Drallerzeugers eingebracht werden kann.

[0012] Brenner verfügt zudem über eine auf der Brennerachse angeordnete Brennstofflanze.

[0013] Die erhöhte Flexibilität bezüglich möglicher Betriebsweisen wird dadurch erreicht, dass im Übergangsbereich vom Drallerzeuger zum Mischrohr wenigstens eine zusätzliche Zuführung zur Einbringung von gasförmigem und/oder flüssigem Vormischbrennstoff vom Wandbereich in den Brennerinnenraum des Mischrohres vorgesehen ist. Mit anderen Worten geht es darum, Verteilleitungen für Brennstoff sowie an diese angebundene Austrittsöffnungen für den Brennstoff im Bereich des Übergangs zwischen Drallerzeuger und Mischstrecke, gegebenenfalls in Strömungsrichtung bis 50% der Länge der Mischstrecke in diese hinein, vorzusehen. Als Übergangsbereich zwischen diesen beiden Bereichen ist dabei mit anderen Worten ein Bereich zu verstehen, welcher auch noch die letzten 20 bis 30% der Länge des Drallerzeugers umfassen kann und normalerweise 20 bis 30% der Länge des Mischrohres in dieses hineinreicht. Durch diese zusätzlichen Zuführungen lässt sich in sehr effizienter Weise ein fein abstimmbares, und auf unterschiedlichste Betriebszustände einstellbares Brennstoff-Staging sehr flexibel realisieren. Dies bevorzugt sowohl für den Betrieb mit flüssigem Brennstoff als auch mit gasförmigem Brennstoff. Durch diese Zuführungen kann entweder Erdgas oder Synthesegas oder auch flüssiger Brennstoff (beispielsweise Erdöl) zugeführt werden.

[0014] Gemäss einer ersten Ausführungsform ist der Vormischbrenner dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich eine auf der Brennerachse angeordnete Brennstofflanze vorhanden ist, welche sich wenigstens teilweise bis in das Mischrohr erstreckt, im Bereich von 40-60% der Länge des Mischrohres in dieses erstreckt. Diese Brennstofflanze dient dabei einerseits für die Einbringung von Pilotbrennstoff im Bereich des Ausgangs der Mischstrecke, andererseits dient die Brennstofflanze aber auch dazu, die interne Rezirkulationszone zu modifizieren und zu stabilisieren, dies nicht nur durch ihre Anwesenheit sondern auch durch in der Brennstofflanze angeordnete Mittel zur Einbringung von Brennstoff und gegebenenfalls auch Luft.

[0015] Gemäss einer besonderen Ausführungsform einer derartigen Brennstofflanze ist diese derart ausgebildet, dass sowohl flüssiger als auch gasförmiger Brennstoff über die Brennstofflanze in den Brennerinnenraum des Mischrohres eingebracht werden kann. Dies erhöht die Flexibilität hinsichtlich der möglichen Brennstoffe.

[0016] Vorteilhafter Weise wird die Brennstofflanze derart ausgestaltet, dass an der Spitze der Brennstofflanze sowohl flüssiger Pilotbrennstoff als auch gasförmiger Pilotbrennstoff in den Brennerinnenraum des Mischrohres eingebracht werden kann. Bevorzugtermassen wird dabei die Eindüsung des flüssigen Brennstoffs zentral vorgenommen. Dies bedeutet, dass bevorzugtermassen der flüssige Pilotbrennstoff über wenigstens eine im wesentlichen auf der Brennerachse angeordnete Öffnung respektive Brennstoffdüse eingebracht werden kann. Weiterhin bevorzugt wird der gas-

förmige Pilotbrennstoff über eine Mehrzahl (beispielsweise ein ganzer Kranz) von radial nach aussen versetzten Öffnungen an der Spitze der Brennstofflanze eingebracht. Die entsprechenden Düsen sowohl für den flüssigen als auch für den gasförmigen Brennstoff können hinsichtlich der Einbildungsrichtung respektive der Verteilerwirkung für den Brennstoff bevorzugtermassen so eingestellt werden, dass sich für die unterschiedlichen Staging-Zustände eine optimale Vermischung mit dem Verbrennungsluftstrom einstellt.

[0017] Bevorzugtermassen ist auch die Brennstofflanze ein Hilfsmittel für das eigentliche Staging innerhalb des Brenners. Zu diesem Zweck ist gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform die Brennstofflanze derart ausgebildet, dass flüssiger Vormischbrennstoff im Übergangsbereich in den Brennerinnenraum in radialer Richtung, das heisst radial nach aussen, wobei auch eine axiale Komponente in Strömungsrichtung respektive eine auf den Drall angepasste Eindüsung Richtung möglich ist, eingebracht werden kann. Zu diesem Zweck sind vorzugsweise entlang der Brennstofflanze verschiedene, in Strömungsrichtung hintereinander angeordnete Reihen oder Gruppen von Öffnungen vorhanden, und diese Reihen können separat mit flüssigem Brennstoff angesteuert werden. Wenn nicht nur eine derartige Reihe vorhanden ist sondern mehrere in Strömungsrichtung hintereinander geschaltete Reihen, sind die Öffnungen von verschiedenen Reihen oder Gruppen in Strömungsrichtung bevorzugtermassen versetzt angeordnet. Dies bedeutet, die Eindüsungsöffnungen sind nicht nur in axialer Richtung versetzt (verschiedene Gruppen), sondern vorzugsweise sind Öffnungen von verschiedenen Gruppen in Strömungsrichtung nicht so hintereinander angeordnet, dass bei normalen Betriebsbedingungen der Brennstoff einer stromauf angeordneten Öffnung direkt auf den Brennstoff einer stromab angeordneten Öffnung "auftrefft". So kann eine optimale Vermischung mit der Verbrennungsluft erreicht werden, da die einzelnen Brennstoffsäulen von individuellen Öffnungen genau im gewünschten Masse nebeneinander geführt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Verbrennungsluftstrom einem Drall unterworfen ist, das heisst unter versetzt ist unter anderem auch zu verstehen, versetzt hinsichtlich der normalen rotierenden Verbrennungsluftströmung.

[0018] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstofflanze derart ausgebildet ist, dass gasförmiger Vormischbrennstoff im Übergangsbereich in den Brennerinnenraum in radialer Richtung eingebracht werden kann, wobei vorzugsweise entlang der Brennstofflanze verschiedene, in Strömungsrichtung hintereinander angeordnete Reihen oder Gruppen von Öffnungen vorhanden sind, und diese Reihen separat mit gasförmigem Brennstoff angesteuert werden können, und wobei insbesondere bevorzugt die Öffnungen von verschiedenen Reihen oder Gruppen in Strömungsrichtung versetzt angeordnet sind.

[0019] Bevorzugtermassen verfügt die Brennstofflanze sowohl über derartige Gruppen für flüssigen Brennstoff als auch für derartige Gruppen für gasförmigen Brennstoff.

[0020] In konstruktiver Hinsicht lässt sich das obige beispielsweise realisieren, indem die Brennstofflanze aus wenigstens einem äusseren Rohr mit einem inneren koaxial angeordneten inneren Rohr und/oder mit radial verlaufenden Trennwänden zur separat kontrollierbaren Zuführung von flüssigem respektive gasförmigem Brennstoff als Pilotbrennstoff zur Spitze der Brennstofflanze und/oder als Vormischbrennstoff zur Einbringung im Übergangsbereich ausgestaltet wird.

[0021] Im Übergangsbereich, insbesondere bevorzugt im Bereich von dort angeordneten Übergangskanälen ist gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eine Zuführung für flüssigen Brennstoff angeordnet. Diese Zuführung verfügt bevorzugtermassen über wenigstens eine Reihe von Austrittsöffnungen für flüssigen Brennstoff, wobei insbesondere wenigstens eine Reihe von in Strömungsrichtung im wesentlichen auf gleicher Höhe angeordneten Austrittsöffnungen angeordnet ist. Dabei können bevorzugt bei Anwesenheit von mehreren derartigen Reihen von Austrittsöffnungen diese separat angesteuert werden (gegebenenfalls können auch Gruppen von Austrittsöffnungen separat angesteuert werden). Weiterhin bevorzugt sind diese Öffnungen in Strömungsrichtung versetzt angeordnet sind und/oder von unterschiedlicher Grösse ausgebildet. Bevorzugtermassen sind die Öffnungen hinsichtlich der Eindüsungsrichtung so eingestellt, dass insbesondere die Wandbereiche nicht mit Brennstoff beaufschlagt werden, und dass genau die gewünschte Vermischung respektive separate Ausbildung von Brennstoffsäulen innerhalb der Mischstrecke entsteht.

[0022] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass im Übergangsbereich, insbesondere bevorzugt im Bereich von oder unmittelbar stromab von dort angeordneten Übergangskanälen, wenigstens eine Zuführung für gasförmigen Brennstoff angeordnet ist, wobei diese Zuführung bevorzugtermassen gasförmigen Brennstoff über wenigstens eine Reihe von Austrittsöffnungen einbringt. Dabei ist auch im Fall von gasförmigem Brennstoff bevorzugt, wenn wenigstens eine Reihe von in Strömungsrichtung im wesentlichen auf gleicher Höhe angeordneten Austrittsöffnungen angeordnet ist, und wobei insbesondere bevorzugt bei Anwesenheit von mehreren derartigen Reihen von Austrittsöffnungen diese separat angesteuert werden können, und/oder in Strömungsrichtung versetzt angeordnet sind, und/oder von unterschiedlicher Grösse ausgebildet sind und/oder hinsichtlich der Eindüsungsrichtung so eingestellt sind, dass insbesondere die Wandbereiche nicht mit Brennstoff ungewünscht beaufschlagt werden.

[0023] Typischerweise umfasst die wenigstens eine Zuführung wenigstens eine wenigstens teilweise umlaufende Verteilleitung, welche über eine regelbare

[0024] Zuführung mit Brennstoff angesteuert wird.

[0025] Generell bevorzugtermassen handelt es sich beim Drallerzeuger um einen Doppelkegelbrenner oder einen Mehrfachkegelbrenner, welcher über zwei respektive eine Mehrzahl von Teilkegelkörpern verfügt, welche derart gegen-

einander versetzt sind, dass die Verbrennungsluft durch dabei gebildete tangential Luft Eintrittsschlitz in den Brennerinnenraum des Drallerzeugers eintritt, wobei flüssiger Brennstoff über eine zentrale Brennstoffdüse und/oder gasförmiger Brennstoff an den genannten Luft Eintrittsschlitz eingebracht werden kann. Bevorzugtermassen handelt es sich also beim Drallerzeuger um einen Aufbau wie er in der EP-A1-0 321 809 beschrieben wird. Entsprechend wird der Offenbarungsgehalt der EP-A1-0 321 809 bezüglich der Bauweise des Drallerzeugers ausdrücklich in den Offenbarungsgehalt der vorliegenden Dokumentation eingeschlossen.

[0026] Weiterhin generell bevorzugtermassen sind in einem Übergangsbereich zwischen Drallerzeuger und Mischrohr Übergangskanäle zur Überführung einer im Drallerzeuger gebildeten Strömung in den stromab der Übergangskanäle nachgeschalteten Durchflussquerschnitt des Mischrohres angeordnet. Bevorzugtermassen handelt es sich also bei der Mischstrecke um eine Mischstrecke, wie sie in der EP-A1-0 704 657 beschrieben wird, und auch deren Offenbarungsgehalt wird bezüglich der Bauweise der Mischstrecke respektive deren Anbindung an den Drallerzeuger ausdrücklich in diese Offenbarung mit eingeschlossen.

[0027] Des weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Vormischbrenners, wie er oben beschrieben wurde. Das Verfahren ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass für ein Brennstoff-Staging für unterschiedliche Betriebszustände die unterschiedlichen oben beschriebenen Mittel zur Einbringung von flüssigem und/oder gasförmigem Brennstoff im Wandbereich und/oder über die Brennstofflanze in Abhängigkeit der Last respektive der zu erzeugenden Leistung und/oder der Verbrennungsqualität respektive Verbrennungsstabilität insbesondere auch hinsichtlich Schadstoffemission einzeln und/oder in Kombination angesteuert werden.

[0028] Eine erste bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei unterschiedliche Stufen für den Betrieb mit gasförmigem und/oder flüssigem Brennstoff unter Verwendung von wenigstens zwei in Strömungsrichtung hintereinander angeordneten Zuführungen oder unter Verwendung von wenigstens einer Zuführung im Übergangsbereich über eine Brennstofflanze und wenigstens einer Zuführung im Übergangsbereich vom Wandbereich in den Brennerinnenraum eingesetzt werden. Zusätzlich kann über die Spitze der Brennstofflanze gasförmiger und/oder flüssiger Pilotbrennstoff in den Verbrennungsluftstrom eingebracht werden. Generell können Erdgas und/oder Synthesegas und/oder Erdöl als Brennstoff verwendet werden.

[0029] Weitere bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Kurze Erläuterung der Figuren

[0030] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert. Die Ausführungsbeispiele dienen zur Illustration der Erfindung und sollen nicht in einschränkender Weise bei der Interpretation des Schutzgegenstandes, wie er in den am Ende aufgeführten Ansprüchen definiert ist, hinzugezogen werden.

