



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 175 875**
B1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
18.06.88

⑥① Int. Cl.⁴: **F 23 D 11/40**

②① Anmeldenummer: **85109292.4**

②② Anmeldetag: **24.07.85**

⑤④ **Öl- oder Gasbrenner zur Heissgaserzeugung.**

③① Priorität: **16.06.84 DE 3430010**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.04.86 Patentblatt 86/14

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.05.88 Patentblatt 88/20

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
EP-A-0 115 858
DE-A-2 700 671
DE-A-2 712 564
DE-A-2 918 416
DE-A-3 109 988

Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

⑦③ Patentinhaber: **Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V., D-5300 Bonn (DE)**

⑦② Erfinder: **Buschulte, Winfried, Prof. Dr.-Ing., Herzog-Friedrich-Strasse 1, D-7106 Neuenstadt (DE)**
Erfinder: **Adis, Erich, Rosenstrasse 23, D-7101 Hardthausen a.K. (DE)**
Erfinder: **Bader, Manfred, Schafgasse 25, D-7106 Neuenstadt (DE)**

⑦④ Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner, Uhlandstrasse 14c, D-7000 Stuttgart 1 (DE)**

EP 0 175 875 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Brenner zur Heißgaserzeugung mit einer Düse, aus der ein Brennstoffstrahl in ein Mischrohr eintritt, mit einer den Auslaß der Düse umgebenden Blende, die ein Brennergehäuse in eine stromaufwärts gelegene, die Düse aufnehmende Vorkammer und eine stromabwärts gelegene, das Mischrohr aufnehmende Brennkammer unterteilt, mit einem zentralen Durchlaß in der Blende für den Durchtritt des aus der Düse austretenden Brennstoffstrahles und mit einer Anzahl von den Durchlaß umgebenden Öffnungen in der Blende, durch welche Verbrennungsluft aus der Vorkammer in das Mischrohr eintritt, wobei sich die Öffnungen innerhalb einer Fläche befinden, die sich aus der Projektion der lichten Mischrohrquerschnittsfläche auf die Blende ergibt, und der Abstand der Ränder benachbarter Öffnungen mindestens 50 % des Öffnungsdurchmessers beträgt.

Derartige Brenner sind beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift 3 109 988 beschrieben.

Bei diesen Brennern wird dem zentral über eine Düse zugeführten Brennstoff Verbrennungsluft über Öffnungen zugeführt, die in einer die Düse umgebenden Blende angeordnet sind. Die Verbrennungsluft und der Brennstoff werden stromabwärts der Düse in einem Mischraum vermischt, der in einem Mischrohr angeordnet ist. Im Bereich des stromabwärts gelegenen Mischrohrendes bildet sich im Betrieb eine Flammenfront aus, von der heiße Gase außerhalb des Mischrohres zu einer Rezirkulationsöffnung am stromaufwärts gelegenen Ende des Mischrohres zurückströmen.

Es hat sich herausgestellt, daß bei einem solchen Brenneraufbau zwar eine ausgezeichnete Verbrennung des Brennstoffes erreicht werden kann, daß aber die Geräuscherzeugung eines solchen Brenners noch relativ hoch ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen gattungsgemäßen Brenner so auszugestalten, daß die Geräuscherzeugung beim Brennvorgang herabgesetzt wird.

Diese Aufgabe wird bei einem Brenner der eingangs beschriebenen Art gemäß einer ersten Ausführungsform dadurch gelöst, daß der Blende in Strömungsrichtung mindestens ein Luftführungskanal vorgelagert ist, der zumindest im Bereich der radial außen liegenden Kanten der Öffnungen stoßfrei in die Öffnungen übergeht.

Ein der Blende vorgeschalteter Luftführungskanal richtet die Verbrennungsluft vor dem Durchtritt durch die Öffnungen und vor dem Eintritt in den Mischraum annähernd parallel, so daß eine weniger gestörte Strömung erreicht werden kann. Es wird dadurch vermieden, daß Turbulenzen in den Mischraum getragen werden, die sich sonst auch in der Flamme und in der Rezirkulationsströmung fortsetzen und zu erhöhten Verbrennungsgeräuschen führen würden.

Bei einer besonders einfachen Ausführungsform ist vorgesehen, daß der Kanal von einem die Düse in konzentrischem Abstand umgebenden Rohrstück gebildet wird. Somit ist allen Öffnungen ein gemeinsamer Luftführungskanal zugeordnet, der durch den Ringspalt zwischen der Innenwand des Rohrstützens und der Düse gebildet wird. Der Ringspalt kann längs eines sich in Strömungsrichtung verengenden Konus angeordnet sein. Dadurch erzielt man zusätzlich eine die Turbulenzen in der Luftströmung herabsetzende Wirkung, die insbesondere in Kombination mit einer Öffnung mit geneigter Längsachse besonders vorteilhaft ist.

Die geräuschkindernde Wirkung des Rohrstückes ist dann besonders günstig, wenn seine Länge zwischen 10 und 120 % seines Innendurchmessers im Übergangsbereich zu den Öffnungen beträgt; vorzugsweise liegt diese Länge zwischen 20 und 70 % des Innendurchmessers, und ganz besonders günstig ist es, wenn diese Länge zwischen 30 und 50 % des Innendurchmessers des Rohrstückes beträgt.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist jeder Öffnung ein eigener Luftführungskanal zugeordnet, der stoßfrei in die Öffnung übergeht. Auch hier kann vorgesehen sein, daß sich die Luftführungskanäle in Strömungsrichtung konisch verengen.

Die Luftführungskanäle können auf einer die Düse konzentrisch umgebenden Zylinderfläche angeordnet sein, bei einer abgewandelten Ausführungsform sind sie auf einer die Düse konzentrisch umgebenden Kegelmantelfläche angeordnet. Es ist dabei günstig, wenn die Längsachse der Kanäle gegenüber der Längsachse des Mischrohres zwischen 3° und 6° geneigt ist, da dann im Inneren des Mischrohres eine optimale Vermischung stattfindet, ohne daß dabei die unerwünschten Turbulenzen auftreten.

Die Luftführungskanäle können in einen die Düse konzentrisch umgebenden, gemeinsamen Führungskörper eingearbeitet sein.

Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn die Länge dieser Luftführungskanäle dem 0,5- bis 4-fachen Radialabstand der Öffnungen von der Düsenlängsachse entspricht, vorzugsweise dem 2- bis 3-fachen Radialabstand dieser Öffnungen von der Düsenlängsachse.

Die Aufgabe wird bei einem Brenner der eingangs beschriebenen Art gemäß einer weiteren Ausführungsform auch dadurch gelöst, daß die Öffnungen auf der Vorkammer zugewandten Seite der Blende angefaßt sind. Allein die Anfasung der Öffnungen in einer Mehrlochblende führt überraschenderweise bereits zu einer erheblichen Herabsetzung der Geräuschbildung, da auch in diesem Falle die Verbrennungsluft störungsfreier in den Mischraum gelangt.

Bei allen vorstehend beschriebenen Ausführungsformen kann vorgesehen sein, daß in der Blende ein die Düse konzentrisch umgebender, dieser unmittelbar benachbarter

Ringspalt angeordnet ist, der mit der Vorkammer in Verbindung steht. Durch diesen die Durchtrittsöffnung der Düse durch die Blende unmittelbar umgebenden Ringspalt kann zusätzlich sehr nahe an der Düsenlängsachse Verbrennungsluft in den Mischraum einströmen.

Die Öffnungen in der Blende können einen kreisförmigen Querschnitt haben, es ist jedoch auch die Verwendung anderer Querschnitte möglich, beispielsweise können die Öffnungen die Form von Ringabschnitten haben. Die einander benachbarten Öffnungen können auf einem gemeinsamen Kreis um die Düsenlängsachse liegen, sie können jedoch auch in radialer Richtung gegeneinander versetzt sein, so daß beispielsweise auf zwei konzentrisch zueinander angeordneten Teilkreisen Öffnungen angeordnet sind, die gegeneinander versetzt sind.

