



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 070 915 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.01.2001 Patentblatt 2001/04

(51) Int Cl.7: **F23C 7/00**, F23D 17/00,
F23R 3/60, F23R 3/28,
F23R 3/34

(21) Anmeldenummer: **99114377.7**

(22) Anmeldetag: **22.07.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Asea Brown Boveri AG**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Paikert, Bettina, Dr.**
5452 Oberrohrdorf (CH)
• **Strässle, Richard**
5004 Aarau (CH)
• **Steinbach, Christian, Dr.**
5432 Neuenhof (CH)
• **Winkler, Dieter**
79787 Lauchringen (DE)

(54) **Vormischbrenner**

(57) Ein Vormischbrenner einer bekannten Bauart besteht im wesentlichen aus einem Drallerzeuger (101, 102) für einen Verbrennungsluftstrom (15) oder ein anderes gasförmiges Oxidationsmedium, und aus Mitteln (3,32) zur Eindüsung von Brennstoff (4,17) in die so erzeugte Drallströmung. Durch eine unstetige Querschnittserweiterung beim Übergang zum Brennraum (22) platzt die Drallströmung auf; eine Rückströmblase (6) bildet sich aus, welche zur Flammenstabilisierung dient. Für einen Einsatz mit sehr stark aufgeheizter Verbrennungsluft, bei Temperaturen jenseits 500°C, wird die Brenngasversorgung (32) mechanisch vom Draller-

zeuger (101, 102) entkoppelt. Dadurch werden beim Einsatz nicht oder nur gering vorgewärmten Brenngases Spannungen aufgrund behinderter thermischer Dehnungen vermieden. In konsequenter Weiterführung des Erfindungsgedankens ist in einer bevorzugten Ausführungsform des Vormischbrenners die Frontpartie mit einem Hitzeschutzschild (41) versehen, der seinerseits mittels einer weichen Aufhängung an einer Trägerstruktur (42) befestigt ist, welche Aufhängung auch an dieser Stelle thermische Differenzdehnungen so wenig als möglich behindert, und so dem Aufbau von Wärmespannungen vorbeugt.

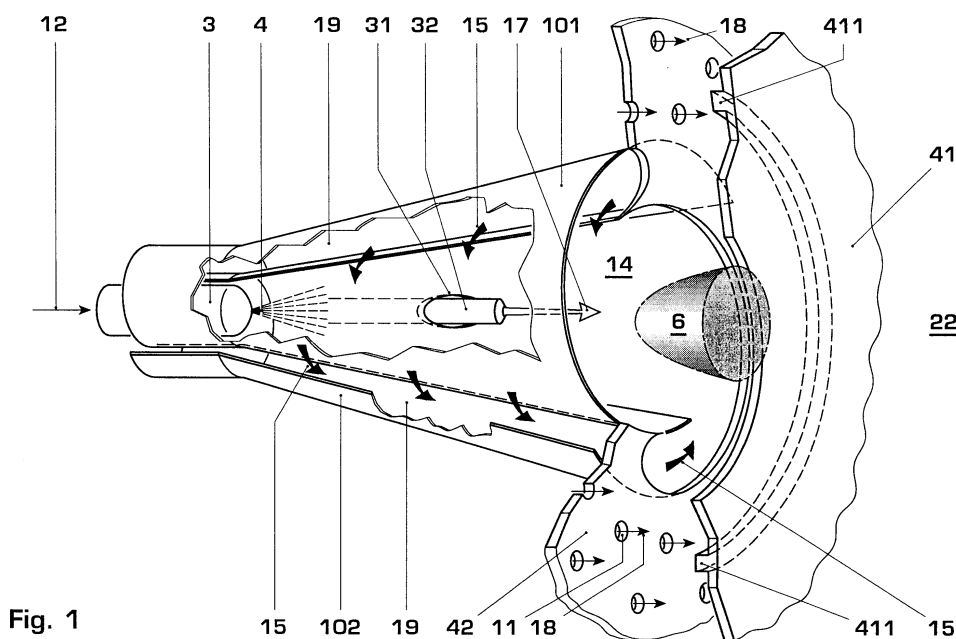


Fig. 1

EP 1 070 915 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft Vormischbrenner gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs.

Stand der Technik

[0002] Aus der EP 0 321 809, der EP 0 780 629, oder der WO 93/17279 sind jeweils Vormischbrenner zum Betrieb mit gasförmigen und/oder flüssigen Brennstoffen bekannt geworden, die wesentliche Merkmale gemeinsam haben. So schliesst jeweils ein Drallerzeuger mit tangentialen Lufteintrittsöffnungen einen Hohlraum ein, dessen Querschnittsfläche sich in axialer Strömungsrichtung erweitert. In EP 0 321 809 und EP 0 780 629 wird dies realisiert, indem der Drallerzeuger kegelförmig ausgebildet ist, während die vollkommen äquivalente in WO 93/17279 vorgeschlagene Lösung die ist, den Drallerzeuger selbst zylindrisch zu bauen, und ins Innere des Hohlraums einen kegelförmigen, sich in axiale Durchströmungsrichtung verjüngenden Verdrängungskörper einzusetzen. Innerhalb des Drallerzeugers wird der Drallströmung Brennstoff zugeführt. Es ist bekannt, Mittel zur Zuführung eines Flüssigbrennstoffs in der Nähe der Brennerachse anzuordnen, und radial aussen, bevorzugt im Bereich der tangentialen Lufteintrittsöffnungen, Mittel zur Einbringung gasförmiger Brennstoffe vorzusehen. Die Einbringung der Brennstoffe in eine stark verdrehte Strömung zielt auf eine gute Vormischung des Brennstoff-Luft-Gemisches ab, wobei die Axialkomponente der Strömungsgeschwindigkeiten natürlich so hoch sein muss, dass die Flamme nicht in den Hohlraum der Brenners zurückschlägt. Zur weiteren Intensivierung der Vermischung von Brennstoff und Luft schlägt die EP 0 780 629 vor, dem Drallerzeuger eine Mischstrecke nachzuschalten, und die Drallströmung möglichst verlustfrei in diese Mischstrecke zu überführen. An einem stromabwärtigen Ende münden die zitierten Brennerbauarten mit einer - mehr oder weniger sprunghaften - Erweiterung des Strömungsquerschnittes auf kurzer axialer Distanz in einem Brennraum. Die stark verdrehte Strömung platzt an diesem Querschnittssprung auf, und es bildet sich eine Rückströmblase, die, ohne latent thermisch gefährdete mechanische Flammenhalter, eine Stabilisierung einer Flamme bewirkt.

[0003] Brenner der aus der EP 0 321 809 bekannten Bauart haben sich seit Jahren in der praktischen Anwendung in Gasturbinen und atmosphärischen Feuerungsanlagen bewährt. Die aus EP 0 321 809 und aus der EP 0 780 629 bekannten Brenner wurden stetig weiterentwickelt, und Verbesserungsvorschläge finden sich in einer Vielzahl veröffentlichter Dokumente.

[0004] Bei den bis anhin bekannten Vormischbrennern ist eine Leitung zur Zufuhr von gasförmigen Brenn-

stoffen in den Drallerzeuger integriert, oder fest mit diesem verbunden. Diese Lösung ist von Vorteil, um gasförmigen Brennstoff für den Vormischbetrieb möglichst gleichmässig im Bereich der tangentialen Lufteintrittsschlitze in die Verbrennungsluft - oder ein anderes Oxydationsmedium - einzubringen. Gleichwohl sind auch der Drallerzeuger und das Mischrohr von einem Medium umgeben, dessen Temperatur im Betrieb mehrere 100°C erreicht, und also deutlich über der auch eines gegebenenfalls vorgewärmten Brenngases liegt. Damit entstehen auch im Bereich dieser Brennstoffzuführungen mechanische Spannungen aufgrund behinderter thermischer Dehnungen.

[0005] Bei modernen Gasturbinen erreichen die Temperaturen der Verbrennungsluft eine Grössenordnung von rund 500°C. Mit steigendem Druckverhältnis des Arbeitsprozesses aber, oder mit einer starken externen Vorwärmung der Verbrennungsluft - beides Massnahmen, die den Prozesswirkungsgrad günstig beeinflussen - werden die Wärmespannungen im Bereich der Gaszuführungen verschärft.

[0006] Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass bei weiter gesteigerten Prozesseckdaten mit einer Begrenzung der Lebensdauer von Vormischbrennern in den heute bekannten Ausführungsformen durch Wärmespannungen in den Bauteilen aufgrund behinderter thermischer Dehnung zu rechnen ist. Daneben wird auch die Kühlung heissgasexponierter Bauteile immer aufwendiger befriedigend zu lösen sein.

Darstellung der Erfindung

[0007] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, einen Vormischbrenner der eingangs genannten Art insbesondere im Bereich der Zuführleitungen für gasförmigen Brennstoff so aufzubauen, dass Relativverschiebungen der einzelnen Komponenten des Brenners aufgrund von thermischen Dehnungen unbehindert erfolgen können.

[0008] Erfindungsgemäss wird dies durch die Merkmale des Anspruchs 1 erreicht.

[0009] Kern der Erfindung ist es also, die Versorgung mit gasförmigem Brennstoff für den Vormischbetrieb mechanisch vom Drallerzeuger zu entkoppeln. Erfindungsgemäss wird, anstatt wie bei den konventionellen Bauarten, eine Brennstoffleitung mit einer Vielzahl von Gasbohrungen in den Drallerzeuger zu integrieren, der Drallerzeuger mit einer Reihe von Öffnungen versehen, und Brennstoffleitungen für den Gas-Vormischbetrieb werden als Rohrleitungen ausgeführt, die durch eben jene Öffnungen ins Innere des Drallerzeugers hineinragen, und dort der verdrehten Strömung der Verbrennungsluft gasförmigen Brennstoff zuführen. Bevorzugt ist pro tangentialen Einlassschlitz des Drallerzeugers wenigstens ein Gaszuführrohr angeordnet. Die offenen Enden der Gasleitungen werden mit Vorteil als Düsen gestaltet. Das mit hoher Geschwindigkeit ausströmen-

de Gas verhindert ein Rückströmen von Brenngas durch die Öffnungen des Drallerzeugers.