[0031] Es zeigen:

- Fig. 1 einen axialen Schnitt durch einen Vormischbrenner mit nachgeschalteter Mischstrecke nach dem Stand der Technik;
- Fig. 2 einen axialen Schnitt durch einen Vormischbrenner mit nachgeschalteter Mischstrecke mit langer Brennstofflanze und mit im Übergangsbereich angeordneten zusätzlichen Zuführungen von flüssigem und gasförmigem Brennstoff;
- Fig. 3 einen axialen Schnitt durch einen Vormischbrenner mit nachgeschalteter Mischstrecke nach Figur 2, bei welchem aus der ersten Zuführung für gasförmigen Brennstoff Vormischgas eingebracht wird;
- Fig. 4 einen axialen Schnitt durch einen Vormischbrenner mit nachgeschalteter Mischstrecke nach Figur 2, bei welchem aus der ersten Zuführung für gasförmigen Brennstoff Vormischgas sowie gleichzeitig Pilotgas über die Spitze der Brennstofflanze eingeführt wird;
- Fig. 5 einen axialen Schnitt durch einen Vormischbrenner mit nachgeschalteter Mischstrecke nach Figur 2, bei welchem aus der ersten Zuführung für gasförmigen Brennstoff sowie aus einem mittleren Bereich der Brennstofflanze Vormischgas eingeführt wird;
- Fig. 6 einen axialen Schnitt durch einen Vormischbrenner mit nachgeschalteter Mischstrecke nach Figur 2, bei welchem aus der ersten Zuführung für gasförmigen Brennstoff und aus einem mittleren Bereich der Brennstofflanze Vormischgas eingeführt wird, sowie gleichzeitig Pilotgas über die Spitze der Brennstofflanze zugeführt wird;

- Fig. 7 einen Schnitt senkrecht zur Brennerachse im Mischrohr für einen Betrieb gemäss Figur 5;
- Fig. 8 einen axialen Schnitt durch einen Vormischbrenner mit nachgeschalteter Mischstrecke nach Figur 2, bei welchem Pilotgas über die Spitze der Brennstofflanze eingeführt wird;
- Fig. 9 einen axialen Schnitt durch einen Vormischbrenner mit nachgeschalteter Mischstrecke nach Figur 2, bei welchem flüssiger Pilotbrennstoff über die Spitze der Brennstofflanze eingeführt wird;
- Fig. 10 einen axialen Schnitt durch einen Vormischbrenner mit nachgeschalteter Mischstrecke nach Figur 2, bei welchem flüssiger Pilotbrennstoff über die Spitze der Brennstofflanze eingeführt wird sowie gleichzeitig flüssiger Vormischbrennstoff über die zentrale Brennstofflanze aus zwei verschiedenen Stufen;
- Fig. 11 einen Schnitt senkrecht zur Brennerachse im Mischrohr für einen Betrieb gemäss Figur 10 aber ohne Zuführung von flüssigem Pilotbrennstoff über die Spitze der Brennstofflanze;
- Fig. 12 einen axialen Schnitt durch einen Vormischbrenner mit nachgeschalteter Mischstrecke nach Figur 2, bei welchem flüssiger Pilotbrennstoff über die Spitze der Brennstofflanze eingeführt wird sowie gleichzeitig flüssiger Vormischbrennstoff über aussenseitige Zuführung aus zwei verschiedenen Stufen;
- Fig. 13 einen Schnitt senkrecht zur Brennerachse im Mischrohr für einen Betrieb gemäss Figur 12 aber ohne Zuführung von flüssigem Pilotbrennstoff über die Spitze der Brennstofflanze;
- Fig. 14 einen axialen Schnitt durch einen Vormischbrenner mit nachgeschalteter Mischstrecke nach Figur 2, bei welchem flüssiger Pilotbrennstoff über die Spitze der Brennstofflanze eingeführt wird sowie gleichzeitig flüssiger Vormischbrennstoff über aussenseitige Zuführung aus einer Stufe und gleichzeitig flüssiger Vormischbrennstoff über die zentrale Brennstofflanze aus einer Stufe; und
- Fig. 15 einen axialen Schnitt durch einen Vormischbrenner mit nachgeschalteter Mischstrecke nach Figur 2, bei welchem gasförmiger Vormischbrennstoff über beide aussenseitigen Zuführungen eingebracht wird.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0032] Figur 1 zeigt einen sogenannten AEV-Brenner, wie er in der EP-A1-0 704 657 im Stand der Technik beschrieben ist. Ein derartiger Vormischbrenner umfasst einen Drallerzeuger 1 und ein stromab davon angeordnetes Mischrohr 2 (auch Mischstrecke genannt). Ein derartiger Brenner grenzt an einen Brennräum 3, in dessen rückseitiger Wand die Brenner normalerweise mit einem Brennerfrontelement 10 eingelassen sind.

[0033] Der Drallerzeuger ist dabei grundsätzlich ausgebildet, wie es in der EP-A1-0 321 809 beschrieben ist. Der Drallerzeuger 1 umfasst mit anderen Worten zwei gegeneinander versetzte Teilkegelkörper 14. Durch die Versetzung dieser Teilkegelkörper 14 resultiert zwischen diesen beiden auf beiden Seiten je ein tangentialer Lufteintrittsschlitz 17. Im Inneren der beiden Teilkegelkörper 14 wird der Brennerinnenraum 16 des Drallerzeugers gebildet. Verbrennungsluft 4 tritt durch diese tangentialen Lufteintrittsschlitze 7 in den Brennerinnenraum 16 ein und bildet einen rotierenden und nach vorne fortschreitenden, drallbehafteten Verbrennungsluftstrom.

[0034] In diesen Verbrennungsluftstrom kann einerseits über eine zentrale Brennstoffdüse 5 für flüssigen Brennstoff 39 im Wesentlichen auf der Brennerachse 12 eingebracht werden. Alternativ ist es möglich, gasförmigen Brennstoff im Bereich der tangentialen Lufteintrittsschlitze 7 einzubringen. Normalerweise sind dazu bei den tangentialen Lufteintrittsschlitzen 7 und parallel zu diesen verlaufende Leitungen für gasförmigen Brennstoff vorgesehen, welche über mehrere entlang der Lufteintrittsschlitze verteilte Öffnungen den gasförmigen Brennstoff 13 in den Verbrennungsluftstrom 4 im Moment seines Eintretens in den Brennerinnenraum 16 einbringen.

[0035] Stromab dieses Drallerzeugers 1 ist das Mischrohr 2 angeordnet. Dazwischen gibt es einen Übergangsbereich 40. In diesem Übergangsbereich wird unter Zuhilfenahme von Übergangskanälen sichergestellt, dass ein optimaler Eintritt des drallbehafteten Luftstroms aus dem Brennerinnenraum 16 des Drallerzeugers 1 in den Brennerinnenraum 17 der Mischstrecke erfolgt. Es handelt sich dabei um Führungselemente, wie sie bspw. in der EP-A1-0 704 657 beschrieben sind. Die Übergangskanäle sind in einem Übergangsstück 8 angeordnet.

[0036] Stromab schliesst an dieses Übergangsstück 8 ein Rohrbereich 9 an, und am Ende der Brennerfront schliesst sich das Brennerfrontelement 10 an, um den Übergang zur eigentlichen Brennkammer zu gewährleisten. In Figur 1 ist ausserdem das Geschwindigkeitsprofil 11 in axialer Richtung dargestellt, und es wird ersichtlich, dass auf der Brennerachse 12 eine maximale Geschwindigkeit in axialer Richtung vorliegt.

[0037] Im Zusammenhang mit einer derartigen Brennerbauweise soll nun eine Struktur zur Verfügung gestellt werden,

welche eine gestufte Betriebsweise (Staging) erlaubt, die es ermöglicht, den Brenner unter unterschiedlichsten Bedingungen stets optimal betreiben zu können. Dazu sind zusätzliche Möglichkeiten zur Einbringung von gasförmigem resp. flüssigem Brennstoff vorgesehen sowie zusätzlich eine zentrale Brennstofflanze.

[0038] Die Hauptkomponenten des vorgeschlagenen modifizierten AEV-Brenners sind in Figur 2 dargestellt. Einerseits wird eine zentrale Brennstofflanze 15 auf der Brennerachse 12 vorgesehen. Diese Brennstofflanze 15 erstreckt sich durch den Drallerzeuger 1 hindurch und weit in das Mischrohr 2 hinein. Es handelt sich also um eine aussergewöhnlich lange Brennstofflanze, die nach dem Stand der Technik vorgeschlagenen Brennstofflanzen im Zusammenhang mit einem Brenner mit nachgeschalteter Mischstrecke erstrecken sich normalerweise nur über die Länge des Drallerzeugers.

[0039] Diese Brennstofflanze verfügt über einerseits die Möglichkeit der Einbringung von gasförmigem Brennstoff sowie auch andererseits über die Möglichkeit der Einbringung von flüssigem Brennstoff. Einerseits sind bei dieser Brennstofflanze 15 an deren Spitze Pilotdüsen angeordnet, wenigstens eine zentrale Pilotdüse für die Einbringung von flüssigem Pilotbrennstoff, und eine Mehrzahl resp. ein Kranz von Düsen ebenfalls an der Spitze für die Einbringung von gasförmigem Brennstoff (vgl. Beschreibung weiter unten). Des Weiteren verfügt die Brennstofflanze 15 über in deren mittlerem Bereich angeordnete Austrittsöffnungen für flüssigen und gasförmigem Brennstoff. Dabei sind vorteilhafterweise mehrere Gruppen von Öffnungen für flüssigen Brennstoff in Strömungsrichtung hintereinander angeordnet, wobei diese Gruppen separat angesteuert werden können. Gleichermassen sind derartige Gruppen für gasförmigen Brennstoff vorhanden. Vorteilhafterweise sind diese Düsen resp. Öffnungen zur Einbringung des Brennstoffs, welche in grösserem Detail weiter unten beschrieben werden, in einem mittleren Bereich der Brennstofflanze angeordnet, das heisst im Übergangsbereich 40 zwischen dem Drallerzeuger 1 und dem Mischrohr 2.

[0040] Neben der Brennstofflanze ist eine Zuführung 18 für flüssigen Brennstoff angeordnet. Es handelt sich dabei um eine umlaufende, im Übergangsstück 8 eingelassene Brennstoffleitung für flüssigen Brennstoff, welche über eine Vielzahl von um den Umfang verteilte Öffnungen zur Einbringung von flüssigem Brennstoff verfügt. Dabei können genau wie bei der Brennstofflanze verschiedene in Strömungsrichtung hintereinander angeordnete Gruppen von derartigen Öffnungen angeordnet sein. Diese Öffnungen sind mit anderen Worten in Strömungsrichtung versetzt angeordnet. Damit sich die Brennstoffsäulen, die aus diesen Öffnungen austreten und ausbilden, bei den verschiedenen hintereinander geschalteten Gruppen nicht in die Quere kommen, sind die Öffnungen von verschiedenen Gruppen auch in Umfangsrichtung versetzt angeordnet.

[0041] Etwas weiter stromab ist eine erste aussenseitige Zuführung für gasförmigen Brennstoff, normalerweise Erdgas, vorgesehen. Diese Zuführung 19 wird über eine Zuführungsleitung 20 vorgenommen und ist ebenfalls als umlaufender Kanal ausgebildet, welcher über in den Übergangsbereich 40 mündende Austrittsöffnungen 21 für den gasförmigen Brennstoff verfügt.

[0042] Des Weiteren ist eine zweite aussenseitige Zuführung für gasförmigen Brennstoff 22 vorgesehen, welche ihrerseits über eine Brennstoffzuführungsleitung 23 mit gasförmigem Brennstoff versorgt wird. Auch hier ist ein umlaufender Kanal für den gasförmigen Brennstoff (bspw. Synthesegas) vorgesehen, und dieser umlaufende Kanal mündet über eine Vielzahl von auf dem Umfang verteilten Austrittsöffnungen 24 in den Brennerinnenraum 17.

[0043] Die beiden Gruppen von Öffnungen 21 resp. 24 werden auch hier vorteilhafterweise versetzt angeordnet und zwar in Umfangsrichtung, so dass die Brennstoffsäulen dieser beiden Gruppen sich nicht in unerwünschter Weise überlappen.

[0044] Des Weiteren kann generell bei den Austrittsöffnungen sowohl für gasförmigen wie auch für flüssigen Brennstoff der Injektionswinkel so ausgewählt werden, dass unmittelbar in Strömungsrichtung stromab der Öffnungen möglichst kein Kontakt des Brennstoffs mit der Wand stattfindet und entsprechend die kontinuierliche Spülung von nicht in Betrieb befindlichen Brennstoffleitungen vermieden werden kann, und das Risiko von Rückzündungen eliminiert werden kann.

[0045] In der Folge sollen unterschiedliche Betriebsmöglichkeiten eines derartigen Brenners anhand der Figuren 3 bis 15 erläutert werden.

[0046] Figur 3 zeigt eine Betriebsweise mit Gas im Vormischmodus mit Verwendung der äusseren Injektoren des ersten aussenseitigen Zuführungssystems 19. Hier wird ersichtlich, wie sich in der Mischstrecke eine der Anzahl der Austrittsöffnungen 21 entsprechende Zahl von gasförmigen Brennstoffsäulen 25 ausbildet, welche sich sukzessive mit dem Verbrennungsluftstrom vermischen und erweitern.

[0047] In Figur 4 ist dargestellt, wie bei einer derartigen Betriebsweise gemäss Figur 3 zusätzlich Pilotgas über die Spitze der Brennstofflanze eingebracht werden kann. Das Pilotgas wird über Pilotgasöffnungen 27 eingebracht und bildet seinerseits Pilotgas-Brennstoffsäulen 26.

[0048] In Figur 5 ist dargestellt, wie zusätzlich zur in Figur 3 dargestellten Einbringung von Vormischgas über das System 19 weiteres Vormischgas über die Brennstofflanze eingebracht werden kann. Zu diesem Zweck verfügt die Brennstofflanze über im Übergangsbereich 40 angeordnete Vormischgasöffnungen 29. Diese Vormischgasöffnungen sind über den Umfang der äusseren Wandung der Brennstofflanze 15 verteilt und bilden eine der Anzahl dieser Öffnungen 29 entsprechende Zahl von Brennstoffsäulen aus. Bevorzugtermassen sind die Öffnungen 29 und 21 auch in Umfangsrichtung versetzt, so dass sich die Brennstoffsäulen 28 und 25 nicht negativ überlappen.

[0049] In Figur 6 ist dargestellt, wie sich in einer weiteren Variante der Betriebsweise die Einbringung von gasförmigem

Brennstoff über die Lanze unter Ausbildung der Brennstoffsäulen 28 und die Einbringung von Brennstoff über das System 19 unter Ausbildung der Brennstoffsäulen 25 mit der Einbringung von Pilotbrennstoff über die Spitze der Brennstofflanze 15 unter Ausbildung der Brennstoffsäulen 26 kombinieren lässt.