Günstig ist es, wenn der Abstand der Ränder benachbarter Öffnungen mehr als 50 % des Öffnungsdurchmessers beträgt, insbesondere mehr als 100 %. Je größer das Verhältnis dieses Abstandes zum Öffnungsdurchmesser ist, desto stärker kann die Geräuschbildung herabgesetzt werden.

Als besonders vorteilhaft hat sich eine Anordnung herausgestellt, bei der die Längsachsen der Öffnungen gegenüber der Mischrohr längsachse in Strömungsrichtung konvergierend geneigt sind, vorzugsweise mit einem Neigungswinkel zwischen 3° und 6°. Dies kann durch entsprechende Anordnung der Öffnungen in der Blende selbst erreicht werden oder durch eine Verformung der Blende in der Weise, daß die Längsachsen der Öffnungen gegenüber der Mischrohr längsachse geneigt sind.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß das Mischrohr an seinem stromaufwärts liegenden Ende einen größeren Durchmesser aufweist als an seinem stromabwärts liegenden Ende.

Dabei kann sich das Mischrohr stufenförmig oder konisch verengen.

Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn das stromaufwärts liegende Ende des Mischrohres einen Innendurchmesser aufweist, der größer ist als der Durchmesser eines an den Außenseiten der Öffnungen anliegenden Umfangskreises; bei einem abgewandelten Ausführungsbeispiel kann der Innendurchmesser auch so gewählt werden, daß er dem Durchmesser dieses Umfangskreises gleich ist.

Es ist vorteilhaft, wenn das Mischrohr eine Länge hat, die bis zum dreifachen Innendurchmesser des Mischrohrenlasses reicht. Diese Länge des Mischrohres ist etwas größer als die normalerweise benutzte Mischrohlänge. Es hat sich herausgestellt, daß durch diese Verlängerung des Mischrohres eine zusätzliche Geräuschminderung eintritt.

Dieses verlängerte Mischrohr kann in seinem Mantel Öffnungen aufweisen, durch die eine Zündeinrichtung in das Mischrohr ragt.

Bei einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel kann vorgesehen sein, daß in dem sich an die Blende anschließenden, stromaufwärts liegenden Ende des Mischrohres in dessen Mantel Rezirkulationsöffnungen vorgesehen sind, die im Abstand von der Blende angeordnet sind, so daß sich zwischen Blende und den Rezirkulationsöffnungen ein geschlossenes Rohrstück befindet. Vorzugsweise entspricht die Länge des Rohrstückes etwa 1/4 des Mischrohrdurchmessers. Mittels dieser Anordnung des Rezirkulationsfensters wird einmal erreicht, daß die Mischtemperatur erhöht wird, zum anderen wird jedoch damit auf die Wirbelbildung Einfluß ausgeübt. Dies macht sich im Gesamtschallpegel begünstigend bemerkbar, beispielsweise werden durch diese Maßnahmen Absenkungen des Gesamtschallpegels um 0,5 bis 1 dB(A) erreicht.

Es kann weiterhin vorgesehen sein, daß sich an das Mischrohr stromabwärts ein weiteres Rohrstück anschließt, dessen Durchmesser höchstens so groß ist wie der des stromabwärts liegenden Endes des Mischrohres. Dieses Rohrstück hat vorteilhafterweise vom stromabwärts gelegenen Ende des Mischrohres einen Abstand, der zwischen 1/10 und 1/4 des Durchmessers des Mischrohres liegt. Es ist günstig, wenn die Länge dieses Rohrstückes zwischen 1/2 und 1 Durchmesser des Mischrohres liegt, vorzugsweise bei 2/3 dieses Durchmessers. Auch durch diese Maßnahme wird der Gesamtschallpegel herabgesetzt, und zwar dadurch, daß eine Kernströmung nach Verlassen des großen Mischrohrteiles abermals durch eine Verengung gepreßt wird, mit dem Ziel, die am inneren Mischkegel der Strömung auftretende Wirbelbildung zu dämpfen.

Es wird noch einmal besonders hervorgehoben, daß die vorstehend beschriebenen Maßnahmen zur Geräuschminderung besonders vorteilhaft in ihrer Kombination wirken, daß aber auch jede der Maßnahmen für sich allein zu der gewünschten Geräuschherabsetzung beiträgt.

Die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung.

Es zeigen:

Figur 1: eine Längsschnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines Brenners;

Figur 2: eine Schnittansicht längs Linie 2-2 in Figur 1;

Figur 3: eine Ansicht ähnlich Figur 1 eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Brenners;

Figur 4: eine Schnittansicht längs Linie 4-4 in Figur 3;

Figur 5: eine Ansicht ähnlich Figur 1 eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Brenners;

Figur 6: eine Schnittansicht längs Linie 6-6 in Figur 5;

Figur 7: eine Ansicht ähnlich Figur 1 eines

weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Brenners;

Figur 8: eine Ansicht ähnlich Figur 1 eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Brenners;

Figur 9: eine Ansicht ähnlich Figur 1 eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Brenners und

Figur 10: eine Ansicht ähnlich Figur 1 eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Brenners.

Die Erfindung bezieht sich auf die unterschiedlichsten Öl- oder Gasbrenner und wird nachfolgend am Beispiel eines sogenannten Blaubrenners erörtert, also eines Brenners, bei dem Öl mit blauer Flamme vollständig verbrannt wird. Die Erfindung ist aber nicht auf solche Blaubrenner beschränkt, beispielsweise läßt sich die erwünschte Geräuschkinderung mit den beschriebenen konstruktiven Maßnahmen auch bei Anwärmbrennern und Gelbbrennern erzielen.

Der in den Figuren 1 und 2 dargestellte Brenner umfaßt ein zylindrisches Brennergehäuse 1, das durch eine im folgenden als Blende 2 bezeichnete Wand in eine stromaufwärts gelegene Vorkammer 3 und in eine stromabwärts gelegene Brennkammer 4 unterteilt wird. Die Blende 2 weist einen zentralen Durchlaß 5 auf, in den eine Düse 6 eingesetzt ist, die mit einer Brennstoffzufuhrleitung 7 verbunden ist. Die Längsachse der Düse 6 fällt mit der Längsachse des Brennergehäuses zusammen.

Stromabwärts der Blende 2 schließt sich an diese ein zylindrisches Mischrohr 8 an, welches über Umfangsschlitze 9 unmittelbar anschließend an die Blende 2 eine Verbindung zwischen seinem den Mischraum bildenden Innenraum 10 und einem als Rezirkulationsraum dienenden Ringraum 11 bildet, der das Mischrohr 8 konzentrisch umgibt.

Eine Zündeinrichtung 12 ist von der Vorkammer durch die Blende 2 hindurchgeführt und endet am auslaßseitigen Ende des Mischrohres 8, so daß in diesem Bereich eine Zündung erfolgen kann.

In ähnlicher Weise ist eine Meßsonde 13 von der Vorkammer durch die Blende 2 hindurch in die Brennkammer 4 eingeführt.

Auf einem den zentralen Durchlaß 5 in der Blende 2 konzentrisch umgebenden Kreis ist eine Anzahl von Öffnungen 14 mit jeweils kreisförmigem Querschnitt angeordnet, die eine Verbindung zwischen der Vorkammer 3 und dem vom Mischrohr 8 umgebenen Innenraum 10 in der Brennkammer 4 herstellen. Die Düse 6 wird im Abstand von einem zylindrischen Rohrstück 15 umgeben, welches bis an die Blende 2 heranreicht. Der Innendurchmesser dieses Rohrstückes 15 ist so gewählt, daß die Innenwand des Rohrstückes 15 im Bereich der außen liegenden Kanten der Öffnungen 14 stoßfrei in die Öffnungen 14 übergeht, wie dies aus Figur 2 deutlich wird. Dort ist auch ersichtlich, daß der Radius des Kreises, auf dem die Öffnungen 14 liegen, zwischen dem Außenradius der Düse 6 und dem Radius der

Innenwand des Rohrstückes 15 liegt, so daß die Öffnungen 14 mit dem innen liegenden Bereich ihrer Kante die umhüllende der Düse 6 berühren, mit dem außen liegenden Bereich die Innenwand des Rohrstückes 15.