[0010] In konsequenter Weiterführung des Erfindungsgedankens wird mit Vorteil auch die dem Brennraum zugewandte Frontpartie durch einen Hitzeschutzschild vor den heissen Verbrennungsgasen und der Wärmestrahlung im Brennraum geschützt, und es wird auch in diesem Bereich eine gute Relativverschieblichkeit von Bauteilen gewährleistet, die im Betrieb stark unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt sind, oder deren Materialien stark unterschiedliche Wärmedehnungskoeffizienten aufweisen. Hierzu wird die Frontpartie des Brenners zweiteilig aufgebaut, und zwar aus einer Trägerstruktur, auf welcher der Drallerzeuger oder ein dem Drallerzeuger nachgeschaltetes Mischrohr angeordnet ist, und einem Hitzeschutzschild. Durch den Hitzeschutzschild ist die Trägerstruktur vor exzessivem Wärmeeintrag geschützt, und die Temperatur der Trägerstruktur ist im Betrieb mit derjenigen der auf ihr befestigten Bauteile vergleichbar. Weiterhin können hier Werkstoffe mit kompatiblen Wärmeausdehnungskoeffizienten verwendet werden. Hierdurch kann der Drallerzeuger oder ein Mischrohr fest auf der Trägerstruktur angeordnet werden, ohne dass durch thermische Differenzdehnungen Spannungen im Bauteil induziert werden. Der Hitzeschutzschild wiederum wird mit Vorteil so an der Trägerstruktur befestigt, dass Relativverschiebungen der Trägerstruktur und des Hitzeschutzschildes im Rahmen der zu erwartenden thermischen Differenzdehnungen wenn überhaupt, dann möglichst gering behindert werden. Bevorzugt wird eine Befestigung des Hitzeschutzschildes mittels vergleichsweise weicher elastischer Bolzen gewählt.

[0011] In Verbindung mit der Erfindung bevorzugte Drallerzeugergeometrien ergeben sich aus den Unteransprüchen. Die Erfindung kann gleich realisiert werden bei Vormischbrennern mit oder ohne dem Drallerzeuger nachgeschaltete Mischstrecke.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0012] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einiger ausgewählter in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Im einzelnen zeigen

Fig. 1 und Fig. 2 einen erfindungsgemässen Vormischbrenner in perspektivischer Ansicht, in zwei unterschiedlichen Darstellungsarten.

Fig. 3 einen erfindungsgemässen Vormischbrenner im Längsschnitt

Fig. 4 einen Vormischbrenner mit einer alternativen Bauform des Drallerzeugers

Fig. 5 einen erfindungsgemässen Vormischbrenner mit der Drallerzeugerbauform aus Fig. 4, mit einer anderen Variante der Brennstoffzufuhr.

Fig. 6 bis Fig. 9 Querschnitte durch mögliche Ausführungsformen von Drallerzeugern

Fig. 10 einen Vormischbrenner mit allen erfindungswesentlichen Merkmalen, und einem dem Drallerzeuger nachgeschalteten Mischrohr

Fig. 11 ein Element aus Figur 10 in vergrößerter Darstellung

[0013] Die in der Zeichnung dargestellten und nachfolgend diskutierten Ausführungsbeispiele sind lediglich illustrativ zu verstehen. Die Ausführungsbeispiele zeigen einige wenige Vorzugsvarianten der Erfindung. Sie erheben keinen Anspruch darauf, alle Ausführungsformen der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, erschöpfend darzustellen, und sollen nicht einschränkend verstanden werden.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0014] Eine erste bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemässen Vormischbrenners findet sich in Fig. 1. Es handelt sich dabei im wesentlichen um den aus der EP 0 321 809 bekannten Vormischbrenner, dessen Drallerzeuger aus ineinandergeschachtelten Kegelhalbkörpern 101, 102 besteht. Dabei ist der Brenner teilweise geschnitten dargestellt. Die Teilkörper 101, 102 schliessen einen Hohlraum 14 ein, dessen Querschnitt sich in axialer Richtung des Brenners zum Brennraum 22 hin erweitert. Ein gasförmiges Oxydationsmedium - im allgemeinen Luft oder ein anderes sauerstoffhaltiges Gas - 15 strömt durch tangentiale Schlitze 19, die sich in axialer Richtung des Brenners erstrecken, in diesen Hohlraum ein. Im Hohlraum 14 bildet sich eine Drallströmung aus. Beim Übergang in den Brennraum 22 erfährt die Strömung eine plötzliche starke Erweiterung des axialen Strömungsquerschnittes, und die Drallströmung wird instabil und bricht zusammen. Aufgrund dieses sogenannten "Vortex Breakdown" bildet sich an der Mündung des Brenners in den Brennraum eine Rückströmblase 6 aus, die zur Stabilisierung einer Flamme genutzt werden kann. Hierzu wird der Drallströmung innerhalb des Hohlraums 14 wenigstens ein Brennstoff zugemischt. Im Beispiel ist sowohl eine auf der stromaufwärtigen Seite des Brenners zentral angeordnete Zerstäuberdüse 3 vorgesehen, die mit einem Flüssigbrennstoff 12 versorgt wird, und einen Brennstoffspray 4 in die Drallströmung einbringt. Weiterhin sind die Teilkörper 101, 102 des Drallerzeugers mit Öffnungen 31 versehen. Durch diese Öffnungen sind Rohre 32 hindurchgeführt. Diese Rohre sind extern gehalten, auf eine Weise die hier nicht dargestellt ist, und die auch nicht erfindungswesentlich ist. Hingegen besteht keine feste Verbindung zwischen einem Rohr 32 und den Teilkörpern 101, 102 des Drallerzeugers. Über die Rohre 32 wird ein Brennstoff für den Vormischbetrieb des Brenners mit gasförmigen Brennstoffen 17 heran-

geführt und in die verdrehte Verbrennungsluft 15 eingebracht. Bevorzugt ist das Ende des Rohres, aus dem der Brennstoff ausströmt, leicht düsenförmig ausgebildet. Dies beeinflusst die Druck- und Strömungsverhältnisse auf eine Weise, damit kein Brennstoff an der Aussenwand des Rohres 32 entlang durch die Öffnung 31 in den Aussenraum des Brenners zurückströmt.

[0015] In Fig. 2 ist derselbe Brenner ohne Schnitt dargestellt. Im Sinne einer besseren Übersichtlichkeit ist die Flüssigbrennstoffversorgung nicht dargestellt. In Fig. 2 ist gut zu erkennen, wie ein Gasversorgungsrohr 32 von aussen durch die Öffnung 31 des Drallerzeuger-Teilkörpers 101 hindurchgeführt ist.

[0016] Die externe Halterung der Gasversorgungsrohres 32, ohne Befestigung an den Bauteilen des Drallerzeugers, hat beim Einsatz des Brenners unter entsprechenden thermischen Bedingungen wesentliche Vorteile. Die Verbrennungsluft 15 erreicht Temperaturen von mehreren 100°C. 500°C liegen aus heutiger Sicht eher auf der konservativen Seite, während in Verbindung mit höheren Druckverhältnissen der Arbeitsprozesse von Gasturbinen und externer Verbrennungsluftvorwärmung Temperaturen um 700°C diskutiert werden. Hingegen ist eine mögliche Vorheiztemperatur der gasförmigen Brennstoffe auf beispielsweise 150°C oder 200 °C begrenzt. Damit weisen die Drallerzeuger-Teilkörper und die Gasversorgungsrohre 32 im Betrieb sehr unterschiedliche Temperaturen und thermische Dehnungen auf. Wenn eine Gasversorgung nunmehr fest mit einem Drallerzeuger-Teilkörper verbunden ist, stellen sich im Betrieb aufgrund behinderter thermischer Dehnungen starke Wärmespannungen ein, die zumindest die Lebensdauer des Brenners verkürzen.

[0017] In Fig. 1 wie in Fig. 2 ist zu erkennen, dass die dem Brennraum 22 zugewandte Frontpartie des Brenners zweiteilig aufgebaut ist. Der Drallerzeuger ist auf einer Trägerstruktur 42 gehalten, während ein Hitzeschutzschild 41 ohne direkten grossflächigen Kontakt mit der Trägerstruktur 42 diese vor unmittelbarem Kontakt mit Heissgas innerhalb des Brennraums 22 schützt. Die Trägerstruktur Ihrerseits ist mit einer Anzahl von Bohrungen 11 versehen, durch welche ein Kühlmedium 18, bevorzugt das Oxydationsmedium, in einen als Kühlkanal ausgebildeten Zwischenraum zwischen der Trägerstruktur und dem Hitzeschutzschild strömt. Die Trägerstruktur dient damit gleichzeitig als Lochblech für eine Prallkühlung des Hitzeschutzschildes, und wird selbst durch das durchströmende Kühlmittel 18 gekühlt. Der Kühlkanal ist seinerseits durch einen in Umfangsrichtung des Brenners verlaufenden umlaufenden Steg 411 in radialer Richtung geteilt, die sowohl am Hitzeschutzschild als auch an der Trägerstruktur angeordnet sein kann. Durch diese Unterteilung werden schädliche Radialströmungen, aufgrund derer Heissgase in den Kühlkanal eindringen können, vermieden. Der Hitzeschutzschild ist mittels Bolzen an der Trägerstruktur befestigt, die in der Darstellung Fig. 1 und Fig. 2 nicht gezeigt sind. Die relativ weiche Befestigung mittels einiger

Bolzen gewährleistet eine wenigstens teilweise Kompensation unterschiedlicher thermischer Dehnungen, weshalb diese nicht zu ausgeprägten mechanischen Spannungen führen. Weiterhin ist die Trägerstruktur, auf welcher der Drallerzeuger montiert ist, vor exzessivem Wärmeeintrag geschützt. Dadurch unterscheidet sich dessen Temperatur nur unwesentlich von der der Drallerzeuger-Teilkörper, weshalb auch an der Verbindungsstelle zwischen dem Drallerzeuger und der Trägerstruktur Spannungsüberhöhungen aufgrund unterschiedlicher thermischer Dehnungen vermieden werden.