[0050] In Figur 7 ist in einem Schnitt senkrecht zur Brennerachse durch die

[0051] Mischstrecke dargestellt, wie sich die einzelnen Brennstoffsäulen 25 resp. 28 ausbilden. Dabei kann erkannt werden, dass die Brennstoffsäulen der beiden Gruppen 25 resp. 28 jeweils versetzt angeordnet sind, und dass in diesem Fall jede Gruppe acht Brennstoffsäulen bildet, das heisst es sind sowohl beim System 19 wie auch beim System an der Brennstofflanze acht Öffnungen gleichmässig um den Umfang verteilt angeordnet. Des Weiteren kann erkannt werden, wie in diesem Fall die Öffnungen beim System 19 grösser ausgebildet sind resp. beim System 19 ein grösserer Massenfluss des gasförmigen Brennstoffs eingestellt wird, so dass sich kräftigere Brennstoffsäulen ausbilden.

[0052] In Figur 8 ist der Vollständigkeit halber dargestellt, wie ein derartiger Brenner auch allein unter Betrieb der Pilotdüsen 27 für gasförmigen Brennstoff unter Ausbildung der Brennstoffsäulen 26 gefahren werden kann. Des Weiteren sei hervorgehoben, dass auch weiterer gasförmiger Brennstoff im Bereich der Eintrittsschlitze zugeführt werden kann, sollte dies erwünscht sein.

[0053] So wird ersichtlich, dass für den Betrieb mit gasförmigem Brennstoff unterschiedlichste Stufen der Brennerführung vorgesehen werden können, was einen sehr flexiblen Betrieb ermöglicht.

[0054] In Figur 9 ist nun die Betriebsweise mit flüssigem Brennstoff dargestellt, wobei in diesem Fall nur Pilotbrennstoff zentral über eine Öffnung 291 in der Spitze der Brennstofflanze 15 eingebracht wird, so dass sich eine einzige zentrale Brennstoffsäule 281 ausbildet.

[0055] Eine derartige Betriebsweise kann kombiniert werden, wie dies in Figur 10 dargestellt ist, mit der Einbringung von flüssigem Vormischbrennstoff über zwei Gruppen von Öffnungen in der Brennstofflanze. Dabei gibt es eine erste stromaufwärts angeordnete Reihe 31 von Austrittsöffnungen für Vormischbrennstoff im mittleren Bereich der Brennstofflanze. Des Weiteren gibt es eine zweite Reihe 33, welche etwas weiter stromab angeordnet ist. Die Öffnungen dieser beiden Reihen sind ebenfalls in Umfangsrichtung versetzt angeordnet und die erste Reihe der Öffnungen 31 führt zur Ausbildung von Brennstoffsäulen 30. Die zweite Reihe 33 zur Ausbildung von Brennstoffsäulen 32.

[0056] Wie aus einem Schnitt senkrecht zur Brennerachse 12 gemäss Figur 11 ersichtlich wird, stellt sich bei dieser Betriebsweise eine Verteilung der Brennstoffsäulen resp. Brennstoff-Trajektorien ein, welche wiederum die versetzten Öffnungen 31 resp. 33 reflektiert und welche sichtbar macht, dass in diesem Fall die Öffnungen 31 grösser ausgebildet sind resp. mit einem grösseren Massenfluss angesteuert werden, so dass sich kräftigere Brennstoffsäulen 30 ausbilden.

[0057] In Figur 12 wird ebenfalls eine Betriebsweise mit flüssigem Brennstoff dargestellt. Hier wird nun aber der flüssige Brennstoff über das System 18 zugeführt. Das System 18 im Übergangsbereich 40 verfügt dazu ebenfalls über zwei Gruppen von über den Umfang verteilten Öffnungen. Eine erste Gruppe von Öffnungen ist weiter stromaufwärts angeordnet und bildet die Gruppe 35 von Öffnungen. Eine zweite Gruppe von Öffnungen 37, welche in diesem Fall über die gleiche Leitung gespiesen wird, ist etwas weiter stromab angeordnet. Auch hier sind die Öffnungen 35 und 37 in Umfangsrichtung versetzt angeordnet. Die Öffnungen 35 sind grösser ausgebildet als die Öffnungen 37, und in diesem Fall ist auch die Anzahl der Öffnungen der beiden Gruppen 35 resp. 37 nicht gleich.

[0058] Namentlich gibt es, wie dies aus einem Schnitt gemäss Figur 13 ersichtlich wird, nur vier Öffnungen 35 und zwölf Öffnungen 37.

[0059] Aus Figur 14 wird ersichtlich, dass die weiter oben beschriebenen Betriebsweisen für flüssigen Vormischbrennstoff unter Einbringung über die Brennstofflanze resp. über das System 18 auch gemischt betrieben werden können. So kann hier erkannt werden, dass über die Brennstofflanze über eine Gruppe von Öffnungen 33 eine weitere Mehrzahl von Brennstoffsäulen 32 ausgebildet wird, hier zusammen mit der Einbringung von Pilotbrennstoff 28, welche neben der Einbringung über das System 18 unter Ausbildung der Säulen 36 vorliegt.

[0060] Abschliessend zeigt Figur 15 die Möglichkeit des Einsatzes der beiden Systeme 19 und 22 für die Einbringung von gasförmigem Brennstoff. Dabei bilden sich aufgrund des Eintrags über die Öffnungen 21 des Systems 19 die bereits weiter oben beschriebenen Brennstoffsäulen 25 und zusätzlich in Folge der Eintrittsöffnungen 24 des Systems 22 die Brennstoffsäulen 38. Diese Betriebsweise ist bspw. für Synthesegas besonders geeignet.

[0061] Die obigen Betriebsweisen ergeben die folgenden Vorteile:

[0062] Das Pilotgas und der flüssige Pilotbrennstoff wird auf die zentraler Rezirkulationszone gerichtet. Was die Löschgrenze angeht, ist dies die effizienteste Art der Pilotierung eines Brenners.

[0063] Durch die zentrale Pilotierung ergibt sich kein Risiko der Überhitzung, da die frei fliessende angereicherte Zone nicht auf Materialoberflächen auftreffen kann.

[0064] Vormischgas und -öl können auf zwei unterschiedliche Injektoren aufgeteilt werden, was die Vermischung erhöht (zweiseitig und versetzte Injektion für optimale Penetration und Mischung).

[0065] Erhöhte Resistenz gegenüber Flammenrückschlag dank der Abwesenheit von Brennstoff auf der Achse und an den Wandbereichen stromab des Übergangsstücks.

[0066] Extrem flexible Möglichkeit der Modifikation des Flussfeldes und der Verbrennungsstabilität mit axialer, oder aber auch mit dem Strom resp. gegen den Strom gerichteter Injektion an der Spitze der Brennstofflanze.

Bezugszeichenliste

	1	Drallerzeuger
	2	Mischrohr
5	3	Brennkammer
	4	Verbrennungsluftstrom
	5	zentrale Brennstoffdüse für flüssigen Brennstoff
	6	Übergangskanäle
10	7	tangentiale Lufteintrittsschlitze
	8	Buchsenring mit Übergangsstück
	9	Rohr
	10	Brennerfrontelement
	11	axiale Geschwindigkeitsverteilung
15	12	Brennerachse
	13	Eindüsung gasförmiger Brennstoff bei 7
	14	Teilkegelkörper
	15	Brennstofflanze
20	16	Brennerinnenraum von Drallerzeuger
	17	Brennerinnenraum von Mischstrecke
	18	Zuführung für flüssigen Brennstoff
	19	erste aussenseitige Zuführung für gasförmigen Brennstoff (z. B. Erdgas oder Synthesegas)
	20	Zuleitung für 19
25	21	Austrittsöffnungen von 19
	22	zweite aussenseitige Zuführung für gasförmigen Brennstoff (z. B. Synthesegas)
	23	Zuleitung für 22
	24	Austrittsöffnungen von 22
30	25	Vormischgasstrom aus erster aussenseitiger Zuführung
	26	Pilotgas aus Spitze von 15
	27	Pilotgas-Öffnungen in Spitze von 15
	28	Vormischgasstrom aus mittlerem Bereich von 15
	29	Vormischgas-Öffnungen in 15
35	281	flüssiger Pilotbrennstoff aus Spitze von 15
	291	Öffnung(en) für flüssigen Pilotbrennstoff in Spitze von 15
	30	flüssiger Vormischbrennstoff aus erster Reihe aus 15
	31	erste Reihe von Austrittsöffnungen für flüssigen Vormischbrennstoff in mittleren Bereich von 15
40	32	flüssiger Vormischbrennstoff aus zweiter Reihe aus 15
	33	zweite Reihe von Austrittsöffnungen für flüssigen Vormischbrennstoff im mittleren Bereich von 15
	34	flüssiger Vormischbrennstoff aus erster Reihe aus 18
	35	erste Reihe von Austrittsöffnungen für flüssigen Vormischbrennstoff aus 18
	36	flüssiger Vormischbrennstoff aus zweiter Reihe aus 18
45	37	zweite Reihe von Austrittsöffnungen für flüssigen Vormischbrennstoff aus 18
	38	Vormischgasstrom aus zweiter aussenseitiger Zuführung
	39	flüssiger Brennstoff aus 5
	40	Übergangsbereich

Patentansprüche

1. Vormischbrenner mit einem Drallerzeuger (1) und einem nachgeschalteten Mischrohr (2) für die Verbrennung von gasförmigem (13) und flüssigem (39) Brennstoff, welcher in den Brennerinnenraum (16) des Drallerzeugers (1) oder des Mischrohrs eingebracht wird, wobei im Übergangsbereich (6, 8, 40) vom Drallerzeuger (1) zum Mischrohr (2), der 20% bis 30 % der Länge des Drallerzeugers sowie 20 % bis 30 % der Länge des Mischrohrs umfasst, wenigstens eine zusätzliche Zuführung (18, 19, 22) zur Einbringung eines weiteren Brennstoffes in das Mischrohr (2) vorgesehen

ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich eine auf der Brennerachse (12) des Brenners angeordnete Brennstofflanze (15) vorhanden ist, die sich im Bereich von 40-60% der Länge des Mischrohres in dieses erstreckt, und dass die Brennstofflanze (15) wenigstens ein äusseres Rohr mit einem koaxial angeordneten inneren Rohr und/oder mit radial verlaufenden Trennwänden zur separat kontrollierbaren Zuführung von flüssigem respektive gasförmigem Brennstoff als Pilotbrennstoff zur Spitze der Brennstofflanze (15) und/oder als Vormischbrennstoff zur Einbringung im Übergangsbereich (6, 8, 40) umfasst.

2. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl flüssiger als auch gasförmiger Brennstoff über die Brennstofflanze (15) in den Brennerinnenraum (17) des Mischrohres (2) einbringbar ist.

3. Brenner nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Spitze der Brennstofflanze (15) sowohl flüssiger Pilotbrennstoff (281) als auch gasförmiger Pilotbrennstoff (26) in den Brennerinnenraum (17) des Mischrohres (2) einbringbar ist, dass der flüssige Pilotbrennstoff (281) über wenigstens eine im wesentlichen auf der Brennerachse (12) angeordnete Öffnung (291) und/oder der gasförmige Pilotbrennstoff (26) über eine Mehrzahl von radial nach aussen versetzten Öffnungen (27) an der Spitze der Brennstofflanze (15) einbringbar sind.

4. Brenner nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstofflanze (15) derart ausgebildet ist, dass flüssiger Brennstoff (30, 32) im Übergangsbereich (6, 8, 40) in den Brennerinnenraum (16, 17) in radialer Richtung einbringbar ist, dass entlang der Brennstofflanze (15) verschiedene, in Strömungsrichtung hintereinander angeordnete Reihen oder Gruppen von Öffnungen (31, 33) vorhanden sind, und diese Reihen separat mit flüssigem Brennstoff angesteuert werden, und dass die Öffnungen (31, 33) von verschiedenen Reihen oder Gruppen in Strömungsrichtung versetzt angeordnet sind.

5. Brenner nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstofflanze (15) derart ausgebildet ist, dass gasförmiger Brennstoff (28) im Übergangsbereich (6, 8, 40) in den Brennerinnenraum (16, 17) in radialer Richtung einbringbar ist, dass entlang der Brennstofflanze (15) verschiedene, in Strömungsrichtung hintereinander angeordnete Reihen oder Gruppen von Öffnungen (29) vorhanden sind, und diese Reihen separat mit gasförmigem Brennstoff angesteuert sind, und dass die Öffnungen (29) von verschiedenen Reihen oder Gruppen in Strömungsrichtung versetzt angeordnet sind.

6. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Übergangsbereich (6, 8, 40), insbesondere bevorzugt im Bereich von dort angeordneten Übergangskanälen (6), eine Zuführung (18) für flüssigen Brennstoff angeordnet ist, wobei diese Zuführung flüssigen Brennstoff über wenigstens eine Reihe von Austrittsöffnungen (35, 37) einbringt, wobei insbesondere wenigstens eine Reihe von in Strömungsrichtung im wesentlichen auf gleicher Höhe angeordneten Austrittsöffnungen (35, 37) angeordnet ist, und wobei insbesondere bevorzugt bei Anwesenheit von mehreren derartigen Reihen von Austrittsöffnungen (35, 37) diese separat angesteuert werden können, und/oder in Strömungsrichtung versetzt angeordnet sind und/oder von unterschiedlicher Grosse ausgebildet sind, und/oder hinsichtlich der Eindüsungsrichtung so eingestellt sind, dass die Wandbereiche nicht mit Brennstoff beaufschlagt werden.

7. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Übergangsbereich (6, 8, 40), insbesondere bevorzugt im Bereich von oder unmittelbar stromab von dort angeordneten Übergangskanälen (6) wenigstens eine Zuführung (19, 22) für gasförmigen Brennstoff angeordnet ist, wobei diese Zuführung gasförmigen Brennstoff über wenigstens eine Reihe von Austrittsöffnungen (21, 24) einbringt, wobei insbesondere wenigstens eine Reihe von in Strömungsrichtung im wesentlichen auf gleicher Höhe angeordneten Austrittsöffnungen (21, 24) angeordnet ist, und wobei insbesondere bevorzugt bei Anwesenheit von mehreren derartigen Reihen von Austrittsöffnungen (21, 24) diese separat angesteuert werden können (20, 23), und/oder in Strömungsrichtung versetzt angeordnet sind, und/oder von unterschiedlicher Grosse ausgebildet sind und/oder hinsichtlich der Eindüsungsrichtung so eingestellt sind, dass die inneren Wandbereiche des Brenners nicht mit Brennstoff beaufschlagt werden.