Die Anzahl der Öffnungen 14 längs des die Düse umgebenden Kreises ist so gewählt, daß zwischen den Öffnungen Stege 16 stehenbleiben, deren Breite mindestens 50 % des Durchmessers der Öffnungen 14 beträgt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Innendurchmesser des Rohrstückes 15 geringfügig kleiner ist als der Innendurchmesser des Mischrohres 8. Dadurch läßt sich bei einer vorgegebenen Querschnittsfläche der Öffnungen 14 ein maximaler Abstand benachbarter Öffnungen in Umfangsrichtung erzielen, wobei dieser maximale Abstand zu einer bestmöglichen Geräuschkinderung führt. Vergrößert man den Innendurchmesser des Rohrstückes über den Innendurchmesser des Mischrohres hinaus, ergibt sich trotz der noch größeren Abstände zwischen benachbarten Bohrungen wieder ein Geräuschanstieg.

Im Betrieb strömt durch die Düse 6 Brennstoff, beispielsweise Gas oder Öl, in den Hohlraum. Die Düse kann bei der Verwendung von Öl als Zerstäuberdüse ausgebildet sein. Durch die Öffnungen 14 wird Verbrennungsluft in den Innenraum 10 des Mischrohres 8 eingeleitet, so daß sich Brennstoff und Verbrennungsluft in dem Innenraum 10 innig miteinander vermischen. Im Bereich des auslaßseitigen Endes des Mischrohres 8 wird dieses Gemisch entzündet und brennt in einer Flammenfront, die entsprechend der jeweiligen Strömungsgeschwindigkeit etwa im Bereich des auslaßseitigen Endes des Mischrohres lokalisiert ist.

Durch das Rohrstück 15 wird die Verbrennungsluft durch einen die Düse 6 umgebenden Ringkanal 17 hindurchgeführt, ehe die Verbrennungsluft durch die Öffnungen 14 in den Innenraum 10 des Mischrohres 8 eintreten kann. Bei dieser Führung durch den Ringkanal 17 wird die Luftströmung beruhigt, so daß die Luft weitgehend turbulenzfrei durch die Öffnungen 14 hindurchtritt. Dies führt dazu, daß auch im Mischrohr 8 und im Verbrennungsbereich die Turbulenzen gegenüber einer Konstruktion herabgesetzt werden, bei der die Luft ohne einen den Öffnungen 14 vorgeschalteten Führungskanal unmittelbar von der Vorkammer in das Mischrohr 8 eintritt. Aufgrund der geringen Turbulenzen ergibt sich eine deutliche Geräuschkinderung beim Brennvorgang selbst.

Das Rohrstück 15 ist in dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel zylindrisch ausgebildet (ausgezogene Linien). Bei einem abgewandelten Ausführungsbeispiel hat das Rohrstück 15 die Gestalt eines Kegelstumpfes, und eine parallele Innenwand bildet mit dem Rohrstück einen längs eines Kegelstumpfmantels verlaufenden Ringspalt 17. Eine solche Anordnung ist in Figur 1 mit strichpunktierten

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Linien eingezeichnet. Diese Anordnung trägt zusätzlich zu einer Beruhigung der Luftströmung bei.

In den Figuren 3 und 4 ist ein ähnlich aufgebauter Brenner dargestellt, einander entsprechende Teile tragen dieselben Bezugszeichen.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Mischrohr 8 kegelstumpfförmig ausgebildet, wobei das einlaßseitige Ende einen Außendurchmesser aufweist, der wesentlich größer ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem die Öffnungen 14 angeordnet sind. Es hat sich herausgestellt, daß diese konische Verengung des Mischrohres zu einer zusätzlichen Herabsetzung der Geräuscentwicklung beim Brennvorgang führt.

Bei dem in Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiel fehlt ein dem Rohrstück 15 vergleichbarer Luftzufuhrkanal. Statt dessen sind die Öffnungen 14 auf ihrer der Vorkammer 3 zugewandten Seite angefast. Diese Anfasungen, die unmittelbar in die Blende 2 eingearbeitet sind, tragen ebenfalls zu einer wesentlichen Beruhigung der in das Mischrohr einströmenden Verbrennungsluft bei und führen damit zu einer Geräuschherabsetzung.

Bei dem in den Figuren 5 und 6 dargestellten Brenner, bei dem wieder entsprechende Teile dieselben Bezugszeichen tragen, wird die Düse 6 von einem Führungskörper 18 umgeben, in den achsparallele Kanäle 19 eingearbeitet sind, und zwar derart, daß jeder Öffnung 14 ein eigener Kanal 19 zugeordnet ist. Dabei treten die Kanäle 19 stoßfrei in die jeweilige Öffnung 14 ein.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel haben die Kanäle 19 über ihre gesamte Länge denselben Querschnitt, es kann jedoch vorgesehen werden, daß sich die Kanäle 19 in Strömungsrichtung verengen.

Die Kanäle 19 können in dem Führungskörper, wie in Figur 5 in ausgezogenen Linien dargestellt, achsparallel verlaufen, sie können aber auch auf einem Kegelmantel angeordnet sein, wie dies in Figur 4 strichpunktiert angegeben ist. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Neigung der Kanäle 19 gegenüber der Düsenlängsachse zwischen 3° und 6° liegt. Es hat sich herausgestellt, daß bei einer solchen Anordnung eine optimale Geräuschminderung erreichbar ist. Auch in diesem Falle können die Kanäle selbst sich in Strömungsrichtung noch verengen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß in allen Fällen die Kanäle 19 stoßfrei in die Öffnungen 14 übergehen, so daß in diesem Übergangsbereich keine Turbulenzen auftreten können.

Das Mischrohr 8 ist bei dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel gegenüber den Ausführungsbeispielen der Figuren 1 bis 4 verlängert, so daß die Länge etwa bis zu dreimal so groß ist wie der Innendurchmesser des Mischrohreinlasses. Auch diese Verlängerung des Mischrohres trägt zu einer zusätzlichen Herabsetzung der Geräuscentwicklung bei. Um in diesem Falle des verlängerten Mischrohres

eine Zündung in einem der Blende 2 nahen Bereich zu ermöglichen, weist das Mischrohr in diesem Ausführungsbeispiel Mantelöffnungen 20 auf, durch welche die Zündeinrichtung 12 in den Innenraum 10 des Mischrohres 8 ragt. Diese Mantelöffnungen 20 befinden sich zwischen dem stromaufwärts gelegenen und dem stromabwärts gelegenen Ende des Mischrohres.

In Figur 7 ist ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Brenners dargestellt, bei dem wiederum entsprechende Teile mit denselben Bezugszeichen bezeichnet sind.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist in den Führungskörper 18 ein die Düse 6 im Bereich der Öffnung 5 umgebender Ringraum 21 eingearbeitet, der sich in einen die Öffnung 5 umgebenden Ringspalt 22 öffnet. Der Ringspalt 22 kann durch die Öffnung selbst gebildet sein, die dann einen Durchmesser aufweist, der etwas größer ist als der Durchmesser der Düse 6 in diesem Bereich.

Der Ringraum 21 steht über im wesentlichen radial im Führungskörper 18 verlaufende Kanäle 23 mit der Vorkammer 3 in Verbindung, so daß Verbrennungsluft nicht nur über die Kanäle 19 und die Öffnungen 14 in den Innenraum eintreten kann, sondern zusätzlich auch für die Kanäle 23, den Ringraum 21 und den Ringspalt 22. Da diese Verbrennungsluft in unmittelbarer Nachbarschaft des in den Innenraum eintretenden Brennstoffes eintritt, kann hier eine besonders wirksame Vermischung stattfinden, wobei die Einführung von Turbulenzen in den Innenraum durch die Verbrennungsluft weitgehend vermieden wird. Auch diese Maßnahme dient der Herabsetzung der Geräuscentwicklung.