[0018] Der in Fig. 1 und 2 perspektivisch dargestellte Brenner ist in Fig. 3 in einem Längsschnitt gezeigt. In dieser Darstellung ist insbesondere die Konfiguration der Brennerfront gut zu erkennen. Der Drallerzeuger ist fest auf der Trägerstruktur 42 montiert. An diesen ist mittels Bolzen 43 der Hitzeschutzschild 41 montiert, der zwischen der Trägerstruktur und dem Hitzeschutzschild einen umlaufenden Steg 411 aufweist. Die Bolzenverbindung kann dabei so weich ausgeführt werden, dass eine Relativverschiebung zwischen der Trägerstruktur und dem Hitzeschutzschild nur gering behindert wird.

[0019] Der erfindungsgemässe Vormischbrenner kann selbstverständlich auch ohne den Hitzeschutzschild realisiert werden. Die Anordnung eines Hitzeschutzschildes, dessen Befestigung eine weitgehend unbehinderte thermische Differenzdehnung zwischen diesem Hitzeschutzschild und den restlichen Komponenten des Brenners gewährleistet, ist aber eine konsequente Fortführung des Erfindungsgedankens. Daher ist diese Ausführungsform in allen nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispielen gewählt. Es muss jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass diese Ausführungsform, obschon vorteilhaft, das Wesen der Erfindung nicht berührt, und nicht als Einschränkung zu verstehen ist.

[0020] Im Bedarfsfalle wird auch die Trägerstruktur nicht unmittelbar an der Brennraumwand befestigt, sondern diese ist mittels Rohren oder Stangen 33 ebenfalls so an der Brennraumwand befestigt, dass Relativbewegungen aufgrund thermischer Dehnungen auch hier nur gering behindert werden. In einer bevorzugten Variante werden Halterungen als Rohre ausgeführt, welche an der Stirnseite der Trägerstruktur zum Brennraum hin verlängert und durch den Hitzeschutzschild hindurchgeführt ist. Diese Rohre 33 können für die Zufuhr eines gasförmigen Brennstoffs 16 für den sogenannten Pilotbetrieb genutzt werden. Bei einer sehr hohen Brenner-Luftzahl genügt die Menge eines gasförmigen Brennstoffes nicht mehr, um, bei einer Zufuhr über die Vormisch-Gaszufuhr 32, eine stabile Vormischflamme zu gewährleisten. In einem solchen Betriebszustand wird die Gasmenge als sogenanntes Pilotgas 16 über die Leitungen 33 zugeführt, und verbrennt dann in einer Diffusionsflamme. Diese erzeugt zwar einerseits deutlich mehr Stickoxide, ist aber bei hohen Brenner-Luftzahlen ungleich stabiler als eine Vormischflamme.

[0021] Fig. 4 zeigt einen erfindungsgemässen Brenner mit einer alternativen, aber vollkommen gleichwirkenden Bauart des Drallerzeugers. Im Gegensatz zu den vorangehend dargestellten Drallerzeugerbauarten ist der Drallerzeuger 100 nämlich nicht kegelförmig sondern zylinderförmig ausgestaltet. Die Erweiterung des Strömungsquerschnitts des Brenner-Hohlraums 14 wird bei dieser Bauart dadurch erreicht, dass sich im Inneren des Brenners ein kegelförmiger Verdrängungskörper 8 befindet, der sich in axialer Strömungsrichtung verjüngt. Ausdrücklich zu erwähnen ist, dass sich selbstverständlich auch ein sich erweiternder Drallerzeuger mit einem Verdrängungskörper kombinieren lässt. Im Extremfalle könnte gar ein sich in axialer Strömungsrichtung verjüngender Drallerzeuger benutzt werden, in welchem ein sich noch stärker verjüngender Verdrängungskörper eingesetzt ist: Bei entsprechender Auslegung vergrössert sich der durchströmte Querschnitt des Hohlraums 14 im Drallerzeuger dennoch. In diesem Verdrängungskörper kann eine Flüssigbrennstoffdüse 3 angeordnet sein, deren hier dargestellte Anordnung unmittelbar an der Kegelspitze keineswegs zwingend ist. Wie in den vorangehend gezeigten Ausführungsbeispielen wird ein gasförmiger Brennstoff 17 für den Vormischbetrieb auch hier über Leitungen 32 in die verdallte Verbrennungsluft 15 eingebracht, welche Leitungen keine starre Verbindung mit dem Drallerzeuger 100 aufweisen. Der tangentialer Eintrittsschlitz 19 ist in diesem Beispiel nicht unmittelbar bis an die Brennermündung fortgesetzt; es kann davon gesprochen werden, dass sich stromab bis hin zur Brennermündung eine Mischstrecke an den Drallerzeuger anschliesst. Dieser Punkt ist unten detaillierter erörtert. Wie bei den Brennern mit Drallerzeuger in divergenter Bauart platzt auch bei dem Brenner mit zylindrischen Drallerzeuger die vorgemischte Drallströmung beim plötzlichen Querschnittsübergang vom Brenner-Innenraum zum Brennraum 22 auf, und bildet so die Rückströmzone 6 aus, die schliesslich eine Stabilisierung einer Flamme bewirkt.

[0022] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform eines Brenners mit zylindrischem Drallerzeuger ist in Fig. 5 dargestellt. bei dieser Ausführungsform ist der Verdrängungskörper vollständig für die Brennstoffzufuhr genutzt. Eine Leitung 35 leitet einen Flüssigbrennstoff 12 durch den Verdrängungskörper 8 hindurch bis zu einer Flüssigbrennstoff-Düse 3. An einem stromabwärtigen Ende ist der Verdrängungskörper abgeschlossen. In den so entstehenden Hohlraum wird mittels einer Leitung 36 ein gasförmiger Brennstoff 17 für den Vormischbetrieb zugeführt, der über eine Anzahl Öffnungen 37 im Verdrängungskörper der verdallten Verbrennungsluft 15 beigemischt wird. Bei dieser Ausführung werden thermische Spannungen im Bereich der Vormisch-Gaszuführung zwar nicht perfekt vermieden, sind jedoch deutlich geringer als nach dem Stand der Technik.

[0023] Wie diese Beispiele zeigen, kann der axiale Verlauf der Drallkörperkontur in Kombination mit einem

inneren Verdrängungskörper bei einem erfindungsgemässen Brenner in weiten Grenzen variiert werden. Insbesondere kann auch der Verdrängungskörper eine Reihe unterschiedlicher Konturen in Richtung der Brenner-Längsachse aufweisen, ohne die Erfindung in Ihrem Wesen zu beeinflussen. Entscheidend ist, dass im Zusammenspiel des Drallerzeugers und des Verdrängungskörpers der axial durchströmte Querschnitt des Innenraums des Drallerzeugers zunimmt.

[0024] Ebenso, wie die axiale Kontur des Drallerzeugers in sehr weiten Bereichen variiert werden kann, wobei selbstverständlich bestimmte Geometrien aus fluidmechanischen oder fertigungstechnischen Überlegungen zu bevorzugen sind, kann auch der Aufbau des Drallerzeugers im Querschnitt in weiten Grenzen bestimmten Bedingungen, beispielsweise fluiddynamische, reaktionskinetische oder fertigungstechnische Erfordernisse, angepasst werden. Figuren 6 bis 9 vermitteln einen kleinen Einblick in die Vielzahl möglicher Geometrien. In Fig. 6 besteht der Drallerzeuger aus zwei im Querschnitt halbkreisförmigen Teilkörpern 101, 102, mit jeweils einer Einlauf-Leitstrecke. Die Mittelachsen 101a und 102a der beiden Teilkörper sind voneinander verschieden, wodurch die tangentialen Einlassöffnungen 19 entstehen. Die Teilkörper können selbstverständlich statt halbkreisförmig auch spiral- oder ellipsenförmig, oder auch oval sein, durch welche Wahl die Feinstruktur der Drallströmung im Drallerzeuger-Hohlraum beeinflusst wird. Ebenso kann der Drallerzeuger auch aus mehr als zwei gegeneinander versetzten Teilkörpern bestehen, wie in Fig. 7 dargestellt. In Fig. 8 ist ein Drallerzeuger im Querschnitt dargestellt, der aus vier aerodynamischen Schaufelprofilen 101, 102, 103, 104 besteht, die so angeordnet sind, dass ebenfalls tangentiale Eintrittsöffnungen 19 entstehen. Vorstellbar wäre prinzipiell, die Teilkörper schwenkbar zu gestalten, um auf diese Weise eine variable Geometrie der Einlassöffnungen 19 zu realisieren. In Fig. 9 ist der Drallerzeuger 100 schliesslich als monolithisches Bauteil ausgeführt, in welches tangentiale Schlitze 19 eingefräst - oder durch ein anderes Bearbeitungsverfahren eingebracht - sind. Alle Beispiele aus den Figuren 6 bis 9 können selbstverständlich mit beliebiger axialer Kontur des Drallerzeugers ausgeführt werden, und mit oder ohne einen inneren Verdrängungskörper.