8. Brenner nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Zuführung (18, 19, 22) wenigstens eine wenigstens teilweise umlaufende Verteilleitung umfasst, welche über eine Zuführung (20, 23) mit Brennstoff angesteuert wird.

9. Brenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger aus mindestens zwei hohlen in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten sich zu einem Körper ergänzenden Teilkegelschalen besteht, dass der Querschnitt des von den hohlen Teilkegelschalen gebildeten Innenraumes in Strömungsrichtung

mungsrichtung zunimmt, dass die jeweiligen Längssymmetrieachsen dieser Teilkegelschalen versetzt zueinander verlaufen, dergestalt, dass die benachbarten Wandungen der Teilkegelschalen in deren Längserstreckung tangentielle Lufteintrittsschlitze oder Kanäle für die Einströmung einer Verbrennungsluft in den von den Teilkegelschalen gebildeten Innenraum bilden.

- 5 10. Brenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger aus mindestens zwei hohlen in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten sich zu einem Körper ergänzenden Teilschalen besteht, dass der Querschnitt des von den hohlen Teilschalen gebildeten Innenraum in Strömungsrichtung zylindrisch oder quasi-zylindrisch verläuft, dass die jeweiligen Längssymmetrieachsen dieser Teilschalen versetzt zueinander verlaufen, dergestalt, dass die benachbarten Wandungen der Teilschalen in deren Längserstreckung tangentielle Lufteintrittsschlitze oder Kanäle für die Einströmung einer Verbrennungsluft in den von den teilschalen gebildeten Innenraum bilden, und dass der Innenraum einen Innenkörper aufweist, dessen Querschnitt in Strömungsrichtung abnimmt.
- 15 11. Brenner nach den Ansprüchen 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** flüssiger Brennstoff über eine zentrale Brennstoffdüse (5) und/oder gasförmiger Brennstoff (13) an den genannten tangentialen Lufteintrittsschlitzen eingebracht wird.
- 20 12. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Übergangsbereich (40) zwischen Drallerzeuger (1) und Mischrohr (2) Übergangskanäle (6) zur Überführung einer im Drallerzeuger gebildeten Strömung in den stromab der Übergangskanäle nachgeschalteten Durchflussquerschnitt des Mischrohrs (2) aufweist.
- 25 13. Verfahren zum Betrieb eines Brenners nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für ein Brennstoff-Staging für unterschiedliche Betriebszustände die unterschiedlichen Mittel (18, 19, 22, 27, 29, 291, 31, 33, 35, 37) zur Einbringung von flüssigem und/oder gasförmigem Brennstoff in Abhängigkeit der Last, respektive der zu erzeugenden Leistung und/oder der Verbrennungsqualität, respektive Verbrennungsstabilität, insbesondere auch hinsichtlich Schadstoffemission, einzeln und/oder in Kombination angesteuert werden.
- 30 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei unterschiedliche Stufen für den Betrieb mit gasförmigem und/oder flüssigem Brennstoff unter Verwendung von wenigstens zwei in Strömungsrichtung hintereinander angeordneten Zuführungen oder unter Verwendung von wenigstens einer Zuführung (29, 31, 33) im Übergangsbereich (40) über eine Brennstofflanze (15) und wenigstens einer Zuführung (18, 19, 22) im Übergangsbereich (40) vom Wandbereich in den Brennerinnenraum (17) eingesetzt werden.
- 35 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich über die Spitze der Brennstofflanze (15) gasförmiger oder flüssiger Pilotbrennstoff in den Verbrennungsluftstrom eingebracht wird.
- 40 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13-15, **dadurch gekennzeichnet, dass** Erdgas und/oder Synthesegas und/oder Erdöl als Brennstoff verwendet werden.

Claims

- 45 1. Premix burner with a swirl generator (1) and a downstream mixer tube (2) for combusting gaseous (13) and liquid (39) fuel which is introduced into the burner interior space (16) of the swirl generator (1) or of the mixer tube, wherein in the transition section (6, 8, 40) from the swirl generator (1) to the mixer tube (2) said transition section comprising 20% to 30% of the length of the swirl generator and 20% to 30% of the length of the mixer tube, provision is made for at least one additional feed (18, 19, 22) for introducing an additional fuel into the mixer tube (2), **characterized**
- 50 **in that** provision is additionally made for a fuel lance (15) which is arranged on the burner axis (12) of the burner, which fuel lance extends into the mixer tube in the region of 40 - 60% of the length of this, and **in that** the fuel lance (15) comprises at least one outer tube with a coaxially arranged inner tube and/or with radially extending partitioning walls for the separately controllable feed of liquid or gaseous fuel as pilot fuel to the tip of the fuel lance (15) and/or as premix fuel for introduction in the transition section (6, 8, 40).
- 55 2. Burner according to Claim 1, **characterized in that** both liquid and gaseous fuel can be introduced into the burner interior space (17) of the mixer tube (2) via the fuel lance (15).

3. Burner according to Claim 1 or 2, **characterized in that** at the tip of the fuel lance (15) both liquid pilot fuel (281) and gaseous pilot fuel (26) can be introduced into the burner interior space (17) of the mixer tube (2), **in that** the liquid pilot fuel (281) can be introduced via at least one opening (291) which is arranged essentially on the burner axis (12) and/or the gaseous pilot fuel (26) can be introduced via a multiplicity of radially outwardly offset openings (27) at the tip of the fuel lance (15).
4. Burner according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the fuel lance (15) is formed in such a way that liquid fuel (30, 32) can be introduced in the transition section (6, 8, 40) into the burner interior space (16, 17) in the radial direction, **in that** different rows or groups of openings (31, 33), which are arranged one behind the other in the flow direction, are available along the fuel lance (15), and these rows are operated separately with liquid fuel, and **in that** the openings (31, 33) of different rows or groups are arranged in an offset manner in the flow direction.
5. Burner according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the fuel lance (15) is formed in such a way that gaseous fuel (28) can be introduced in the transition section (6, 8, 40) into the burner interior space (16, 17) in the radial direction, **in that** different rows or groups of openings (29), which are arranged one behind the other in the flow direction, are available along the fuel lance (15), and these rows are operated separately with gaseous fuel, and **in that** the openings (29) of different rows or groups are arranged in an offset manner in the flow direction.
6. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** in the transition section (6, 8, 40), especially preferably in the region of transfer passages (6) which are arranged there, a feed (18) for liquid fuel is arranged, wherein this feed introduces liquid fuel via at least one row of discharge openings (35, 37), wherein provision is especially made for at least one row of discharge openings (35, 37) which are arranged essentially at the same level in the flow direction, and wherein with the presence of a plurality of such rows of discharge openings (35, 37) these can especially preferably be operated separately, and/or are arranged in an offset manner in the flow direction and/or are formed in different sizes, and/or with regard to the injection direction are set so that the wall regions are not impinged upon by fuel.
7. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** in the transition section (6, 8, 40), especially preferably in the region of, or directly downstream of, transfer passages (6) which are arranged there, at least one feed (19, 22) for gaseous fuel is arranged, wherein this feed introduces gaseous fuel via at least one row of discharge openings (21, 24), wherein this feed preferably introduces gaseous fuel via at least one row of discharge openings (21, 24), wherein provision is especially made for at least one row of discharge openings (21, 24) which are arranged essentially at the same level in the flow direction, and wherein with the presence of a plurality of such rows of discharge openings (21, 24) these can especially preferably be operated separately (20, 23), and/or are arranged in an offset manner in the flow direction and/or are formed in different sizes, and/or with regard to the injection direction are set so that the inner wall regions of the burner are not impinged upon by fuel.
8. Burner according to one of Claims 6 or 7, **characterized in that** the at least one feed (18, 19, 22) comprises at least one at least partially encompassing distribution line which is operated via a feed (20, 23) with fuel.
9. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** the swirl generator comprises at least two hollow partial cone shells which are nested inside each other in the flow direction, completing a body, **in that** the cross section of the interior space which is formed by the hollow partial cone shells increases in the flow direction, **in that** the respective longitudinal symmetry axes of these partial cone shells extend in an offset manner in relation to each other in such a way that the adjacent walls of the partial cone shells in their longitudinal extent form tangential air inlet slots or passages for the inflow of combustion air into the interior space which is formed by the partial cone shells.
10. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** the swirl generator comprises at least two hollow partial shells which are nested inside each other in the flow direction, completing a body, **in that** the cross section of the interior space which is formed by the hollow partial shells extends in a cylindrical or virtually cylindrical manner in the flow direction, **in that** the respective longitudinal symmetry axes of these partial shells extend in an offset manner in relation to each other in such a way that the adjacent walls of the partial shells in their longitudinal extent form tangential air inlet slots or passages for the inflow of combustion air into the interior space which is formed by the partial shells, and **in that** the interior space has an inner body, the cross section of which reduces in the flow direction.
11. Burner according to Claims 9 or 10, **characterized in that** liquid fuel is introduced via a central fuel nozzle (5) and/or

gaseous fuel (13) is introduced at the said tangential air inlet slots.

12. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** in a transition section (40) between swirl generator (1) and mixer tube (2), transfer passages (6) are provided for transferring a flow which is formed in the swirl generator into the throughflow cross section of the mixer tube (2), which is connected downstream of the transfer passages.
13. Method for operating a burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** for a fuel staging for different operating states the various means (18, 19, 22, 27, 29, 291, 31, 33, 35, 37) for introducing liquid and/or gaseous fuel in dependence upon the load, or upon the output which is to be generated and/or upon the combustion quality or combustion stability, especially also with regard to pollutant emission, are operated individually and/or in combination.
14. Method according to Claim 13, **characterized in that** at least two different stages for operation with gaseous and/or liquid fuel are used, using at least two feeds which are arranged one behind the other in the flow direction, or using at least one feed (29, 31, 33) in the transition section (40) via a fuel lance (15) and at least one feed (18, 19, 22) in the transition section (40) from the wall region into the burner interior space (17).
15. Method according to one of Claims 13 or 14, **characterized in that** gaseous or liquid pilot fuel is additionally introduced into the combustion airflow via the tip of the fuel lance (15).
16. Method according to one of Claims 13 to 15, **characterized in that** natural gas and/or synthesis gas and/or crude oil are used as fuel.

Revendications

1. Brûleur à prémélange comprenant un générateur de tourbillons (1) et un tube de mélange (2) monté en aval pour la combustion de combustible gazeux (13) et liquide (39) qui est introduit dans l'espace interne de brûleur (16) du générateur de tourbillons (1) ou du tube de mélange, au moins une alimentation supplémentaire (18, 19, 22) étant prévue pour introduire un combustible supplémentaire dans le tube de mélange (2) dans la région de transition (6, 8, 40) du générateur de tourbillons (1) au tube de mélange (2), qui comprend 20 % à 30 % de la longueur du générateur de tourbillons et 20 % à 30 % de la longueur du tube de mélange, **caractérisé en ce qu'**une lance à combustible (15) disposée sur l'axe de brûleur (12) du brûleur est en outre prévue, laquelle s'étend dans la région de 40 à 60 % de la longueur du tube de mélange à l'intérieur de ce dernier et **en ce que** la lance à combustible (15) comprend au moins un tube extérieur avec un tube intérieur disposé coaxialement et/ou avec des parois de séparation s'étendant radialement pour l'alimentation contrôlable séparément de combustible liquide, respectivement gazeux, sous forme de combustible pilote à la pointe de la lance à combustible (15) et/ou sous forme de combustible de prémélange destiné à être introduit dans la région de transition (6, 8, 40).
2. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**à la fois du combustible liquide et gazeux peut être introduit par le biais de la lance à combustible (15) dans l'espace interne de brûleur (17) du tube de mélange (2).
3. Brûleur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**à la fois du combustible pilote liquide (281) et du combustible pilote gazeux (26) peuvent être introduits dans l'espace interne de brûleur (17) du tube de mélange (2) au niveau de la pointe de la lance à combustible (15), **en ce que** le combustible pilote liquide (281) peut être introduit par le biais d'au moins une ouverture (291) disposée essentiellement sur l'axe du brûleur (12) et/ou le combustible pilote gazeux (26) peut être introduit par le biais d'une pluralité d'ouvertures (27) décalées radialement vers l'extérieur au niveau de la pointe de la lance à combustible (15).
4. Brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la lance à combustible (15) est réalisée de telle sorte que du combustible liquide (30, 32) puisse être introduit dans la direction radiale dans la région de transition (6, 8, 40) dans l'espace interne de brûleur (16, 17), **en ce que** différentes rangées ou différents groupes d'ouvertures (31, 33) disposés les uns derrière les autres dans la direction de l'écoulement sont prévus le long de la lance à combustible (15), et ces rangées sont commandées séparément avec du combustible liquide, et **en ce que** les ouvertures (31, 33) de différentes rangées ou de différents groupes sont disposées de manière décalée dans la direction de l'écoulement.

5. Brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la lance à combustible (15) est réalisée de telle sorte que du combustible gazeux (28) puisse être introduit dans la région de transition (6, 8, 40) dans l'espace interne de brûleur (16, 17) dans la direction radiale, **en ce que** différentes rangées ou différents groupes d'ouvertures (29) disposés les uns derrière les autres dans la direction de l'écoulement sont prévus le long de la lance à combustible (15), et ces rangées sont commandées séparément avec du combustible gazeux, et **en ce que** les ouvertures (29) de différentes rangées ou de différents groupes sont disposées de manière décalée dans la direction de l'écoulement.
6. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** dans la région de transition (6, 8, 40), en particulier de préférence dans la région de canaux de transition (6) qui y sont disposés, est prévue une alimentation (18) pour du combustible liquide, cette alimentation introduisant du combustible liquide par le biais d'au moins une rangée d'ouvertures de sortie (35, 37), en particulier au moins une rangée d'ouvertures de sortie (35, 37) disposées essentiellement à la même hauteur dans la direction de l'écoulement étant prévue, et notamment de préférence en présence de plusieurs rangées d'ouvertures de sortie (35, 37) de ce type, celles-ci pouvant être commandées séparément, et/ou étant disposées de manière décalée dans la direction de l'écoulement et/ou étant réalisées avec une taille différente, et/ou étant ajustées en termes de sens d'injection de telle sorte que les régions de paroi ne soient pas sollicitées avec du combustible.
7. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** dans la région de transition (6, 8, 40), en particulier de préférence dans la région de canaux de transition (6) disposés à cet endroit ou directement en aval de ceux-ci, est prévue au moins une alimentation (19, 22) pour du combustible gazeux, cette alimentation introduisant du combustible gazeux par le biais d'au moins une rangée d'ouvertures de sortie (21, 24), en particulier au moins une rangée d'ouvertures de sortie (21, 24) disposées dans la direction de l'écoulement essentiellement à la même hauteur étant prévue, et en particulier de préférence en présence de plusieurs rangées d'ouvertures de sortie (21, 24) de ce type, celles-ci pouvant être commandées séparément (20, 23), et/ou étant disposées de manière décalée dans la direction de l'écoulement, et/ou étant réalisées avec une taille différente et/ou étant ajustées en termes de sens d'injection de telle sorte que les régions de paroi internes du brûleur ne soient pas sollicitées avec du combustible.
8. Brûleur selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, **caractérisé en ce que** l'au moins une alimentation (18, 19, 22) comprend au moins une conduite de distribution au moins partiellement périphérique, qui est commandée avec du combustible par le biais d'une alimentation (20, 23).
9. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le générateur de tourbillons se compose d'au moins deux coques coniques partielles creuses emboîtées l'une dans l'autre dans la direction de l'écoulement se complétant pour former un corps, **en ce que** la section transversale de l'espace interne formé par les coques coniques partielles creuses augmente dans la direction de l'écoulement, **en ce que** les axes de symétrie longitudinaux respectifs de ces coques coniques partielles s'étendent de manière décalée l'un par rapport à l'autre de telle sorte que les parois adjacentes des coques coniques partielles forment dans leur étendue longitudinale des fentes d'entrée d'air tangentielles ou des canaux pour l'afflux d'un air de combustion dans l'espace interne formé par les coques coniques partielles.
10. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le générateur de tourbillons se compose d'au moins deux coques partielles creuses emboîtées l'une dans l'autre dans la direction de l'écoulement se complétant pour former un corps, **en ce que** la section transversale de l'espace interne formé par les coques partielles creuses s'étend dans la direction de l'écoulement sous forme cylindrique ou presque cylindrique, **en ce que** les axes de symétrie longitudinaux respectifs de ces coques partielles s'étendent de manière décalée l'un par rapport à l'autre de telle sorte que les parois adjacentes des coques partielles forment dans leur étendue longitudinale des fentes d'entrée d'air tangentielles ou des canaux pour l'afflux d'un air de combustion dans l'espace interne formé par les coques partielles, et **en ce que** l'espace interne présente un corps interne dont la section transversale diminue dans la direction de l'écoulement.
11. Brûleur selon les revendications 9 ou 10, **caractérisé en ce que** du combustible liquide est introduit par le biais d'une buse à combustible centrale (5) et/ou du combustible gazeux (13) est introduit au niveau des fentes d'entrée d'air tangentielles mentionnées.
12. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** dans une région de transition (40) entre le générateur de tourbillons (1) et le tube de mélange (2) sont prévus des canaux de transition (6) pour

le transfert d'un écoulement formé dans le générateur de tourbillons dans la section transversale d'écoulement du tube de mélange (2) montée en aval des canaux de transition.

- 5 13. Procédé pour faire fonctionner un brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pour un échelonnement de combustible pour différents états de fonctionnement, les différents moyens (18, 19, 22, 27, 29, 291, 31, 33, 35, 37) pour introduire du combustible liquide et/ou gazeux sont commandés en fonction de la charge, respectivement de la puissance à produire et/ou de la qualité de combustion, respectivement de la stabilité de combustion, en particulier aussi en termes d'émissions toxiques, de manière individuelle et/ou en combinaison.
- 10 14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'**au moins deux étages différents de fonctionnement avec du combustible gazeux et/ou liquide sont utilisés en utilisant au moins deux alimentations disposées l'une derrière l'autre dans la direction de l'écoulement ou en utilisant au moins une alimentation (29, 31, 33) dans la région de transition (40) par le biais d'une lance à combustible (15) et au moins une alimentation (18, 19, 22) dans la région de transition (40) de la région de paroi dans l'espace interne de brûleur (17).
- 15 15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 ou 14, **caractérisé en ce que** du combustible pilote gazeux ou liquide est introduit en plus dans le courant d'air de combustion par le biais de la pointe de la lance à combustible (15).
- 20 16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, **caractérisé en ce que** du gaz naturel et/ou du gaz synthétique et/ou du pétrole sont utilisés comme combustible.