Das Mischrohr 8 ist ebenso wie im Ausführungsbeispiel der Figur 5 verlängert und weist Mantelöffnungen 20 auf. Zusätzlich weist der stromaufwärts der Mantelöffnung 20 gelegene Teil 24 des Mischrohres einen größeren Durchmesser auf als der stromabwärts der Mantelöffnung 20 gelegene Teil 25. Dabei ist der Durchmesser des Teils 24 erheblich größer als der Durchmesser des Kreises, auf dem die Öffnungen 14 liegen. Bei dieser Ausführung sind somit die Maßnahmen der Ausführungsbeispiele der Figuren 3 und 5, also die Verengung des Mischrohres in Strömungsrichtung und die Verlängerung des Mischrohres miteinander kombiniert.

Bei allen dargestellten Ausführungsbeispielen verlaufen die Achsen der Öffnungen 14 parallel zur Längsachse des Mischrohres 8. Es ist jedoch möglich, diese Öffnungen so in der Blende anzuordnen, daß ihre Längsachsen gegenüber der Längsachse des Mischrohres in Strömungsrichtung konvergierend geneigt sind, beispielsweise mit einem Neigungswinkel zwischen 3° und 6°. Diese Neigung kann durch entsprechende Einarbeitung der Öffnungen in die Blende erzeugt werden oder durch eine Verformung der Blende im Bereich der Öffnungen 14. Es hat sich dabei herausgestellt, daß durch diese geringfügige Neigung der

Öffnungslängsachse und damit durch die in Richtung auf die Mischrohr längsachse geneigte Strömungsrichtung der einströmenden Verbrennungsluft bei gleichzeitiger Verbesserung der Durchmischung sich eine zusätzliche Herabsetzung der Geräuschentwicklung ergibt.

Bei Verwendung der beschriebenen Konstruktionsmerkmale läßt sich die Verbrennungsluft weitgehend turbulenzfrei in den Mischraum einleiten, so daß dadurch eine erhebliche Reduzierung der Geräuschbildung erreicht werden kann. Der Gesamtschallpegel läßt sich beispielsweise um 8 bis 10 dB(A) des Absolutwertes senken, wenn man die Geräuschbildung mit der eines Brenners vergleicht, bei dem die Verbrennungsluft ohne geeignete Schutzmaßnahmen unmittelbar durch die Öffnungen in der Blende in den Mischraum eintritt.

Das Ausführungsbeispiel der Figur 8 ist im Bereich der Vorkammer und der Lufteinlaßkanäle aufgebaut wie das Ausführungsbeispiel der Figur 3, insbesondere wird auf dieses Ausführungsbeispiel Bezug genommen.

Im Bereich der Brennkammer 4 unterscheidet sich der Brenner von dem Ausführungsbeispiel der Figur 5, auf dessen erläuternde Beschreibung Bezug genommen wird, nur dadurch, daß die Umfangsschlitze 9 von der Blende 2 einen Abstand haben, so daß zwischen der Blende 2 und den Umfangsschlitzen 9 ein Rohrstück 30 mit geschlossener Mantelfläche ausgebildet wird.

Dieses Rohrstück 30 hat eine Länge, die etwa 1/4 des Mischrohrdurchmessers entspricht. Es hat sich herausgestellt, daß damit auf die Wirbelbildung im Mischrohr ein den Gesamtschallpegel herabsetzender Einfluß ausgeübt wird.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 9 ist der Brenner im Bereich der Vorkammer ebenso ausgebildet wie im Ausführungsbeispiel der Figur 8. Im Bereich der Brennkammer 4 unterscheidet sich der Aufbau gegenüber dem Ausführungsbeispiel der Figur 7 nur dadurch, daß der Innendurchmesser des stromaufwärts liegenden Teiles 24 des Mischrohres 8 dem Durchmesser des Umfangskreises entspricht, der die Öffnungen 14 aussen anliegend umgibt. Der Innendurchmesser des stromabwärts liegenden Teils 25 ist entsprechend geringer. Auch diese Ausführung trägt zur Herabsetzung des Gesamtschallpegels bei.

Das Ausführungsbeispiel der Figur 10 entspricht weitgehend dem der Figur 8. Es unterscheidet sich von diesem nur dadurch, daß sich an das Mischrohr 8 ein weiteres, koaxial angeordnetes Rohrstück 40 anschließt, welches vom Mischrohrende einen Abstand aufweist, der zwischen 1/10 und 1/4 des Mischrohrdurchmessers liegt. Die Länge des Rohrstückes 40 liegt zwischen 1/2 und 1 Mischrohrdurchmesser, vorzugsweise bei 2/3 dieses Durchmessers. Der Innendurchmesser des Rohrstückes 40 kann gleich dem

Innendurchmesser des Mischrohres 8 an dessen Auslaß sein, vorzugsweise ist der Innendurchmesser des Rohrstückes 40 aber kleiner, so wie dies im Ausführungsbeispiel der Figur 10 dargestellt ist.

Durch dieses angesetzt Rohrstück wird eine Kernströmung nach Verlassen des Mischrohres abermals durch eine Verengung gepreßt, wobei die am inneren Mischkegel der Strömung auftretende Wirbelbildung gedämpft wird. Auch dies trägt zu einer Reduzierung des Gesamtschallpegels bei.

Die unterschiedlichen Ausgestaltungsmerkmale des Mischrohres können auch in anderer Weise miteinander kombiniert werden, beispielsweise kann ein Mischrohr stromabwärts versetzte Umfangsschlitze 9 und ein stromabwärts angesetztes Rohrstück 40 aufweisen, das Mischrohr kann sich dabei auch in Strömungsrichtung verengen.

Ebenso können die unterschiedlichen Mischrohrausgestaltungen mit den unterschiedlichen Ausgestaltungen im Bereich der Vorkammer, die im Rahmen diese Anmeldung erörtert sind, beliebig kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Brenner zur Heißgaserzeugung mit einer Düse (6), aus der ein Brennstoffstrahl in ein Mischrohr (8) eintritt, mit einer den Auslaß der Düse (6) umgebenden Blende (2), die ein Brennergehäuse (1) in eine stromaufwärts gelegene, die Düse (6) aufnehmende Vorkammer (3) und eine stromabwärts gelegene, das Mischrohr (8) aufnehmende Brennkammer (4) unterteilt, mit einem zentralen Durchlaß (5) in der Blende (2) für den Durchtritt des aus der Düse (6) austretenden Brennstoffstrahles und mit einer Anzahl von den Durchlaß (5) umgebenden Öffnungen (14) in der Blende (2), durch welche Verbrennungsluft aus der Vorkammer (3) in das Mischrohr (8) eintritt, wobei sich die Öffnungen (14) innerhalb einer Fläche befinden, die sich aus der Projektion der lichten Mischrohrquerschnittsfläche auf der Blende (2) ergibt, und der Abstand der Ränder benachbarter Öffnungen (14) mindestens 50 % des Öffnungsdurchmessers beträgt, dadurch gekennzeichnet, daß der Blende (2) in Strömungsrichtung mindestens ein Luftführungs kanal (Ringraum 17; Kanäle 19) vorgelagert ist, der zumindest im Bereich der radial außen liegenden Kanten der Öffnungen (14) stoßfrei in die Öffnungen (14) übergeht.

2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (Ringraum 17) von einem die Düse (6) konzentrisch im Abstand umgebenden Rohrstück (15) gebildet ist.

3. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (Ringraum 17)

längs eines sich in Strömungsrichtung verengenden Konus verläuft.

4. Brenner nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Rohrstückes (15) zwischen 10 und 120 % seines Innendurchmessers im Übergangsbereich zu den Öffnungen (14) beträgt.

5. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Öffnung (14) ein eigener Luftführungskanal (19) zugeordnet ist, der stoßfrei in die Öffnung (14) übergeht.

6. Brenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Luftführungskanäle (19) in Strömungsrichtung konisch verengen.

7. Brenner nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftführungskanäle (19) in einem die Düse (6) konzentrisch umgebenden, gemeinsamen Führungskörper (18) eingearbeitet sind.