[0025] In einer weiteren bevorzugten Ausführung des erfindungsgemässen Brenners ist einem Drallerzeuger 100 eine Mischstrecke 220 für eine verbesserte Vermischung von Brennstoff und Brennluft in axialer Durchströmungsrichtung des Brenners nachgeschaltet. Der Drallerzeuger ist als kegelförmiger Drallerzeuger, bestehend aus vier Drallerzeuger-Teilkörpern dargestellt, von denen im gewählten Schnitt zwei Teilkörper 101 und 102 vollständig und der Teilkörper 103 teilweise sichtbar sind. Wiederum enthält jeder Teilkörper eine Durchführung 31 für eine Vormisch-Gasleitung 32, über die ein gasförmiger Brennstoff 17 für den Gas-Vormischbetrieb des Brenners zuführbar ist. Von den insgesamt vier Vor-

misch-Gasleitungen sind in der gewählten Darstellung nur zwei sichtbar, nämlich die, die durch die Teilkörper 101 und 102 hindurchgeführt sind. Wiederum sind diese Leitungen an ihrem Ende leicht düsenförmig gestaltet. Dadurch verhindert der mit hoher Geschwindigkeit ausströmende Brennstoff 17 ein Rückströmen von Brennstoff durch die Durchführungsöffnungen 31. Über eine zentrale Brennstoffdüse 3 ist der Brenner weiterhin mit Flüssigbrennstoff betreibbar. Stromab des Drallerzeugers schliesst sich ein Übergangsstück 200 an, das in Fig. 11 nochmals grösser dargestellt ist. An der Innenwand des Übergangsstücks ist die Wandgeometrie so gestaltet, dass die im Drallerzeuger gebildete Drallströmung 50 möglichst verlustfrei in ein Mischrohr 20 überführt wird. Daher sind in dem Übergangsstück 200 auch eine Anzahl von Überleitungskanälen 201 eingearbeitet, welche die Strömung, die aus jedem tangentialen Eintrittsschlitz 19 in den Brennerinnenraum 14 einströmt, unter Vermeidung von Unstetigkeiten in der Wandkontur vom Drallerzeuger zum Mischrohr führt. Das Übergangsstück ist in einem Montagering 10 eingebaut, der den Drallerzeuger 100, das Übergangsstück 200 und das Mischrohr 20 trägt. Im Mischrohr selbst sind tangentiale Wandbohrungen 21 eingebracht, durch die eine Luftmenge 151 in das Mischrohr einströmt. Durch diese zusätzliche Luft wird verhindert, dass sich zündfähiges Gemisch in der wandnahen Strömungsgrenzschicht befindet, in welcher aufgrund der lokal geringen Strömungsgeschwindigkeit ein Rückzünden einer Flamme in das Mischrohr hinein stattfinden könnte. Das Mischrohr mündet mit einem kleinen Übergangsradius und einer Abrisskante 212 in den Brennraum 22. Radial ausserhalb der Abrisskante ist eine umlaufende Nut in der Stirnseite des Brenners eingearbeitet. Aufgrund dieser speziellen Konfiguration bildet sich eine Ablöseblase 6 mit einer vergleichsweise grossen radialen, aber einer sehr kleinen axialen Ausdehnung. Die Frontpartie des exemplarisch gezeigten Brenners ist, wie oben bereits ausführlich diskutiert, wiederum mit einem Hitzeschutzschild versehen.

[0026] Die anhand der Zeichnung dargestellten und oben diskutierten Ausführungsbeispiele der Erfindung können selbstverständlich keinen vollständigen Überblick über alle denkbaren Ausführungsformen der in den Ansprüchen gekennzeichneten Erfindung darstellen. Es handelt sich lediglich um instruktive Darstellungen einiger Varianten, die nach dem Kenntnisstand der Anmelderin zum Zeitpunkt der Anmeldung bevorzugt werden.

Bezugszeichenliste

[0027]

- 3 Zerstäuberdüse
- 4 Flüssigbrennstoff-Spray
- 6 Rückströmblase
- 8 Verdrängungskörper

- 10 Montagering
- 11 Kühlöffnungen
- 12 Flüssigbrennstoff
- 14 Hohlraum
- 5 15 Oxydationsmedium, Verbrennungsluft
- 16 gasförmiger Brennstoff für Pilotbetrieb
- 17 gasförmiger Brennstoff für den Vormischbetrieb des Brenners
- 18 Kühlmedium
- 10 19 tangentiale Einlassschlitze
- 20 Mischrohr
- 21 tangentiale Wandbohrungen
- 22 Brennraum
- 31 Öffnungen
- 15 32 Rohre zur Zufuhr von gasförmigem Brennstoff für den Vormischbetrieb des Brenners
- 33 Befestigungsrohr, Befestigungsstange, Zufuhrleitung für Pilotgas
- 35 Flüssigbrennstoffleitung
- 20 36 Gasleitung
- 37 Öffnung
- 41 Hitzeschutzschild
- 42 Trägerstruktur
- 43 Bolzen
- 25 50 Drallströmung
- 100 Drallerzeuger
- 101 Drallerzeuger-Teilkörper
- 101a Mittelachse des Teilkörpers 101
- 102 Drallerzeuger-Teilkörper
- 30 102a Mittelachse des Teilkörpers 102
- 103 Drallerzeuger-Teilkörper
- 103a Mittelachse des Teilkörpers 103
- 104 Drallerzeuger-Teilkörper
- 104a Mittelachse des Teilkörpers 104
- 35 151 Luftmenge
- 200 Übergangsstück
- 201 Überführungs kanal
- 212 Abrisskante
- 220 Mischstrecke
- 40 411 Steg

Patentansprüche

- 45 1. Vormischbrenner, welcher Vormischbrenner eine axiale Durchströmrichtung sowie ein stromaufwärtiges und ein stromabwärtiges Ende aufweist, beinhaltend einen Drallerzeuger (100) zur Verdrallung eines gasförmigen Oxydationsmediums (15), und
- 50 Mittel zum Eindüsen wenigstens eines Brennstoffs (12, 17) in die so erzeugte Drallströmung, wobei das Oxydationsmedium durch den Drallerzeuger in den Vormischbrenners einströmt, und welcher Drallerzeuger ebenfalls eine axiale Durchströmrichtung aufweist, welcher Drallerzeuger einen Hohlraum (14) einschliesst, und welcher Drallerzeuger wenigstens einen in axialer Richtung verlaufenden tangentialen Schlitz (19) aufweist, durch
- 55

den in tangentialer Richtung das Oxidationsmedium in den Hohlraum einströmt, welcher Hohlraum einen Durchströmquerschnitt aufweist, dessen Querschnittsfläche zum stromabwärtigen Ende des Drallerzeugers hin wenigstens streckenweise zunimmt, und welcher Vormischbrenner an seinem stromabwärtigen Ende einen Querschnittsprung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des Drallerzeugers Mittel (32, 36, 37) zur Einbringung eines gasförmigen Brennstoffs zum Betrieb des Brenners mit einer vorgemischten Gasflamme vorgesehen sind, welche Mittel mechanisch von dem Drallerzeuger entkoppelt sind.

2. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Durchströmrichtung des Drallerzeugers mit der axialen Durchströmrichtung des Vormischbrenners identisch ist. 15
3. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drallerzeuger aus einem monolithischen Hohlkörper besteht, in den wenigstens ein tangentialer, sich in axialer Richtung des Drallerzeugers erstreckender Schlitz (19) eingearbeitet ist. 20 25
4. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drallerzeuger aus einer Anzahl von Teilkörpern (101, 102, 103, 104) besteht, deren Längsachsen (101a, 102a, 103a, 104a) zueinander versetzt angeordnet sind, dergestalt, dass zwischen jeweils zwei Teilkörpern ein tangentialer, sich in Richtung der Brennerlängsachse erstreckender Schlitz (19) ausgebildet ist. 30 35
5. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drallerzeuger im wesentlichen Zylinderform aufweist.
6. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drallerzeuger eine Konizität aufweist, dergestalt, dass der Drallerzeuger sich in seiner axialen Durchströmungsrichtung stetig im Durchmesser erweitert. 40 45
7. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Hohlraum (14) ein sich zum stromabwärtigen Ende des Brenners hin wenigstens streckenweise verjüngender Verdrängungskörper (8) eingebaut ist. 50
8. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der Nähe der Brennerachse Mittel (3) zur Einbringung eines flüssigen Brennstoffs (12) in die Drallströmung angeordnet sind. 55
9. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drallerzeuger (100) bezie-

hungsweise die Teilkörper (101, 102, 103, 104) des Drallerzeugers Öffnungen aufweisen, und dass die Mittel zur Eindüsung des gasförmigen Brennstoffs Rohre sind, welche Rohre (32) durch die Öffnungen (31) in den Hohlraum (14) des Drallerzeugers hineinragen.