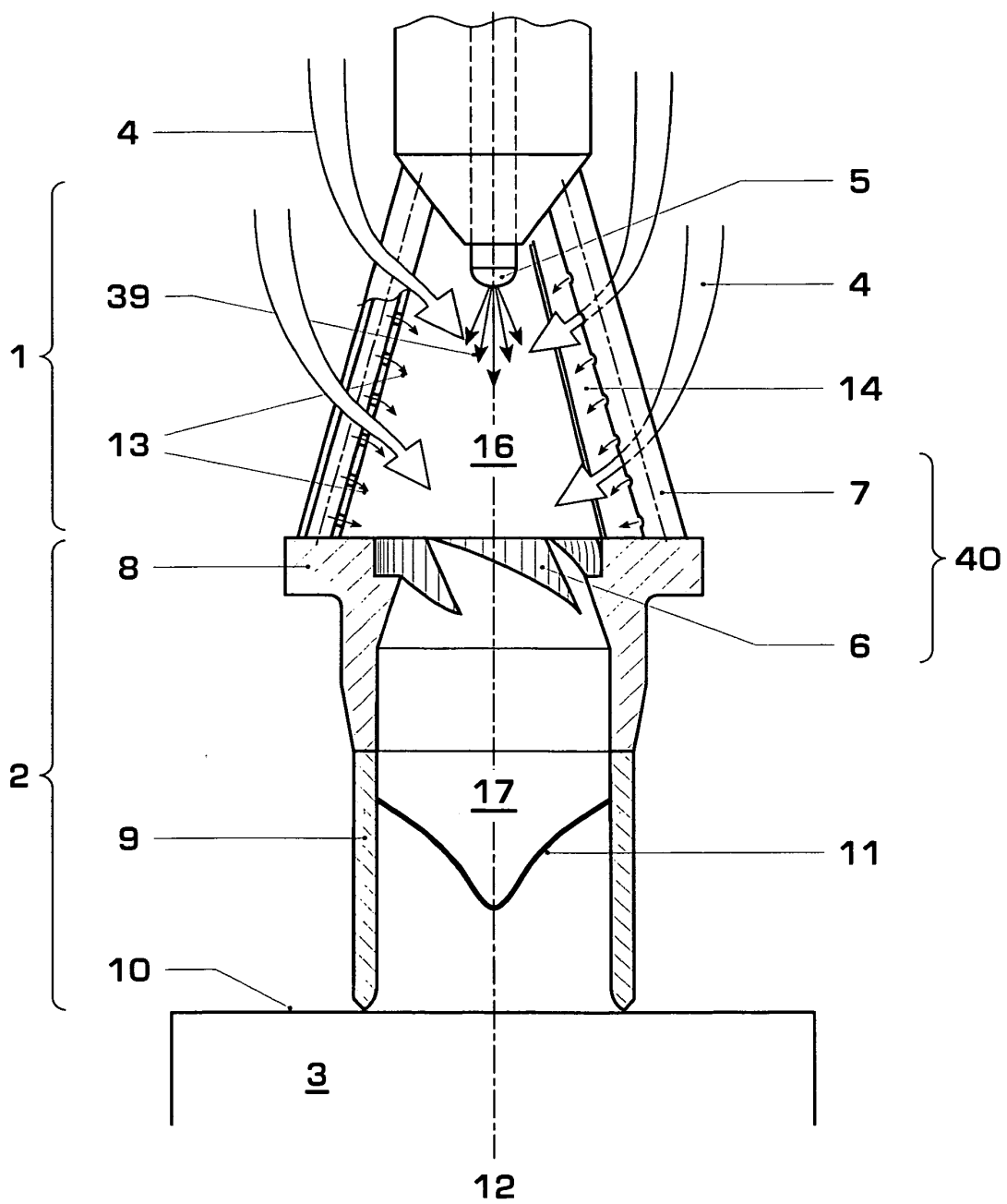


FIG. 1

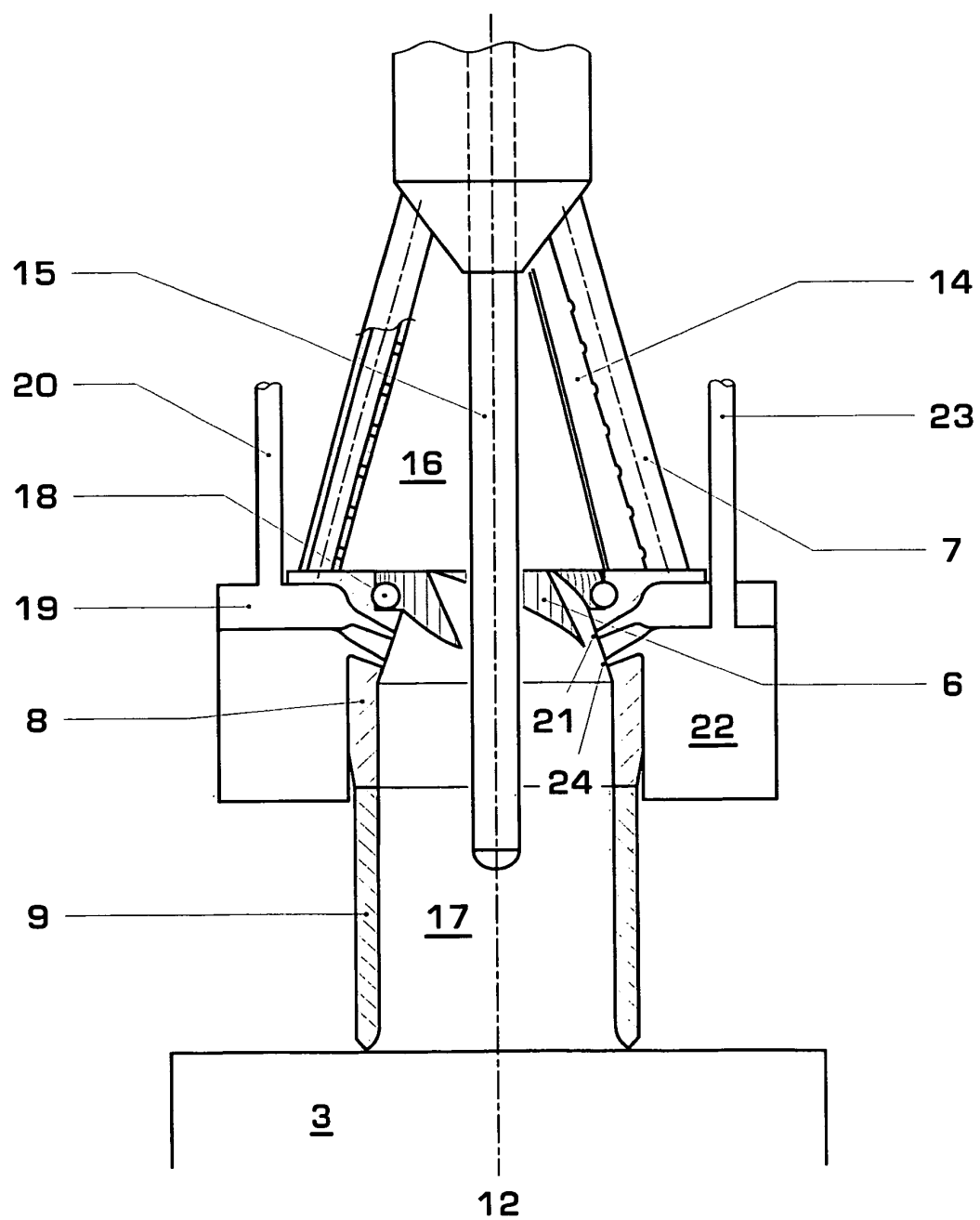


FIG. 2

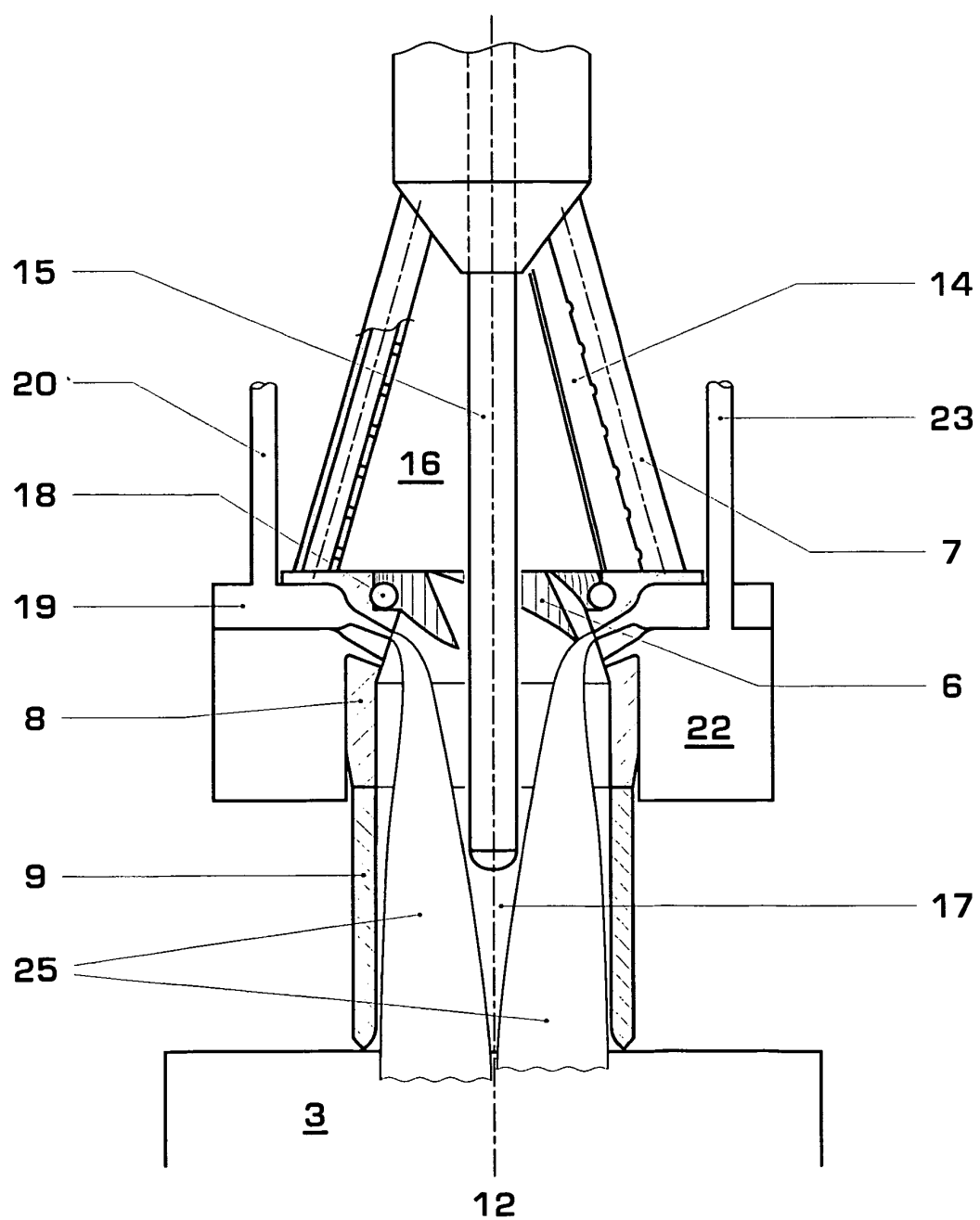


FIG. 3

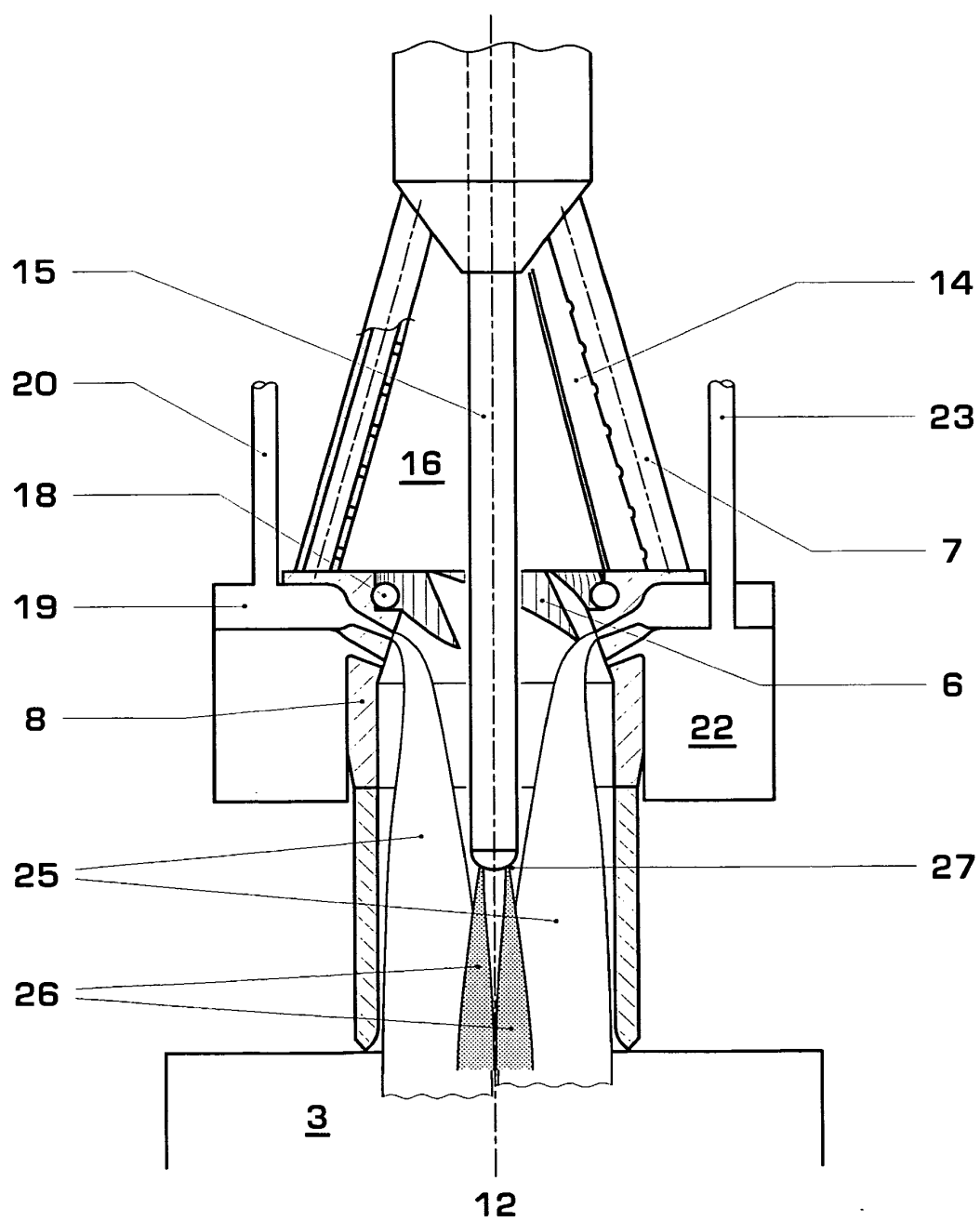


FIG. 4

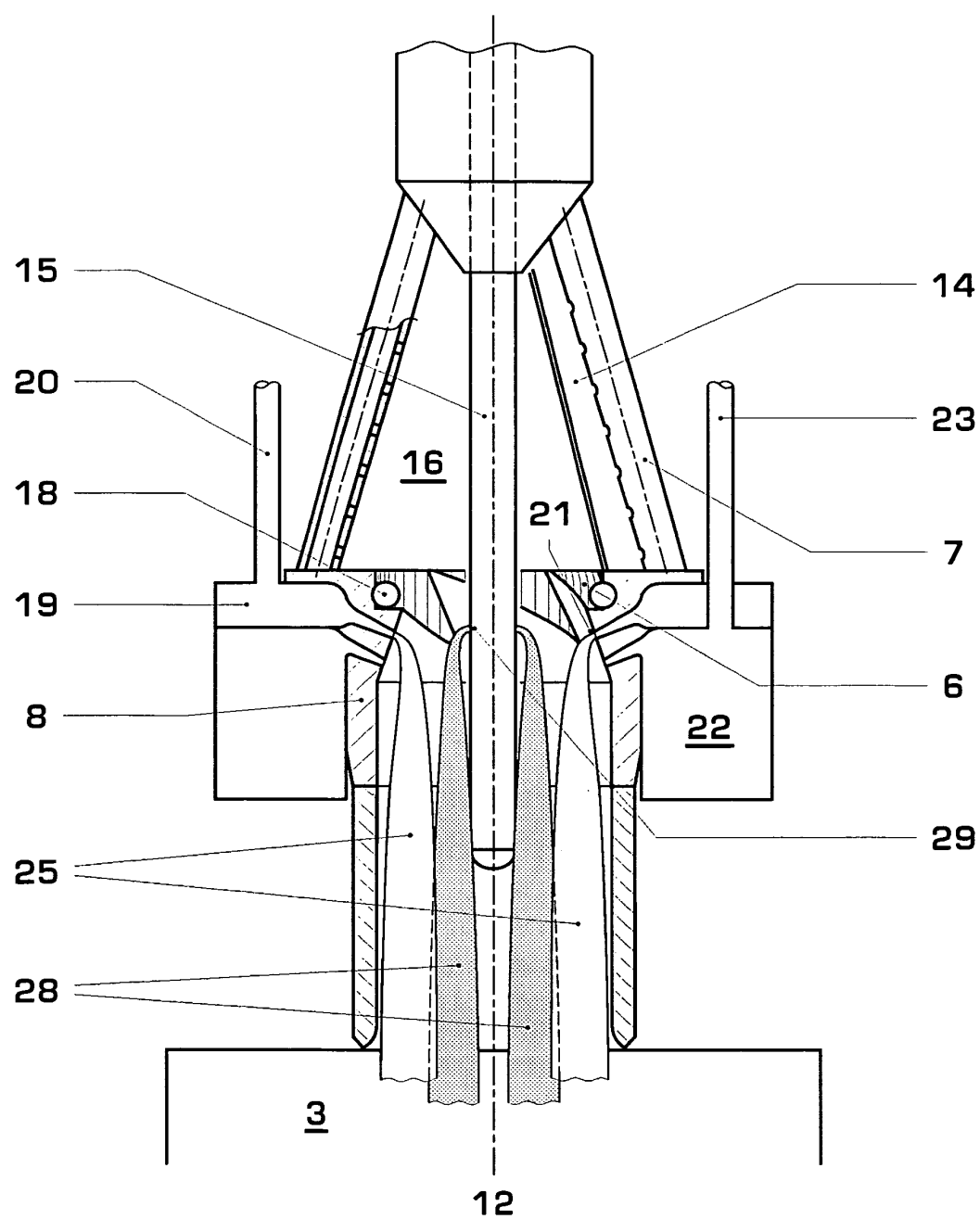


FIG. 5

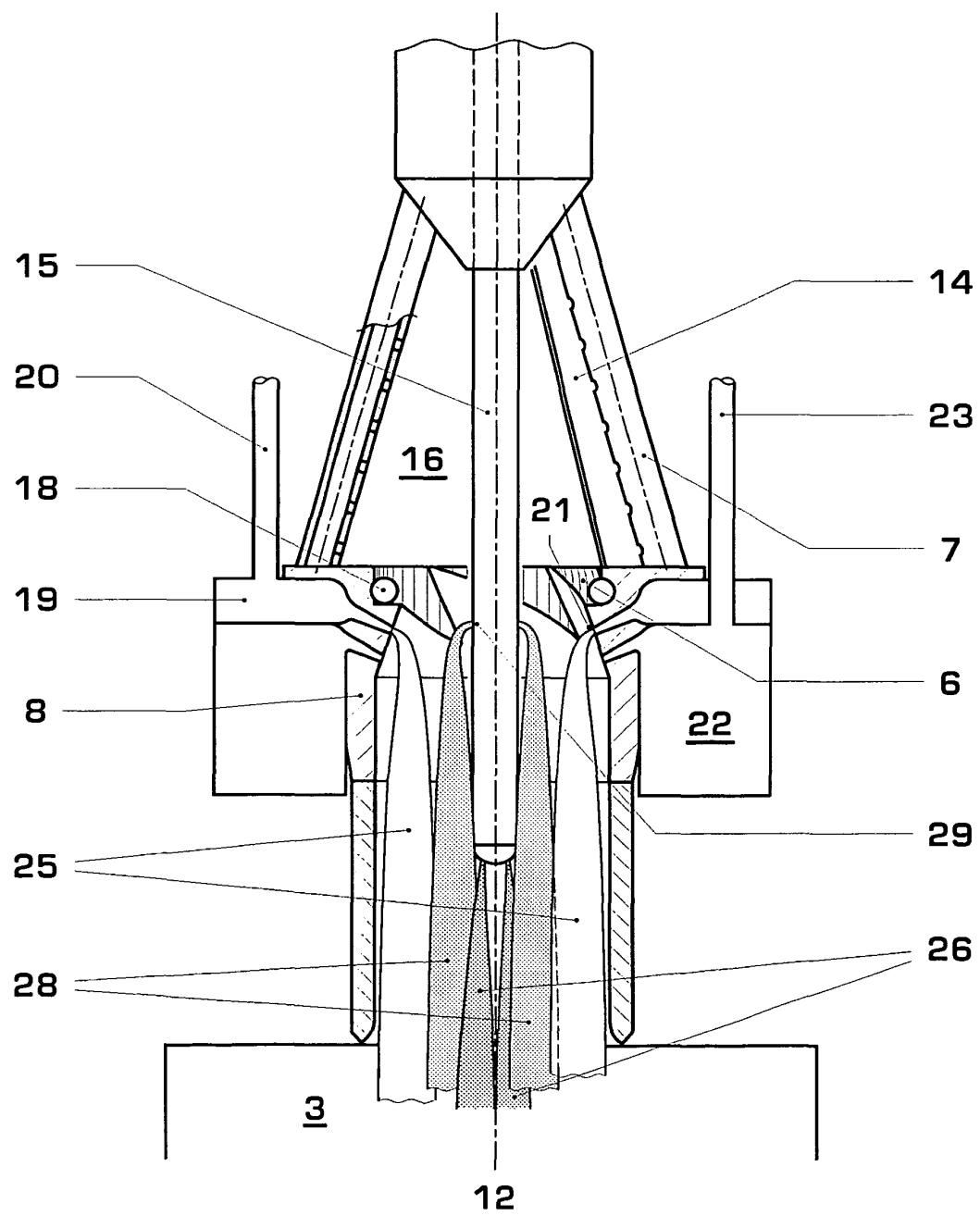


FIG. 6

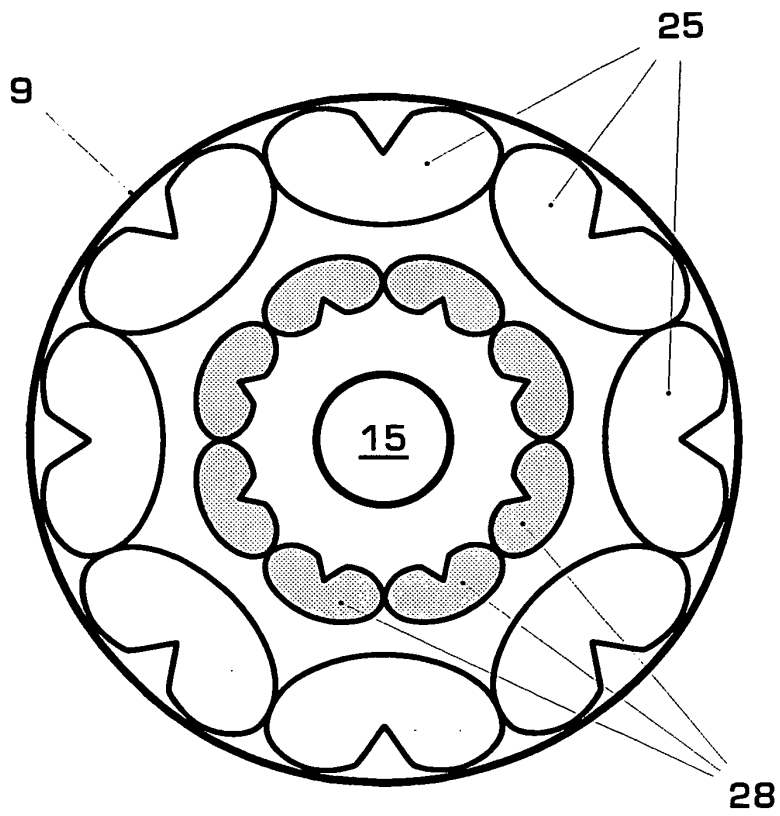


FIG. 7