8. Brenner nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Luftzufuhrkanäle (Kanäle 19) dem 0,5 bis 5-fachen Radialabstand der Öffnungen (14) von der Düsenlängsachse entspricht.

9. Brenner zur Heißgaserzeugung mit einer Düse (6), aus der ein Brennstoffstrahl in ein Mischrohr (8) eintritt, mit einer den Auslaß der Düse (6) umgebenden Blende (2), die ein Brennergehäuse (1) in eine stromaufwärts gelegene, die Düse (6) aufnehmende Vorkammer (3) und eine stromabwärts gelegene, das Mischrohr (8) aufnehmende Brennkammer (4) unterteilt, mit einem zentralen Durchlaß (5) in der Blende (2) für den Durchtritt des aus der Düse austretenden Brennstoffstrahles und mit einer Anzahl von den Durchlaß (5) umgebenden Öffnungen (14) in der Blende (2), durch welche Verbrennungsluft aus der Vorkammer (3) in das Mischrohr (8) eintritt, wobei sich die Öffnungen (14) innerhalb einer Fläche befinden, die sich aus der Projektion der lichten Mischrohrquerschnittsfläche auf der Blende (2) ergibt, und der Abstand der Ränder benachbarter Öffnungen (14) mindestens 50 % des Öffnungsdurchmessers beträgt,

dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen (14) auf der der Vorkammer (3) zugewandten Seite der Blende (2) angefast sind.

10. Brenner nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Blende (2) ein die Düse (6) konzentrisch umgebender, dieser unmittelbar benachbarter Ringspalt (22) angeordnet ist, der mit der Vorkammer (3) in Verbindung steht.

11. Brenner nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Ränder benachbarter Öffnungen (14) mehr als 100 % des Öffnungsdurchmessers beträgt.

12. Brenner nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsachsen der Öffnungen (14) gegenüber der Mischrohr längsachse in Strömungsrichtung konvergierend geneigt sind.

13. Brenner nach einem der voranstehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischrohr (8) an seinem stromaufwärts liegenden Ende einen größeren Durchmesser aufweist als an seinem stromabwärts liegenden Ende.

14. Brenner nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß sich das Mischrohr (8) stufenförmig verengt.

15. Brenner nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß sich das Mischrohr (8) konisch verengt.

16. Brenner nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das stromaufwärts liegende Ende des Mischrohres (8) einen Innendurchmesser aufweist, der größer ist als der Durchmesser eines an den Außenseiten der Öffnungen (14) anliegenden Umfangskreises.

17. Brenner nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das stromaufwärts liegende Ende des Mischrohres (8) einen Innendurchmesser aufweist, der dem Durchmesser eines an den Außenseiten der Öffnungen (14) anliegenden Umfangskreises gleich ist.

18. Brenner nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischrohr (8) eine Länge hat, die bis zum dreifachen Innendurchmesser des Mischrohrenlasses reicht.

19. Brenner nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischrohr (8) Öffnungen (20) in seinem Mantel aufweist, durch die eine Zündeinrichtung (12) in das Mischrohr (8) ragt.

20. Brenner nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem sich an die Blende (2) anschließenden, stromaufwärts liegenden Ende des Mischrohres (8) in dessen Mantel Rezirkulationsöffnungen (9) vorgesehen sind, die im Abstand von der Blende (2) angeordnet sind, so daß sich zwischen Blende (2) und den Rezirkulationsöffnungen (9) ein geschlossenes Rohrstück (30) befindet.

21. Brenner nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Rohrstückes (30) etwa 1/4 des Mischrohrdurchmessers entspricht.

22. Brenner nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich an das Mischrohr (8) stromabwärts ein weiteres Rohrstück (40) anschließt, dessen Durchmesser höchstens so groß ist wie der des stromabwärts liegenden Endes des Mischrohres (8).

23. Brenner nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück (40) vom stromabwärts gelegenen Ende des Mischrohres (8) einen Abstand hat, der zwischen 1/10 und 1/4 des Durchmessers des Mischrohres (8) liegt.

24. Brenner nach einem der Ansprüche 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Rohrstückes (40) zwischen einem halben und einem Durchmesser des Mischrohres liegt, vorzugsweise bei 2/3 dieses Durchmessers.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Claims

1. A burner for hot gas generation comprising a nozzle (6), a fuel jet flowing out of said nozzle and entering a mixing tube (8), an orifice plate (2) surrounding the outlet of the nozzle (6) and dividing a burner housing (1) into an upstream precombustion chamber (3) containing the nozzle (6) and a downstream combustion chamber (4) containing the mixing tube (8), a central passage (5) in the orifice plate (2) for passage of the fuel jet flowing out of the nozzle (6) and a number of openings (14) in the orifice plate (2), said openings surrounding the passage (5) and combustion air from the precombustion chamber (3) entering the mixing tube (8) through said openings, wherein the openings (14) are located within a surface defined by the projection of the clear cross-sectional area of the mixing tube onto the orifice plate (2) and the space between the peripheries of adjacent openings (14) is at least 50 % of the opening diameter,

characterized in that at least one air supply channel (annular space 17; channels 19) is provided upstream of the orifice plate (2) in the direction of flow and said channel merges smoothly into the openings (14) at least in the region of the radially externally disposed peripheries of the openings (14).

2. Burner as defined in claim 1, characterized in that the channel (annular space 17) is formed by a tubular member (15) surrounding and concentrically spaced from the nozzle (6).

3. Burner as defined in claim 2, characterized in that the channel (annular space 17) extends along a cone tapering in the direction of flow.

4. Burner as defined in either of claims 2 or 3, characterized in that the length of the tubular member (15) is between 10 % and 120 % of its interior diameter in the area of transition to the openings (14).

5. Burner as defined in claim 1, characterized in that each opening is associated with a separate air supply channel (19) merging smoothly into said opening (14).

6. Burner as defined in claim 5, characterized in that the air supply channels (19) taper conically in the direction of flow.

7. Burner as defined in either of claims 5 or 6, characterized in that the air supply channels (19) are incorporated into a common guide member (18) concentrically surrounding the nozzle (6).

8. Burner as defined in either of claims 5 or 6, characterized in that the length of the air supply channels (channels 19) corresponds to 0.5 to 5 times the radial spacing of the openings (14) from the longitudinal axis of the nozzle.

9. Burner for hot gas generation comprising a nozzle (6), a fuel jet flowing out of said nozzle and entering a mixing tube (8), an orifice plate (2) surrounding the outlet of the nozzle (6) and dividing a burner housing (1) into an upstream precombustion chamber (3) containing the nozzle (6) and a downstream combustion chamber (4) containing the mixing tube (8), a central passage

(5) in the orifice plate (2) for passage of the fuel jet flowing out of the nozzle (6) and a number of openings (14) in the orifice plate (2), said openings surrounding the passage (5) and combustion air from the precombustion chamber (3) entering the mixing tube (8) through said openings, wherein the openings (14) are located within a surface defined by the projection of the clear cross-sectional area of the mixing tube onto the orifice plate (2) and the space between the peripheries of adjacent openings (14) is at least 50 % of the opening diameter, characterized in that the openings (14) are chamfered on the side of the orifice plate (2) facing the precombustion chamber (3).

10. Burner as defined in any of the preceding claims, characterized in that an annular slot (22) is disposed in the orifice plate (2), said slot concentrically surrounding and being directly adjacent the nozzle (6) and communicating with the precombustion chamber (3).

11. Burner as defined in any of the preceding claims, characterized in that the spacing between the peripheries of adjacent openings (14) is more than 100 % of the diameter of the openings.

12. Burner as defined in any of the preceding claims, characterized in that the longitudinal axes of the openings (14) are inclined relative to the longitudinal axis of the mixing tube and converge in the direction of flow.

13. Burner as defined in any of the preceding claims, characterized in that the diameter of the upstream end of the mixing tube (8) is greater than the diameter of its downstream end.