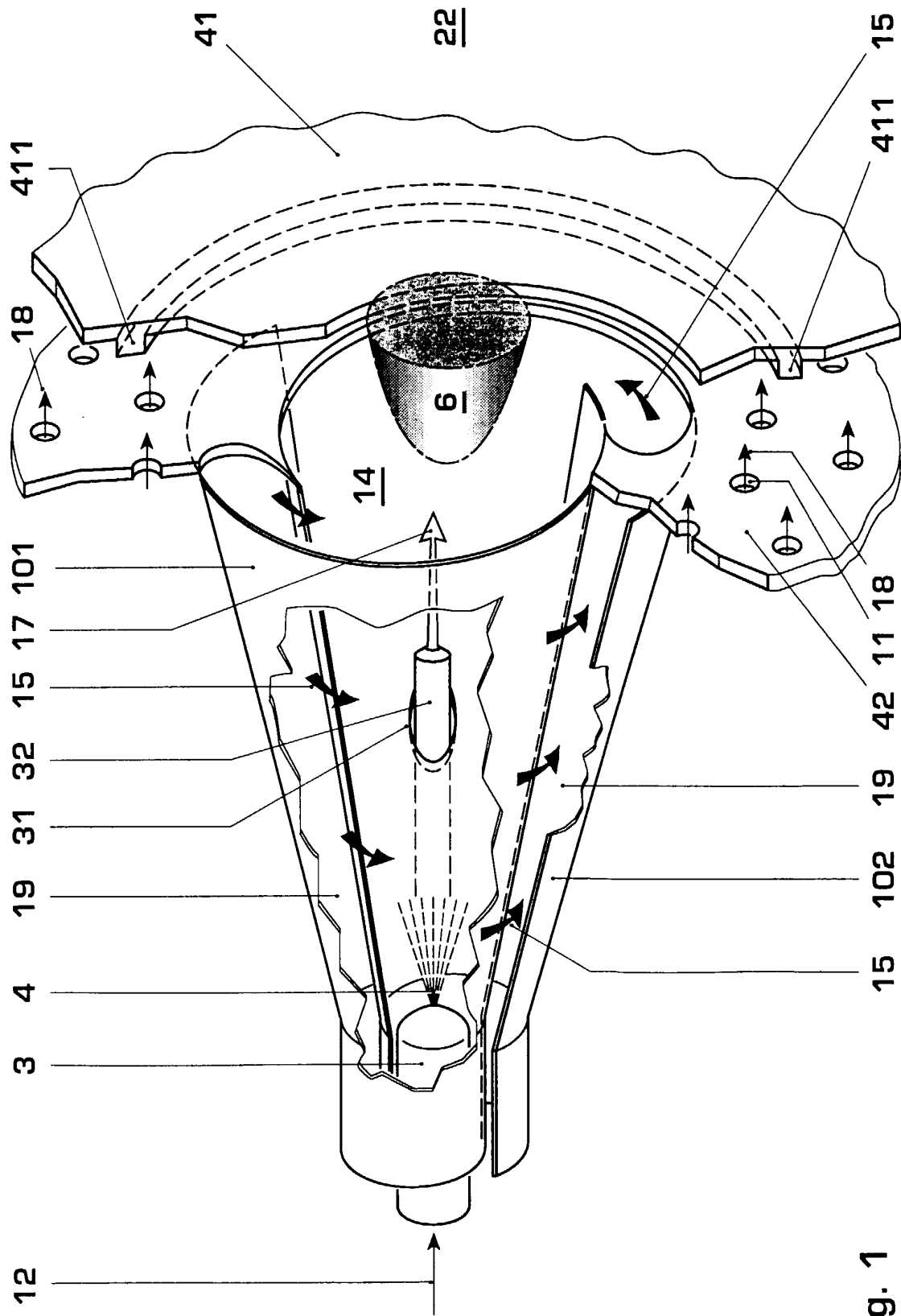
10. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedem tangentialen Schlitz (19) wenigstens ein Mittel zur Eindüsung eines gasförmigen Brennstoffs zum Betrieb des Brenners mit einer vorgemischten Gasflamme zugeordnet ist.
11. Vormischbrenner nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre an ihrem Ende Düsenform aufweisen.
12. Vormischbrenner nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (8) als abgeschlossener Hohlkörper ausgebildet ist, der an einem stromaufwärtigen Ende einen Anschluss (36) für einen gasförmigen Brennstoff (17) aufweist, über den gasförmiger Brennstoff in den Hohlkörper hineingeführt wird, und welcher Verdrängungskörper mit einer Anzahl von Öffnungen (37) versehen ist, durch welche ein gasförmiger Brennstoff (17) für den Betrieb des Brenners mit einer vorgemischten Gasflamme in den Hohlraum (14) eingebracht wird.
13. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Vormischbrenner an seinem stromabwärtigen Ende auf einer Trägerstruktur (42) befestigt ist, mittels welcher Trägerstruktur der Brenner an einer Brennräumwand montierbar ist, dass stromab der Trägerstruktur ein Hitzeschild (41) angeordnet ist, welcher Hitzeschild an der Trägerstruktur befestigt ist, dergestalt, dass zwischen der Trägerstruktur und dem Hitzeschild kein unmittelbarer Kontakt besteht, und zwischen der Trägerstruktur und dem Hitzeschild eine Distanz vorhanden ist, und dass Befestigungsmittel (43), mittels derer der Hitzeschutzschild an der Trägerstruktur befestigt ist, so gewählt sind, dass eine Relativverschieblichkeit zwischen dem Hitzeschutzschild und der Trägerstruktur gewährleistet ist.
14. Vormischbrenner nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Hitzeschild gekühlt ist.
15. Vormischbrenner nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur mit einer Vielzahl von Öffnungen (11) versehen ist, durch welche im Betrieb ein Kühlmittel (18) strömt, welches Kühlmittel sowohl eine Konvektivkühlung der Trägerstruktur als auch eine Prallkühlung des Hitzeschildes bewerkstelligt.
16. Vormischbrenner nach Anspruch 14, dadurch ge-

kennzeichnet, dass das Kühlmittel das gleiche Medium wie das Oxydationsmedium ist.

17. Vormischbrenner nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Distanz zwischen dem Hitzeschild und der Trägerstruktur ein Kühlkanal ist. 5
18. Vormischbrenner nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkanal durch einen umlaufenden Steg (411) unterteilt ist. 10
19. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass stromab des Drallerzeugers (100) eine Mischstrecke (220) angeordnet ist.. 15
20. Vormischbrenner nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischstrecke als rohrförmiges Mischelement (20) ausgebildet ist, dessen Längsachse weitgehend identisch mit der Brennerachse ist. 20
21. Vormischbrenner nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass in axialer Strömungsrichtung des Brenners zwischen dem Drallerzeuger (100) und der Mischstrecke (220) in Strömungsrichtung verlaufende Übergangskanäle (201) zur Überführung der im Drallerzeuger gebildeten Drallströmung (50) in die Mischstrecke aufweist. 25
22. Vormischbrenner nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Übergangskanäle (201) der Anzahl der tangentialen Einlassschlitze (19) entspricht. 30
23. Vormischbrenner nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur an der Brennraumwand durch Rohre oder Stangen (33) befestigt ist, welche sich von der Trägerstruktur entgegen der axialen Strömungsrichtung des Brenners erstrecken. 35
40
24. Vormischbrenner nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre (33) durch den Hitzeschild hindurchgeführt sind, und, dass diese Rohre gleichzeitig Zuleitungen für einen gasförmigen Brennstoff (16) für den Betrieb mit einer Gas-Diffusionsflamme sind. 45