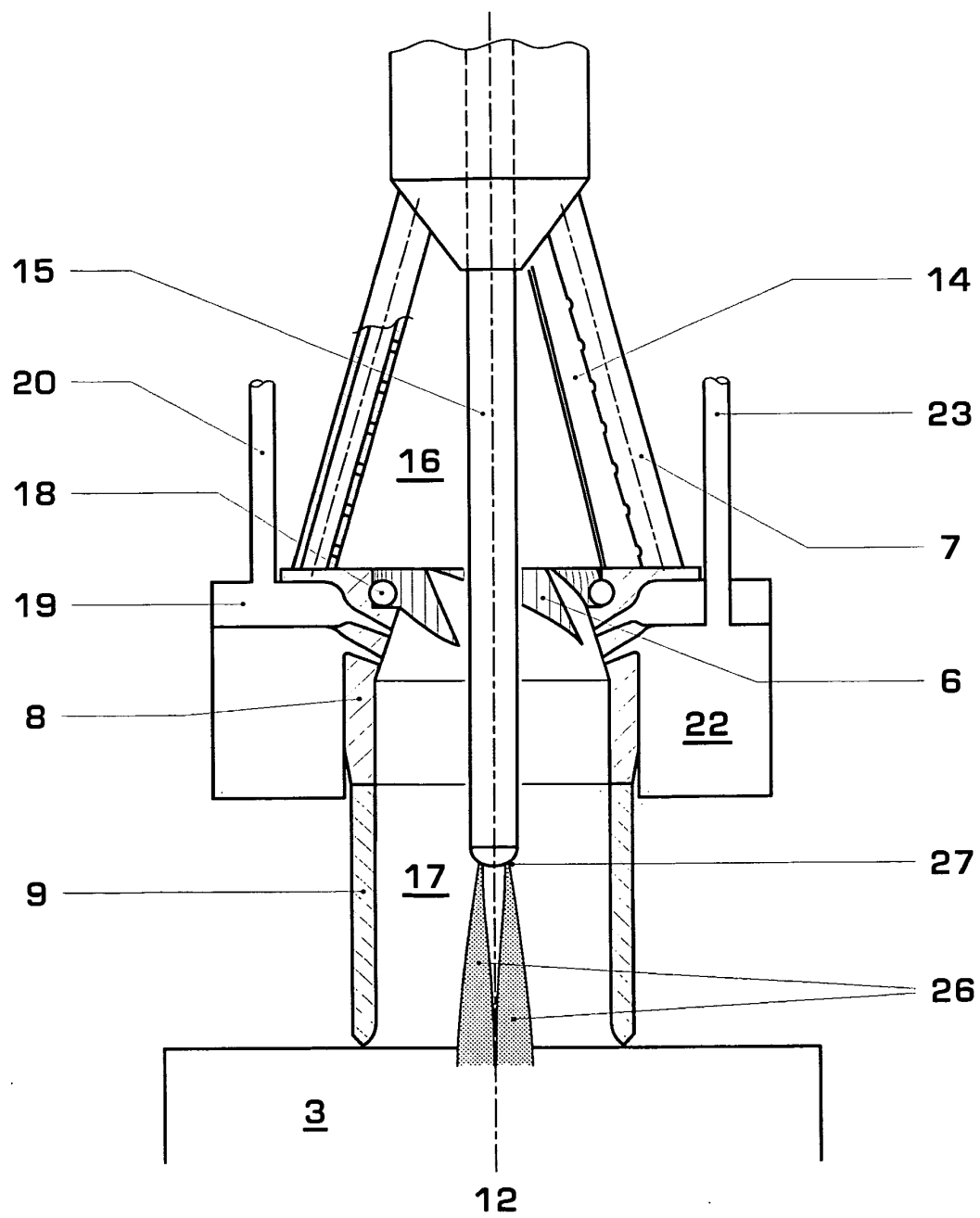


FIG. 8

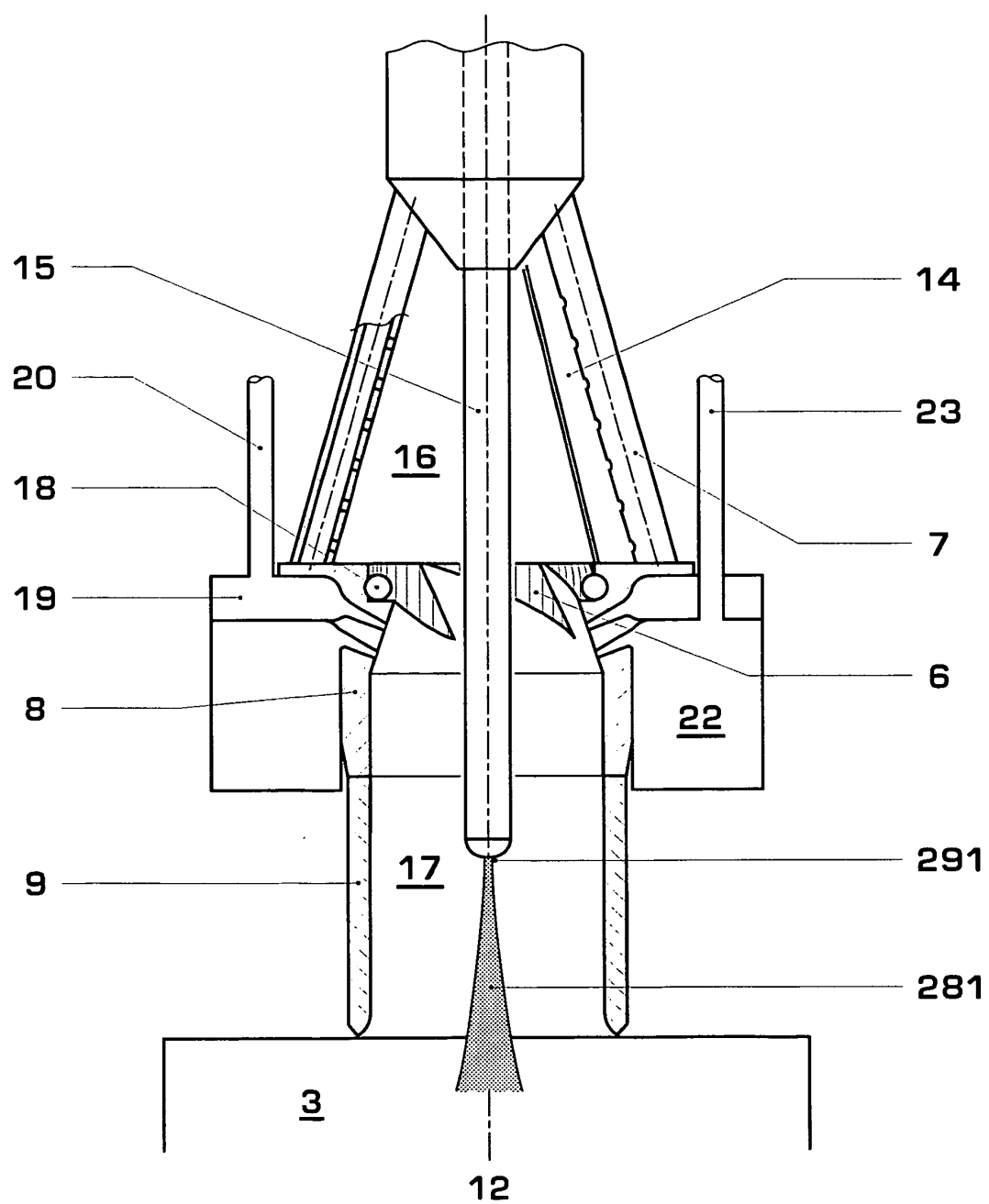


FIG. 9

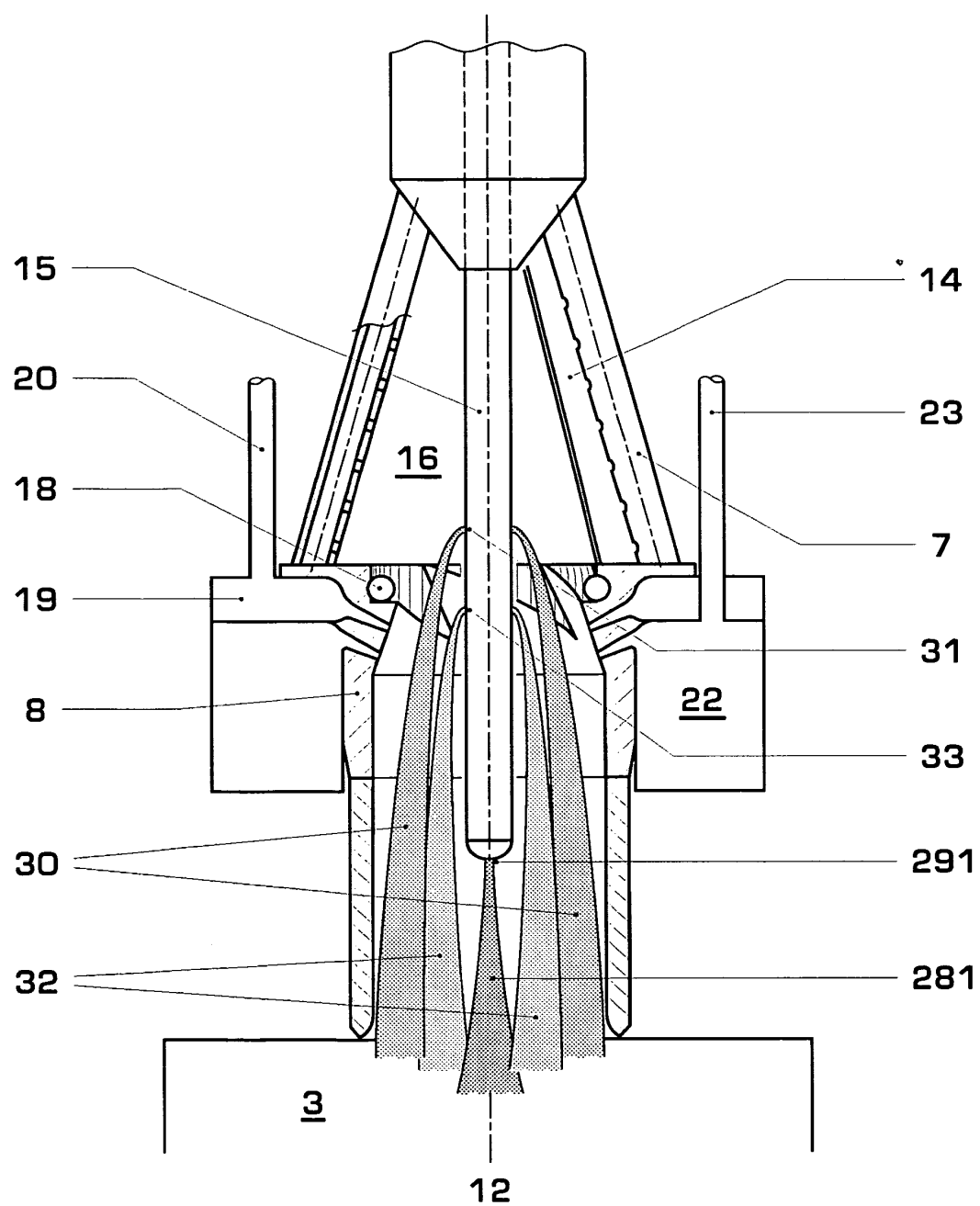


FIG. 10

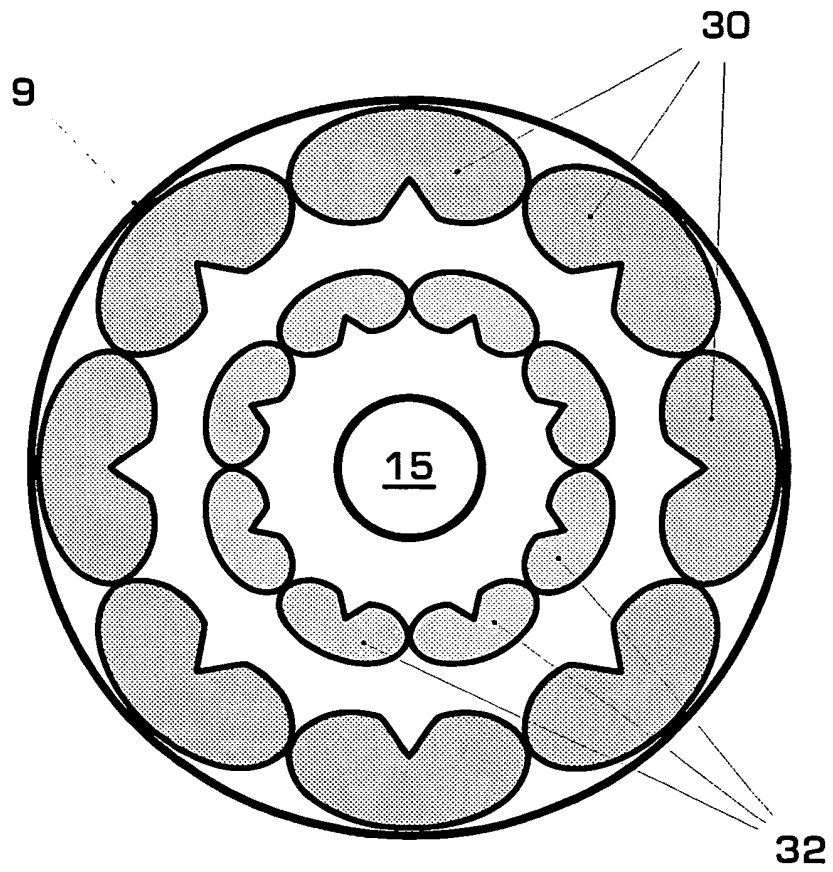


FIG. 11

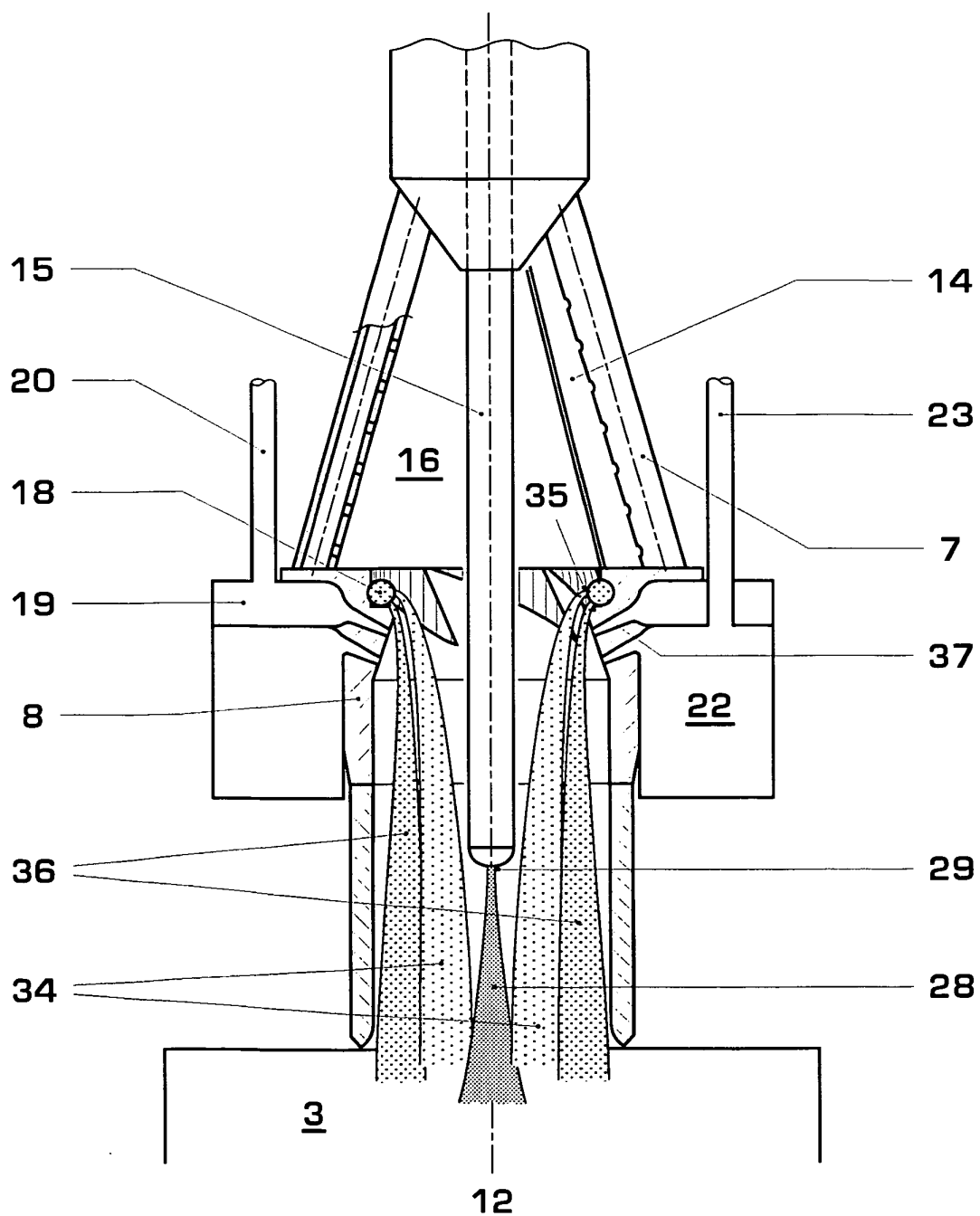


FIG. 12

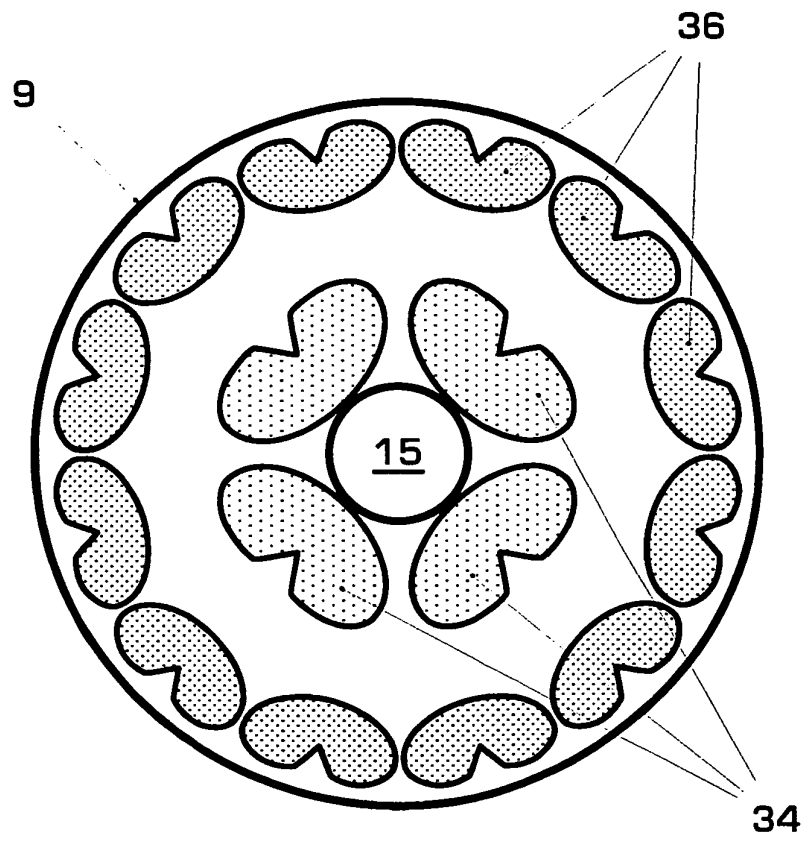


FIG. 13

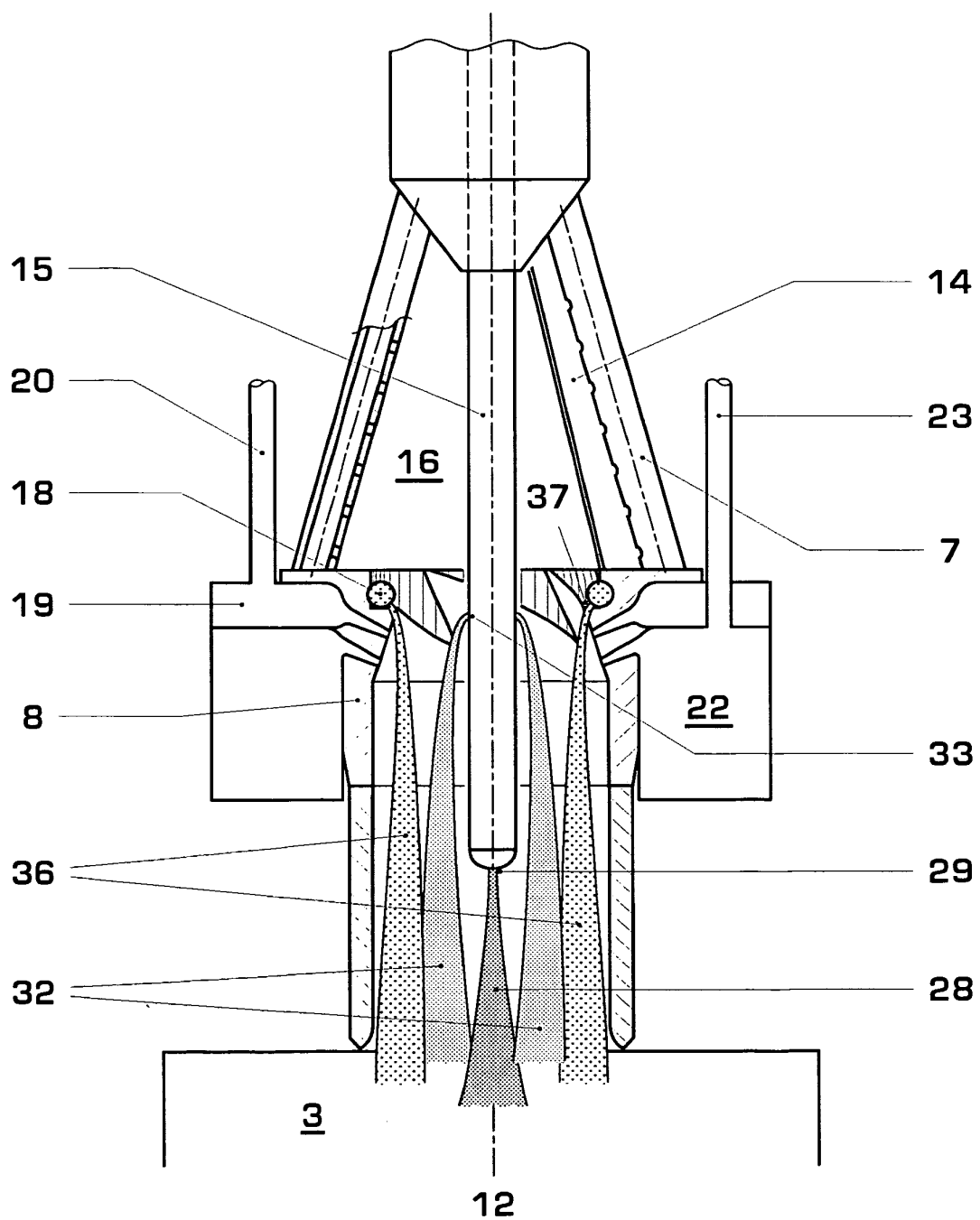


FIG. 14