14. Burner as defined in claim 13, characterized in that the mixing tube (8) narrows in steps.

15. Burner as defined in claim 13, characterized in that the mixing tube (8) narrows conically.

16. Burner as defined in any of claims 13 to 15, characterized in that the interior diameter of the upstream end of the mixing tube (8) is greater than the diameter of a circumferential circle lying adjacent the peripheries of the openings (14).

17. Burner as defined in any of claims 13 to 15, characterized in that the interior diameter of the upstream end of the mixing tube (8) is equal to the diameter of a circumferential circle lying adjacent the peripheries of the openings (14).

18. Burner as defined in any of the preceding claims, characterized in that the length of the mixing tube (8) is up to three times the interior diameter of the inlet of the mixing tube.

19. Burner as defined in claim 18, characterized in that the mixing tube (8) has openings (20) in its wall, through which an ignition device (12) projects into the mixing tube (8).

20. Burner as defined in any of the preceding claims, characterized in that recirculation ports (9) are provided in the wall of the mixing tube (8) at its upstream end adjoining the orifice plate (2), said ports being spaced from the orifice plate (2) such that a closed tubular portion (30) is located between orifice plate (2) and the recirculation ports (9).

21. Burner as defined in claim 20, characterized

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

in that the length of the tubular portion (30) is approximately 1/4 of the diameter of the mixing tube.

22. Burner as defined in any of the preceding claims, characterized in that an additional tubular portion (40) adjoins the mixing tube (8) downstream thereof, the diameter of said tubular portion being at the most the same size as the diameter of the downstream end of the mixing tube (8).

23. Burner as defined in claim 22, characterized in that the tubular portion (40) is spaced from the downstream end of the mixing tube (8) by an amount of between 1/10 and 1/4 of the diameter of the mixing tube (8).

24. Burner as defined in either of claims 22 or 23, characterized in that the length of the tubular portion (40) is equal to one-half to one times the diameter of the mixing tube and preferably equal to 2/3 of this diameter.

Revendications

1. Brûleur pour la production de gaz chauds comprenant une buse (6) d'où un jet de combustible pénètre dans un tube mélangeur (8), un diaphragme (2) qui entoure la sortie de la buse (6) et qui divise un carter de brûleur (1) en une pré-chambre (3) située en amont et qui contient la buse (6), et une chambre de combustible (4) située en aval et qui contient le tube mélangeur (8), un passage central (5) ménagé dans le diaphragme (2) pour donner passage au jet de combustible sortant de la buse, et un certain nombre d'ouvertures (14) du diaphragme (2), prévues autour du passage (5), et à travers lesquelles l'air comburant pénètre, de la pré-chambre (3) dans le tube mélangeur (8), les ouvertures (14) se trouvant dans les limites d'une surface qui est formée par la projection de la surface de section libre du tube mélangeur sur le diaphragme (2), et la distance d'écartement entre les bords des ouvertures (14) voisines valant au moins 50 % du diamètre des ouvertures, caractérisé en ce que, en amont du diaphragme (2), considéré dans le sens de l'écoulement, est agencé au moins un canal de guidage de l'air (chambre annulaire 17; canaux 19) qui se termine dans les ouvertures (14) sans rupture de ligne, du moins dans la région des bords radialement extérieurs de ces ouvertures (14).

2. Brûleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le canal (espace annulaire 17) est formé par un tronçon de tube (15) qui entoure la buse (6) concentriquement et à un certain écartement.

3. Brûleur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le canal (espace annulaire 17) s'étend le long d'un cône qui se rétrécit dans le sens de l'écoulement.

4. Brûleur selon une des revendications 2 et 3 caractérisé en ce que la longueur du tronçon de tube (15) est comprise entre 10 % et 120 % de

son diamètre intérieur dans la région de transition aboutissant aux ouvertures (14).

5. Brûleur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'à chaque ouverture (14) est associé un canal de guidage d'air (19) qui lui correspond et qui se termine dans cette ouverture (14) sans rupture de ligne.

6. Brûleur selon la revendication 5, caractérisé en ce que les canaux de guidage de l'air (19) se rétrécissent avec une forme conique dans le sens de l'écoulement.

7. Brûleur selon une des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que les canaux de guidage de l'air (19) sont formés dans un corps de guidage commun (18) qui entoure concentriquement la buse (6).

8. Brûleur selon une des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que la longueur des canaux d'amenée de l'air (canaux 19) correspond à 0,5 à 5 fois l'écartement radial séparant les ouvertures (14) de l'axe longitudinal de la buse.

9. Brûleur pour la production de gaz chauds comprenant une buse (6) d'où un jet de combustible pénètre dans un tube mélangeur (8), un diaphragme (2) qui entoure la sortie de la buse (6) et qui divise un carter de brûleur (1) en une pré-chambre (3) située en amont et qui contient la buse (6), et une chambre de combustion (4) située en aval et qui contient le tube mélangeur (8), un passage central (5) ménagé dans le diaphragme (2) pour donner passage au jet de combustible sortant de la buse, et un certain nombre d'ouvertures (14) du diaphragme (2), prévues autour du passage (5), et à travers lesquelles l'air comburant pénètre, de la pré-chambre (3) dans le tube mélangeur (2), les ouvertures (14) se trouvant dans les limites d'une surface qui est formée par la projection de la surface de section libre du tube mélangeur sur le diaphragme (2), et la distance d'écartement entre les bords des ouvertures (14) voisines valant au moins 50 % du diamètre des ouvertures, caractérisé en ce que les ouvertures (14) sont chanfreinées sur la face du diaphragme (2) qui regarde vers la pré-chambre (3).

10. Brûleur selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, dans le diaphragme (2), est ménagée une fente annulaire (22) qui entoure concentriquement la buse (6) et est immédiatement adjacente à cette buse, et qui est en communication avec la pré-chambre (3)

11. Brûleur selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'écartement des bords des ouvertures (14) adjacentes représente plus de 100 % du diamètre des ouvertures.

12. Brûleur selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les axes longitudinaux des ouvertures (14) sont inclinés par rapport à l'axe longitudinal du tube mélangeur en convergeant dans le sens de l'écoulement.

13. Brûleur selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le tube mélangeur (8) présente un plus grand diamètre à

son extrémité amont qu'à son extrémité aval.

14. Brûleur selon la revendication 13, caractérisé en ce que le tube mélangeur (8) se rétrécit en escalier.

15. Brûleur selon la revendication 13, caractérisé en ce que le tube mélangeur (8) se rétrécit avec une forme conique.

16. Brûleur selon une des revendications 13 à 15, caractérisé en ce que l'extrémité amont du tube mélangeur (8) présente un diamètre intérieur plus grand que le diamètre d'un cercle circonscrit qui touche les côtés extérieurs des ouvertures (14).

17. Brûleur selon une des revendications 13 à 15, caractérisé en ce que l'extrémité amont du tube mélangeur (8) possède un diamètre intérieur qui est égal au diamètre d'un cercle circonscrit qui touche les côtés extérieurs des ouvertures (14).

18. Brûleur selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le tube mélangeur (8) possède une longueur qui peut atteindre jusqu'à trois fois le diamètre intérieur de l'entrée du tube mélangeur.

19. Brûleur selon la revendication 18, caractérisé en ce que le tube mélangeur (8) présente dans sa paroi latérale des ouvertures (20) à travers lesquelles un dispositif d'allumage (12) pénètre dans le tube mélangeur (8).

20. Brûleur selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, dans l'extrémité amont du tube mélangeur (8), qui fait suite au diaphragme (2), sont prévues, dans la paroi latérale de ce tube, des ouvertures de recyclage (9) qui sont placées à distance du diaphragme (2), de sorte qu'un tronçon de tube fermé (30) est interposé entre le diaphragme (2) et l'ouverture de recyclage (9).

21. Brûleur selon la revendication 20, caractérisé en ce que la longueur du tronçon de tube (30) correspond à peu près à 1/4 du diamètre du tube mélangeur.