50

55



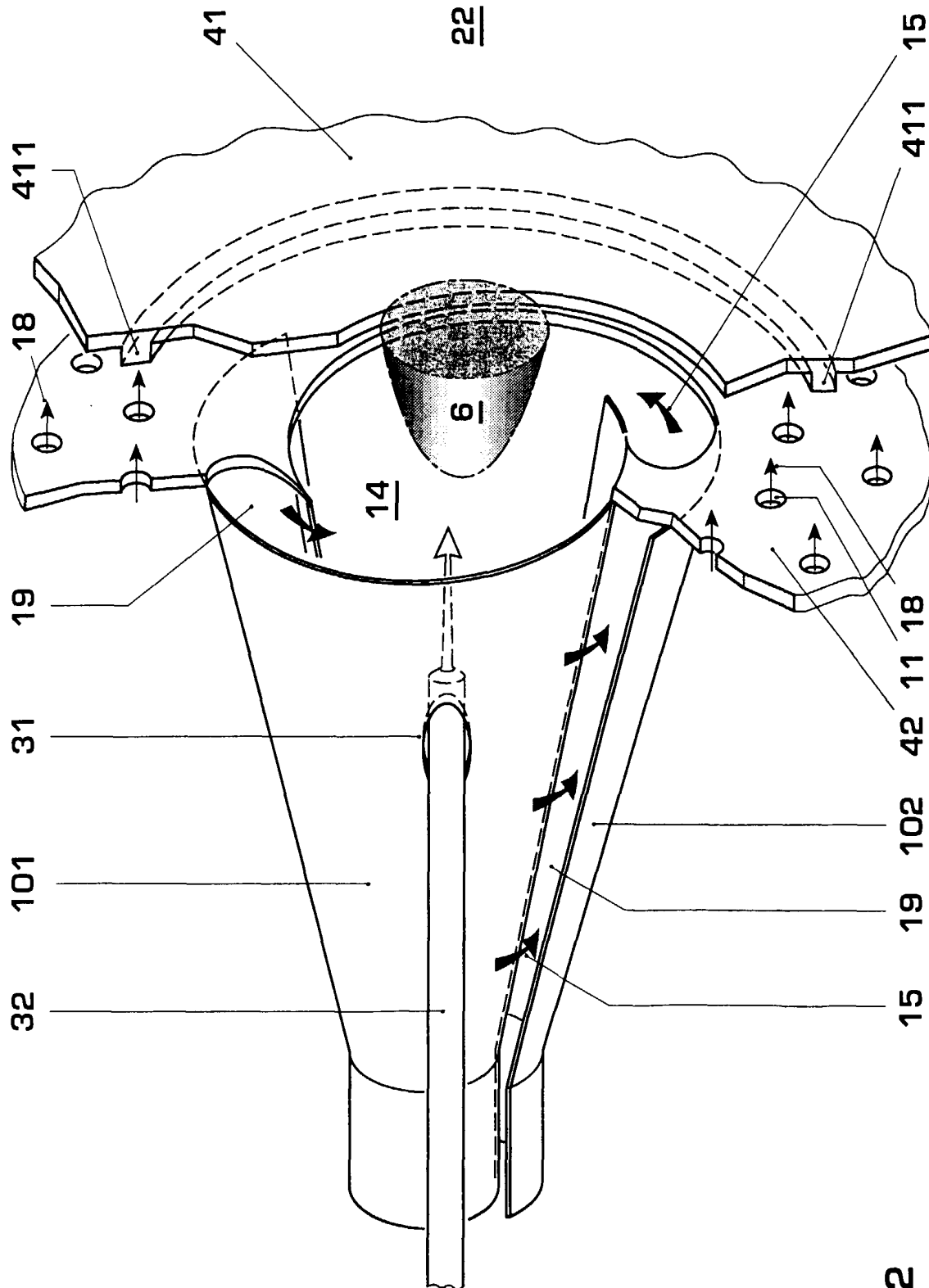


Fig. 2

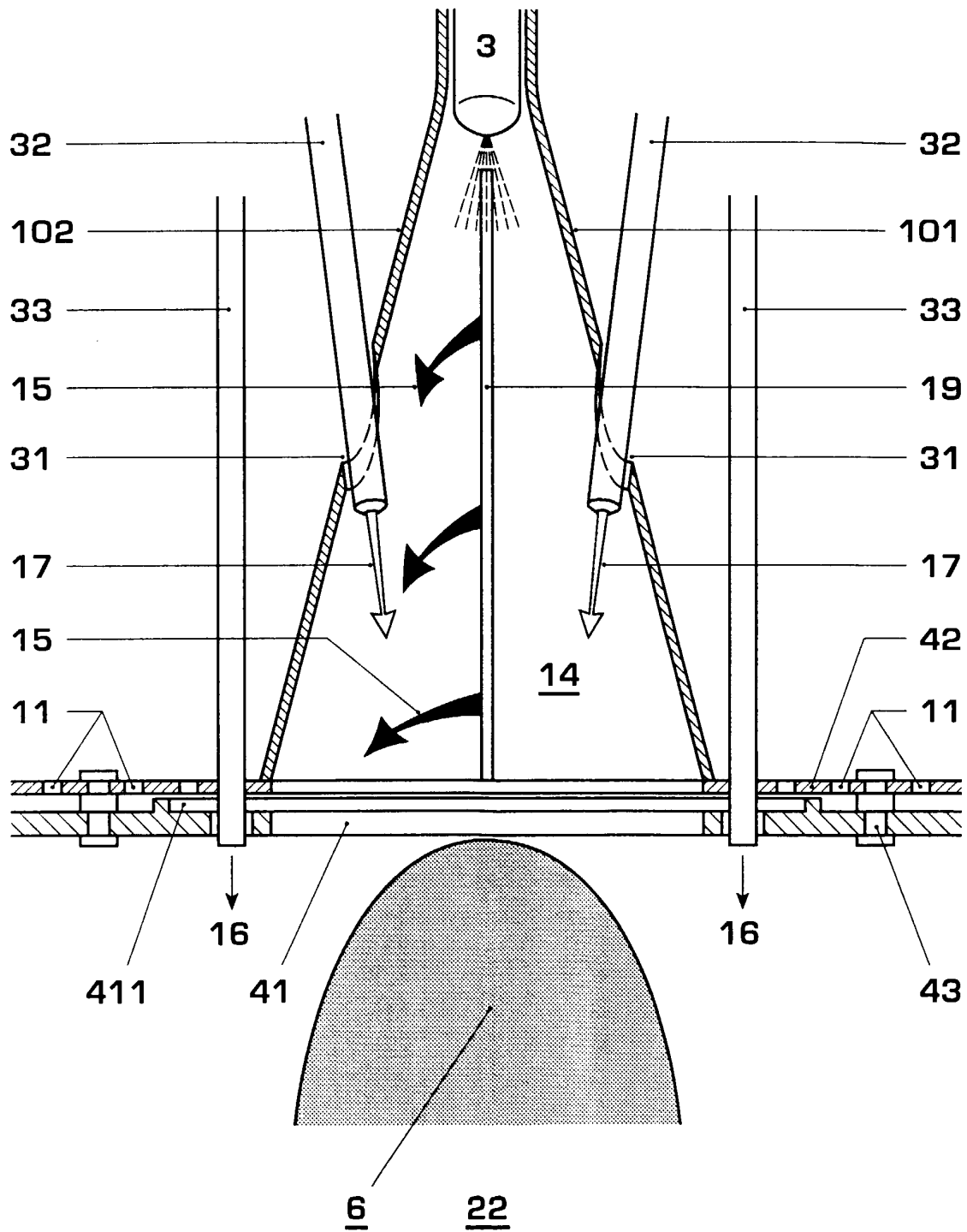


Fig. 3

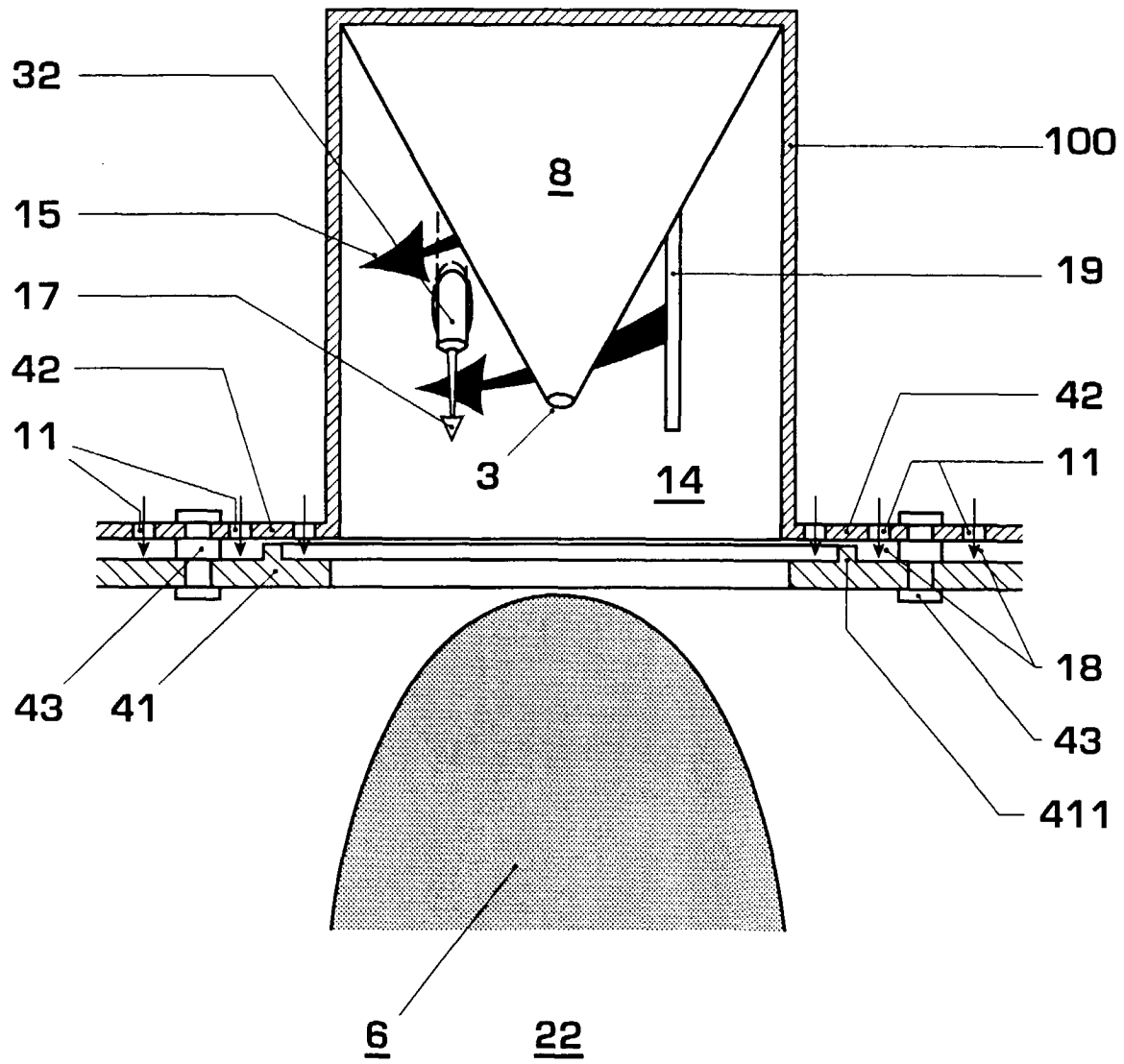


Fig. 4

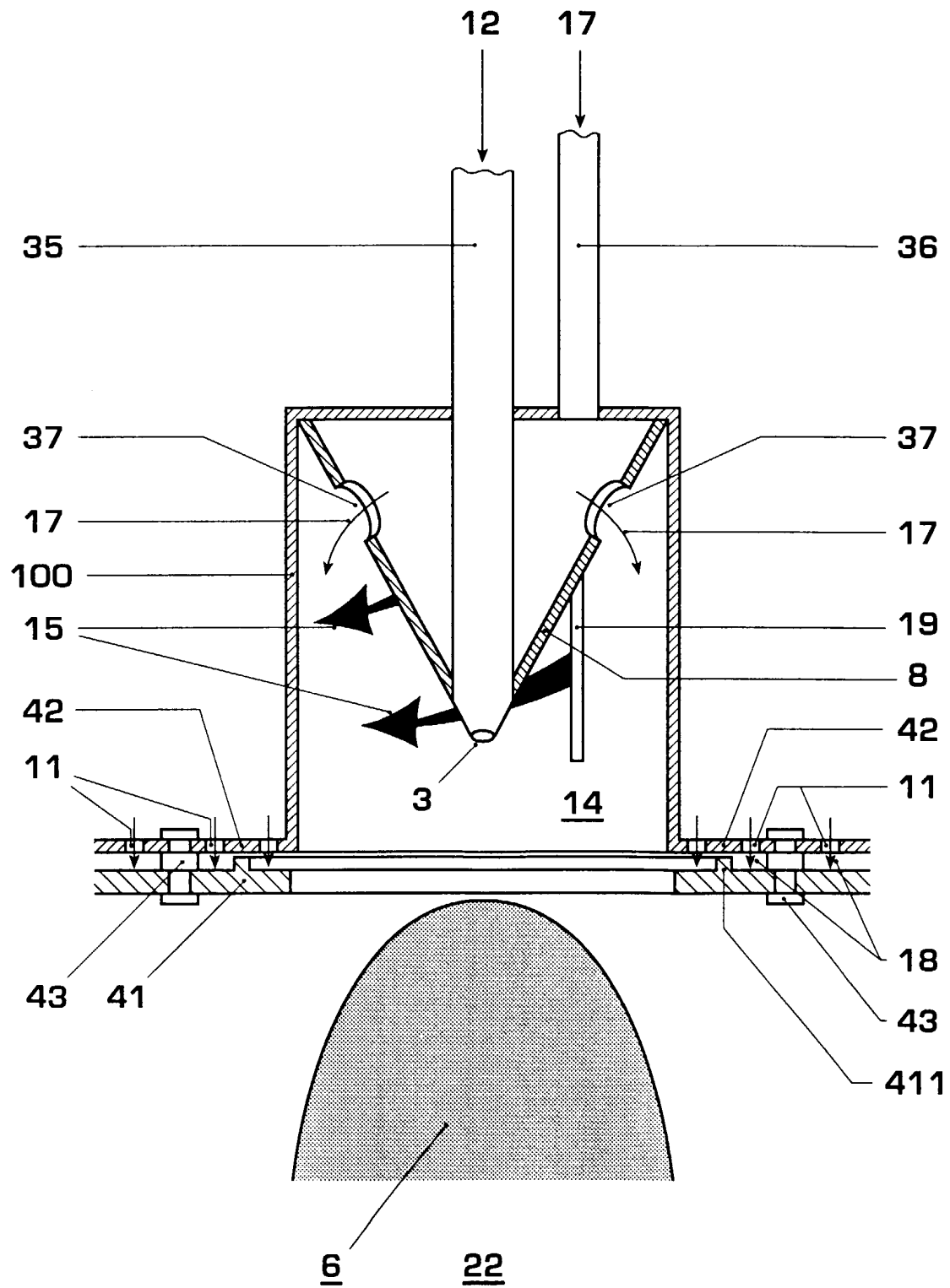