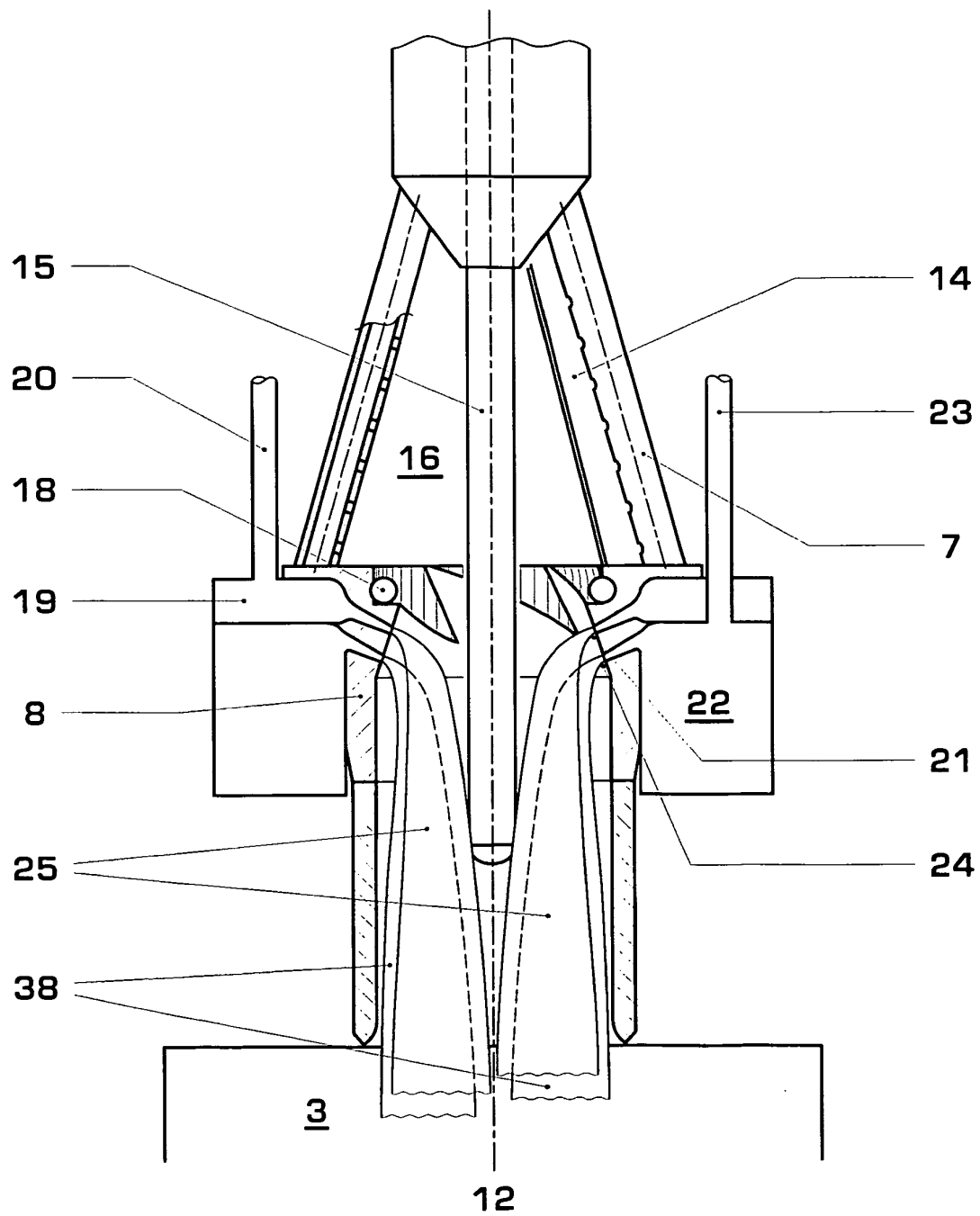


FIG. 15

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 321809 A1 **[0003]**
- EP 704657 A1 **[0003]**
- EP 0321809 A1 **[0003]** **[0025]** **[0033]**
- EP 1292795 A1 **[0008]**
- EP 0778445 A1 **[0009]**
- WO 9317279 A **[0009]**
- EP 0833105 A1 **[0009]**
- WO 2006069861 A **[0009]**
- EP 0704657 A1 **[0026]** **[0032]** **[0035]**