Fig. 5

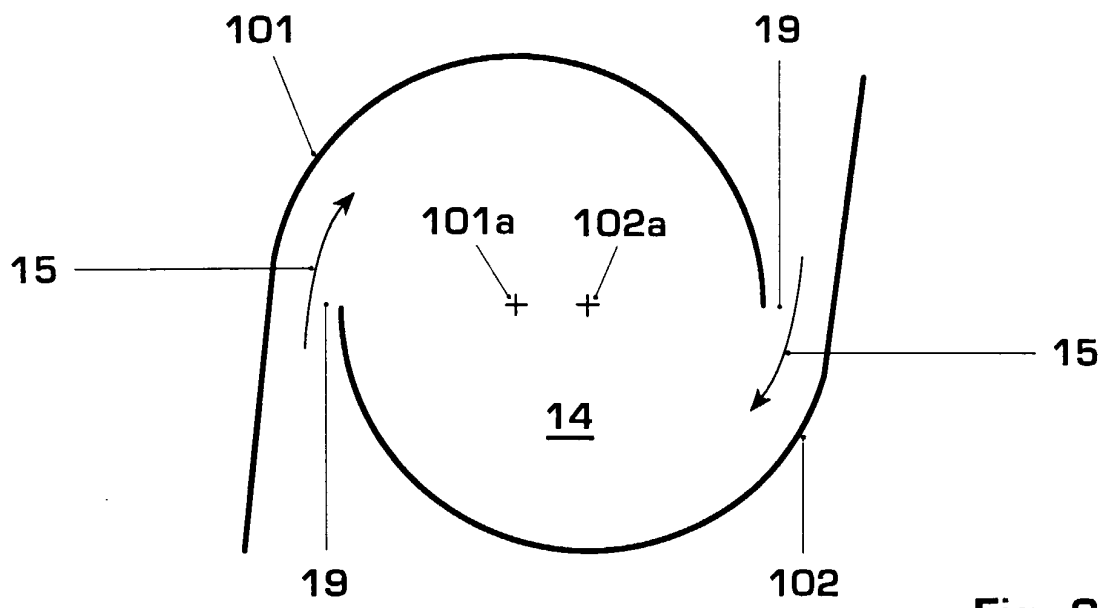


Fig. 6

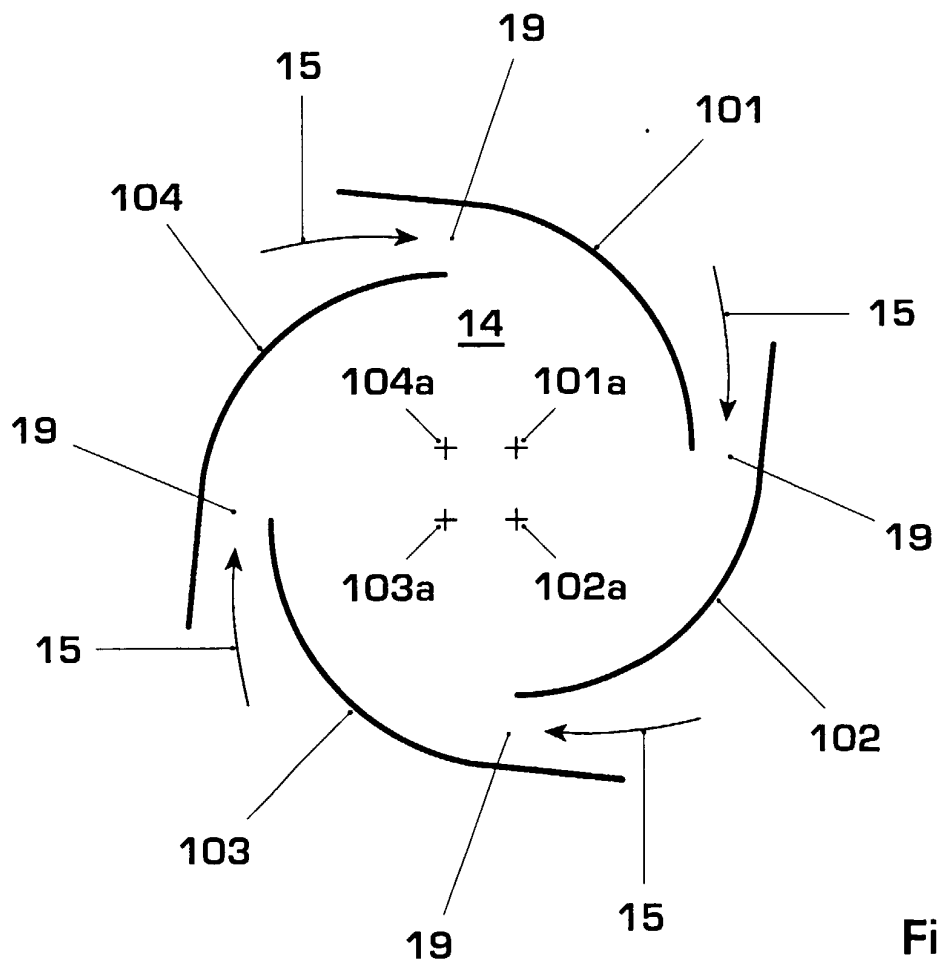


Fig. 7

Fig. 8

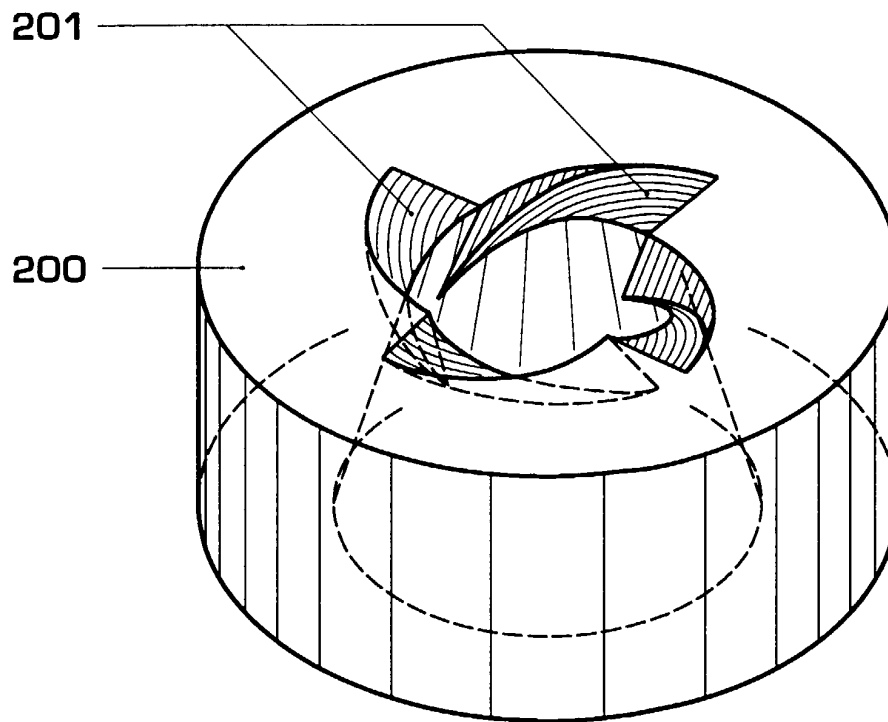
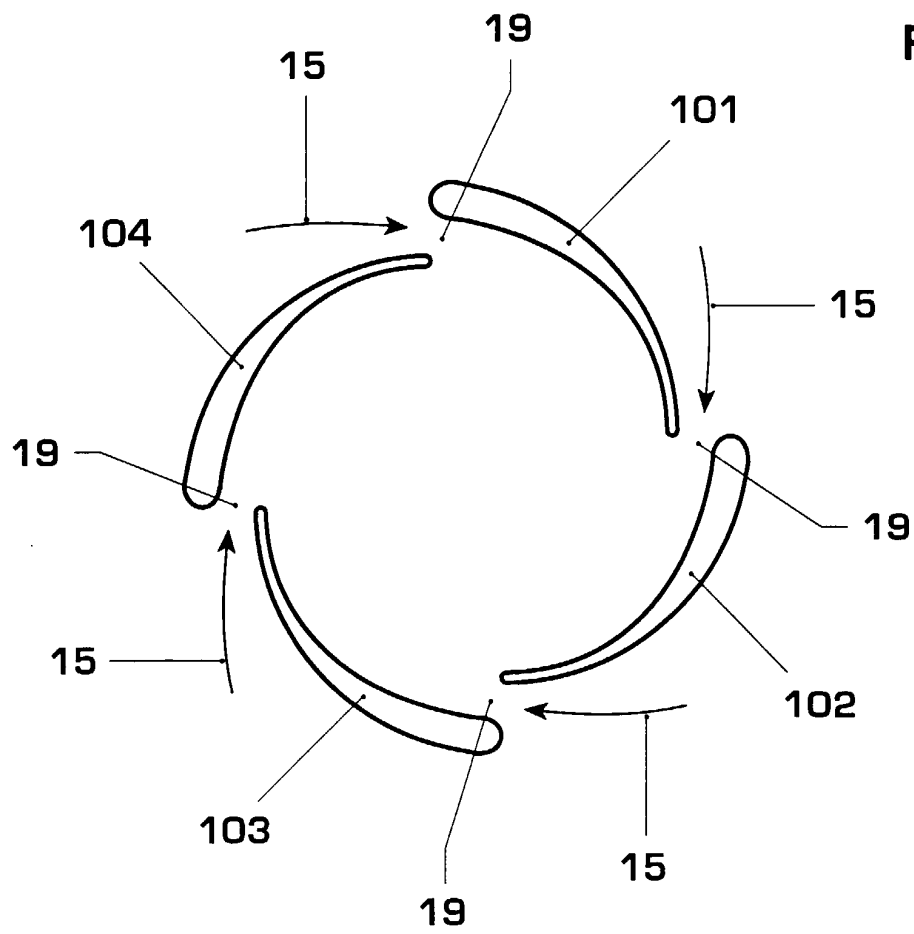


Fig. 11

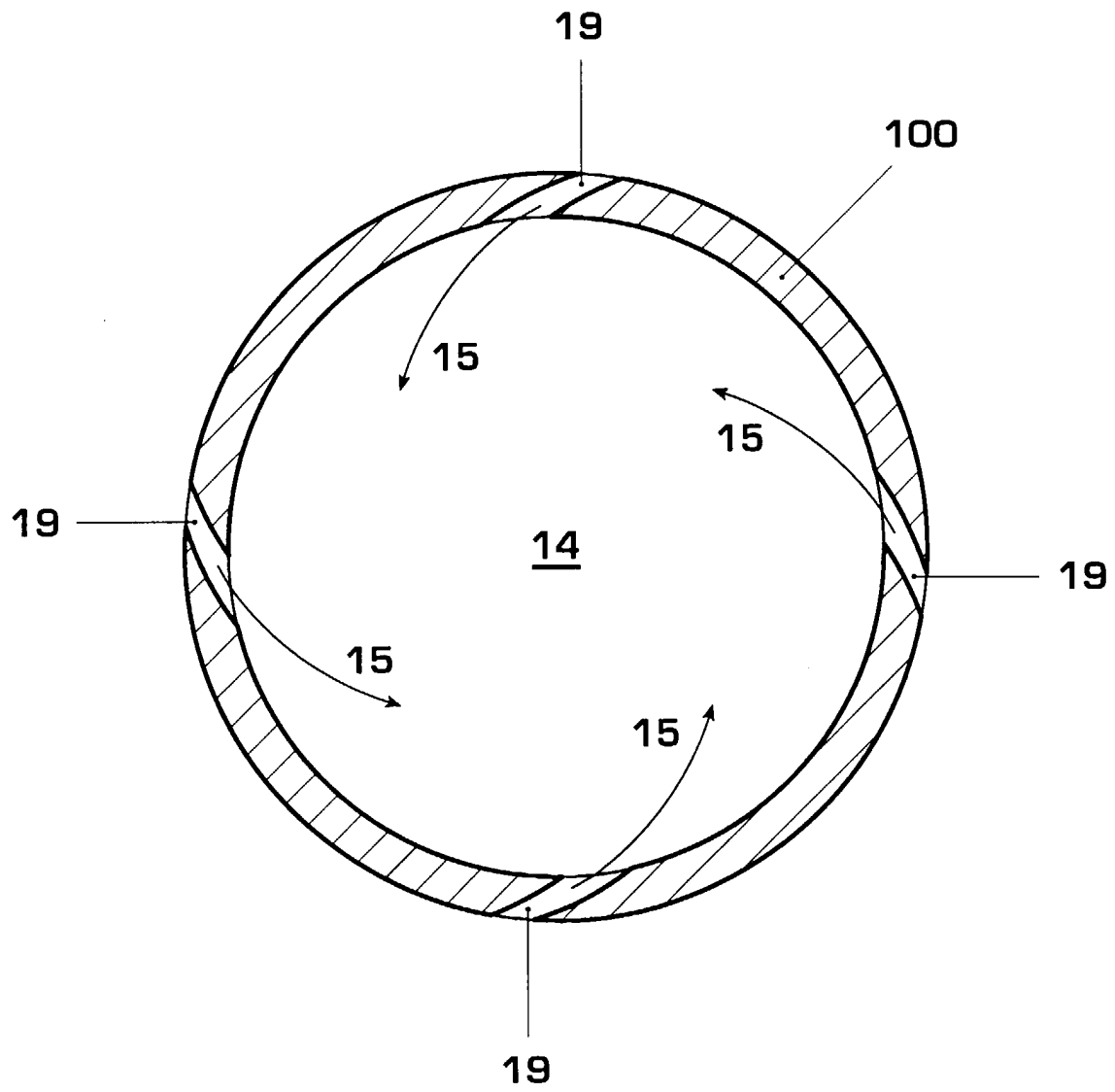
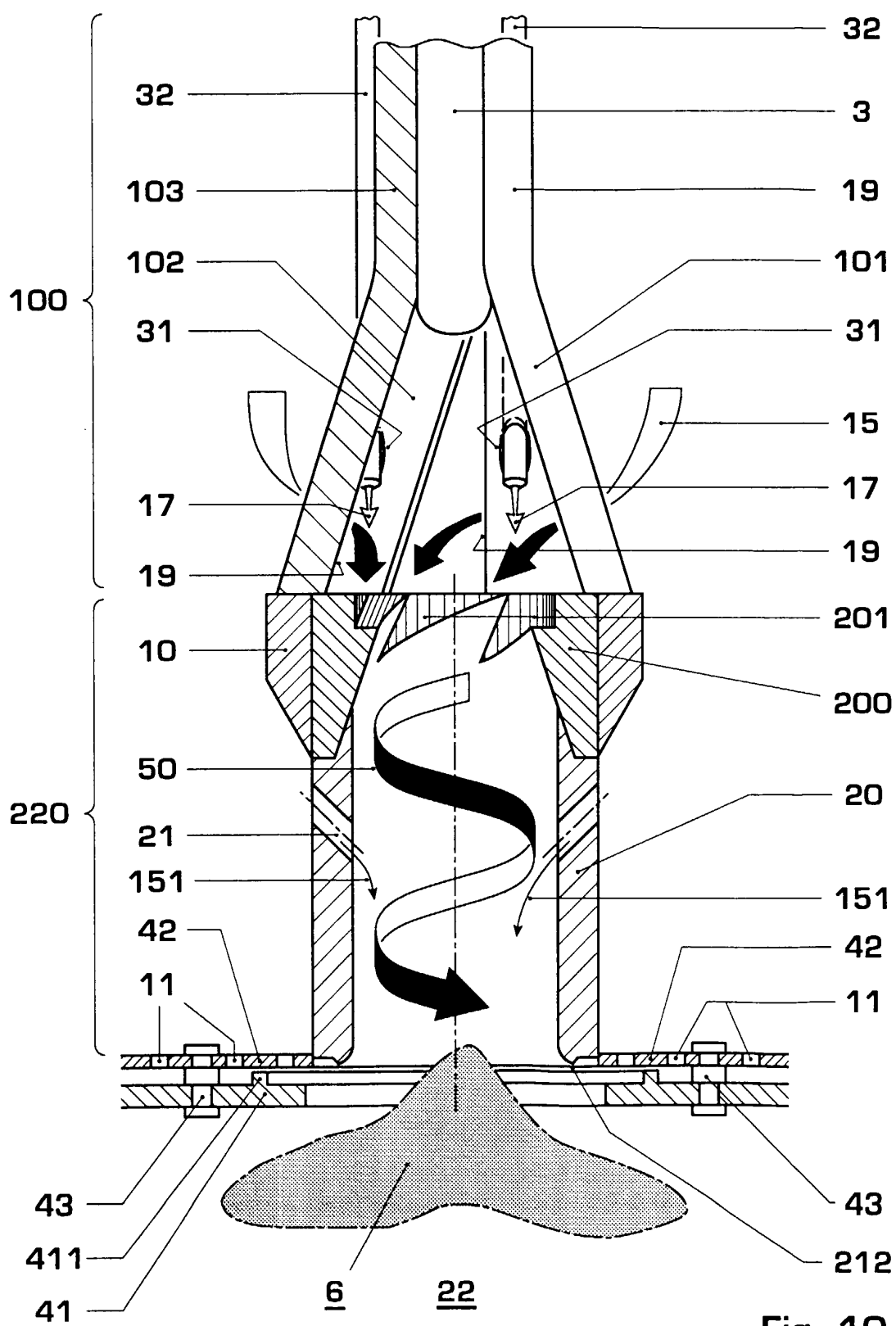


Fig. 9





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 11 4377

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	EP 0 908 671 A (ABB RESEARCH LTD) 14. April 1999 (1999-04-14) * Spalte 1, Zeile 14 - Zeile 48 * * Spalte 3, Zeile 8 - Zeile 25 * * Spalte 3, Zeile 53 - Spalte 4, Zeile 3 * * Spalte 4, Zeile 48 - Spalte 6, Zeile 3 * * Abbildungen 1,2 * ----	1-4,6, 8-10, 19-21	F23C7/00 F23D17/00 F23R3/60 F23R3/28 F23R3/34
D,A	US 5 307 634 A (HU AARON S) 3. Mai 1994 (1994-05-03) * Spalte 2, Zeile 10 - Zeile 43 * * Abbildungen 2-5 * ----	1-5,7, 10,12	
A	EP 0 918 190 A (ABB RESEARCH LTD) 26. Mai 1999 (1999-05-26) * Spalte 1, Zeile 11 - Zeile 36 * * Spalte 2, Zeile 13 - Zeile 21 * * Spalte 3, Zeile 23 - Spalte 8, Zeile 19 * * Spalte 9, Zeile 6 - Zeile 37 * * Abbildungen 1-3,7 * ----	1-4,6,8, 10, 13-17, 19-22	
A	US 5 363 643 A (HALILA ELY E) 15. November 1994 (1994-11-15) * Spalte 5, Zeile 50 - Spalte 8, Zeile 33 * * Abbildungen 2-5 * ----	13-17	
A	US 5 129 231 A (BECKER JAMES T ET AL) 14. Juli 1992 (1992-07-14) * Spalte 1, Zeile 10 - Zeile 30 * * Spalte 2, Zeile 50 - Spalte 3, Zeile 40 * * Abbildungen 1-4 * -----	13,14, 16,17	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 8. November 1999	Prüfer Coquau, S
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03 82 (P04003)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 4377

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-11-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0908671 A	14-04-1999	CN 1214430 A	21-04-1999
		JP 11190504 A	13-07-1999
US 5307634 A	03-05-1994	DE 69220091 D	03-07-1997
		DE 69220091 T	02-01-1998
		EP 0627062 A	07-12-1994
		JP 7504265 T	11-05-1995
		WO 9317279 A	02-09-1993
		US 5402633 A	04-04-1995
EP 0918190 A	26-05-1999	KEINE	
US 5363643 A	15-11-1994	US 5333443 A	02-08-1994
US 5129231 A	14-07-1992	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82