22. Brûleur selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au tube mélangeur (8) se raccorde, en aval, un autre tronçon de tube (40) dont le diamètre est au maximum aussi grand que celui de l'extrémité aval du tube mélangeur (8).

23. Brûleur selon la revendication 22, caractérisé en ce que le tronçon de tube (40) se trouve à une distance de l'extrémité aval du tube mélangeur (8) qui est comprise entre 1/10 et 1/4 du diamètre du tube mélangeur (8).

24. Brûleur selon une des revendications 22 et 23, caractérisé en ce que la longueur du tronçon de tube (40) représente entre la moitié du diamètre du tube mélangeur et la pleine valeur de ce diamètre et qu'elle est de préférence d'environ 2/3 de ce diamètre.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

10

Fig.1

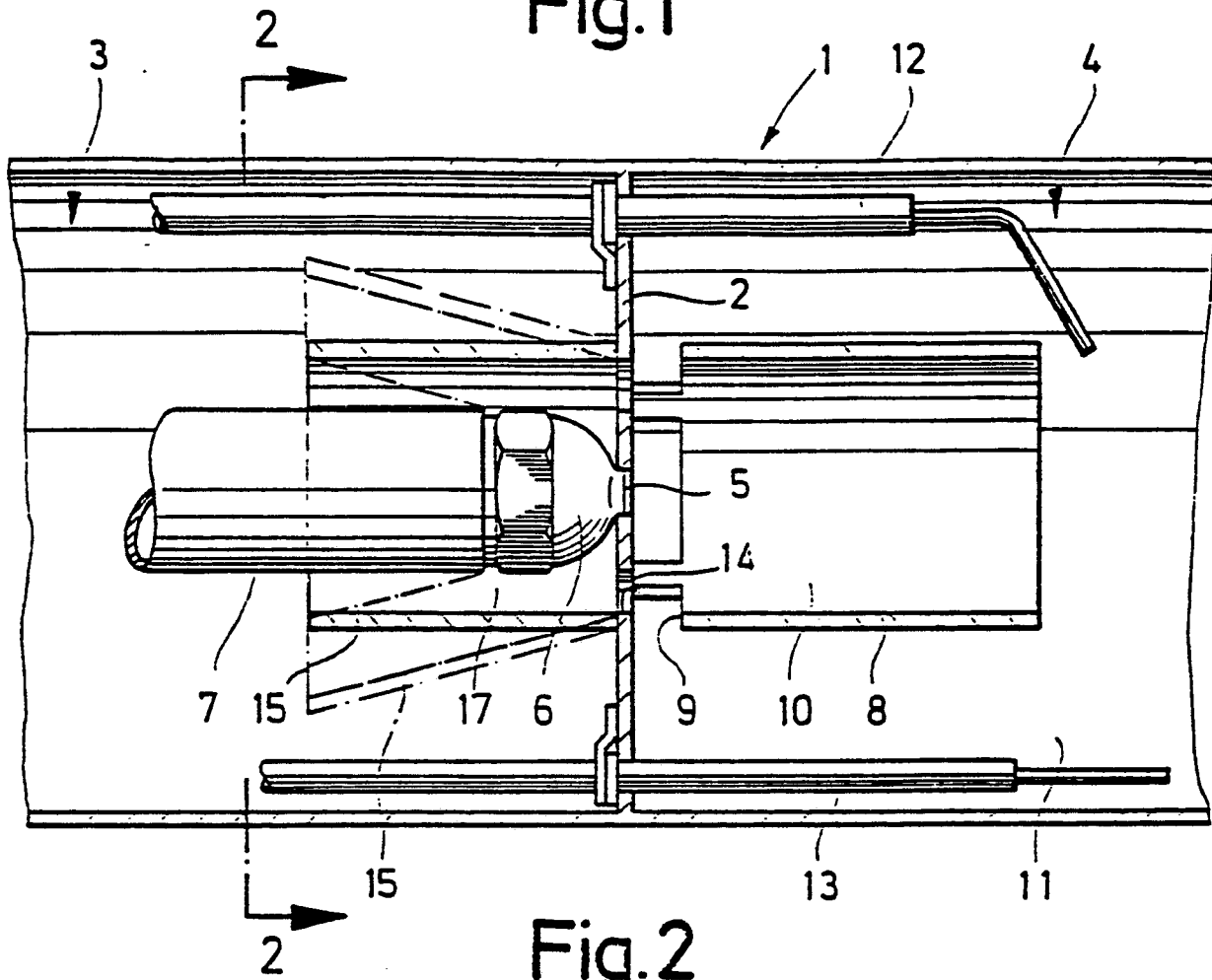


Fig.2

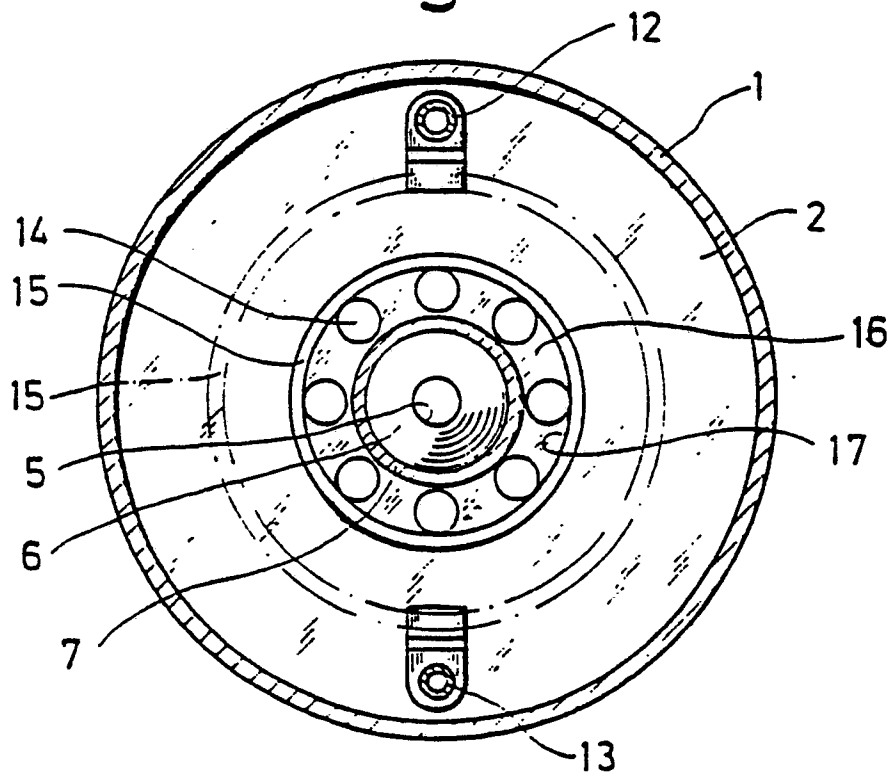


Fig. 3

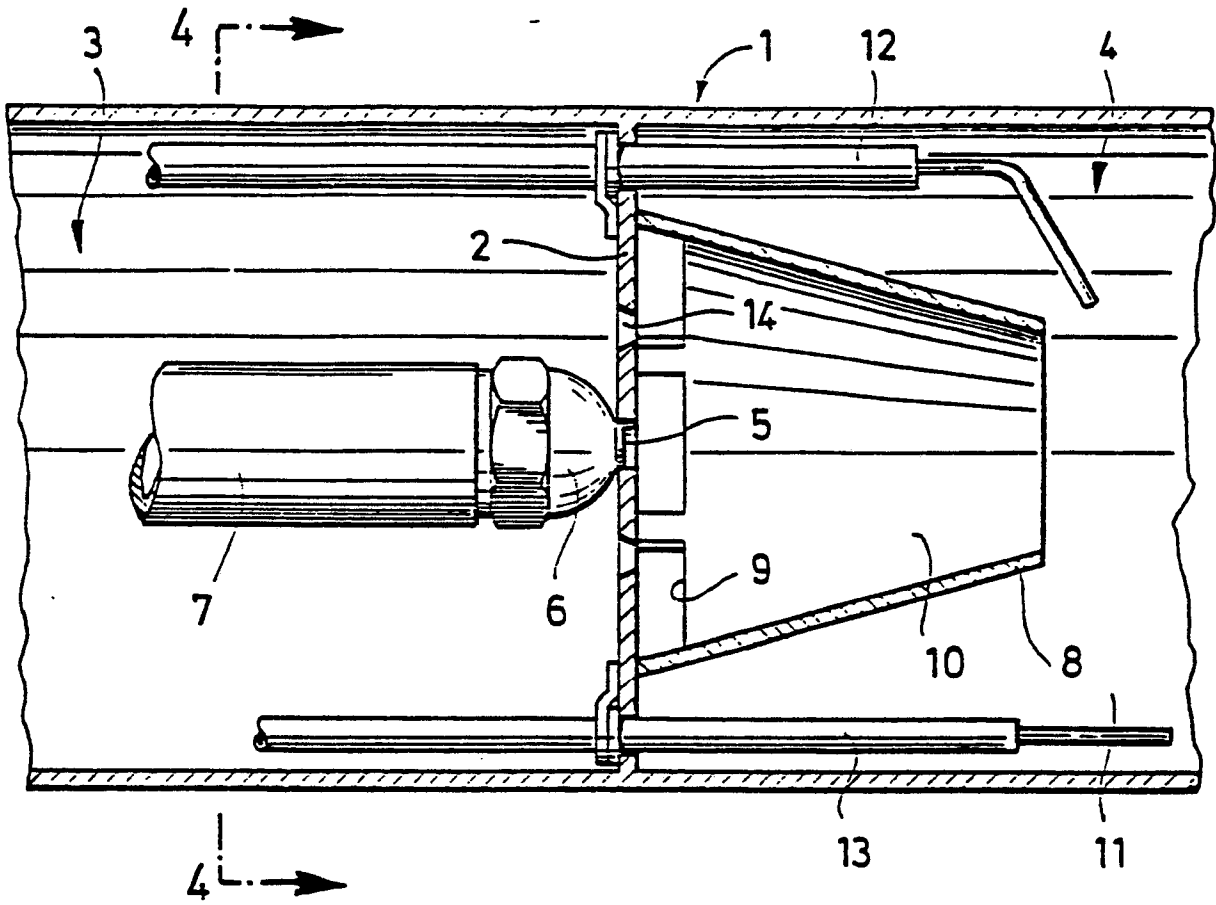


Fig. 4

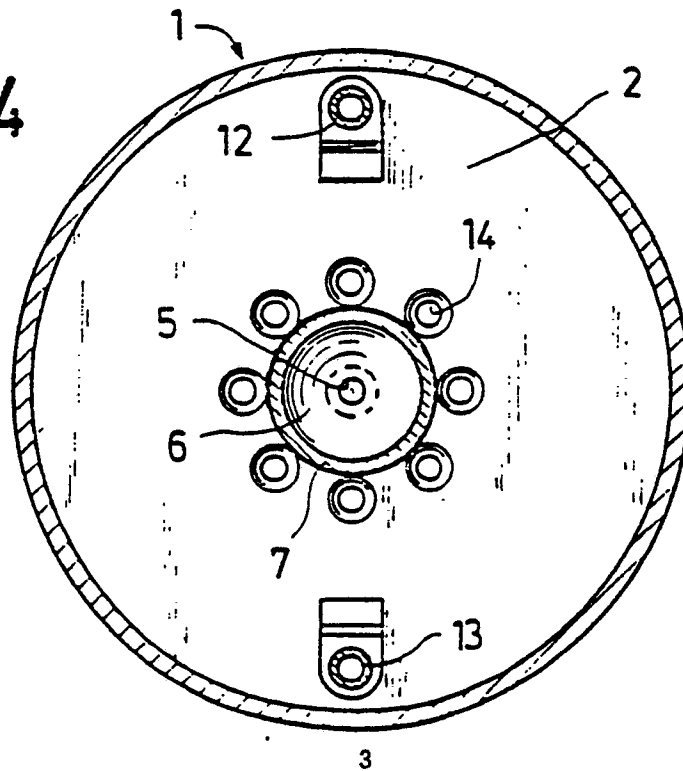


Fig.5

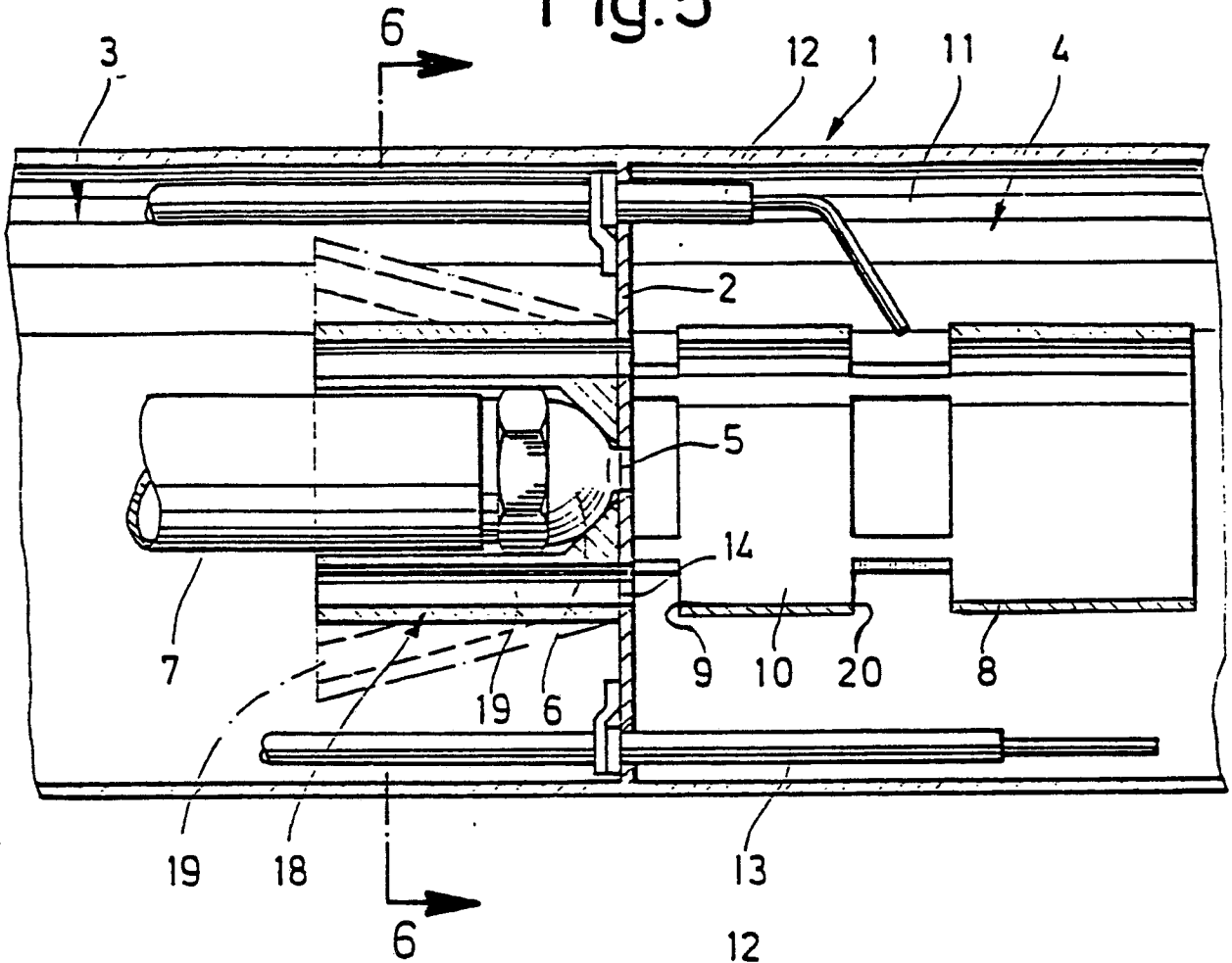


Fig.6

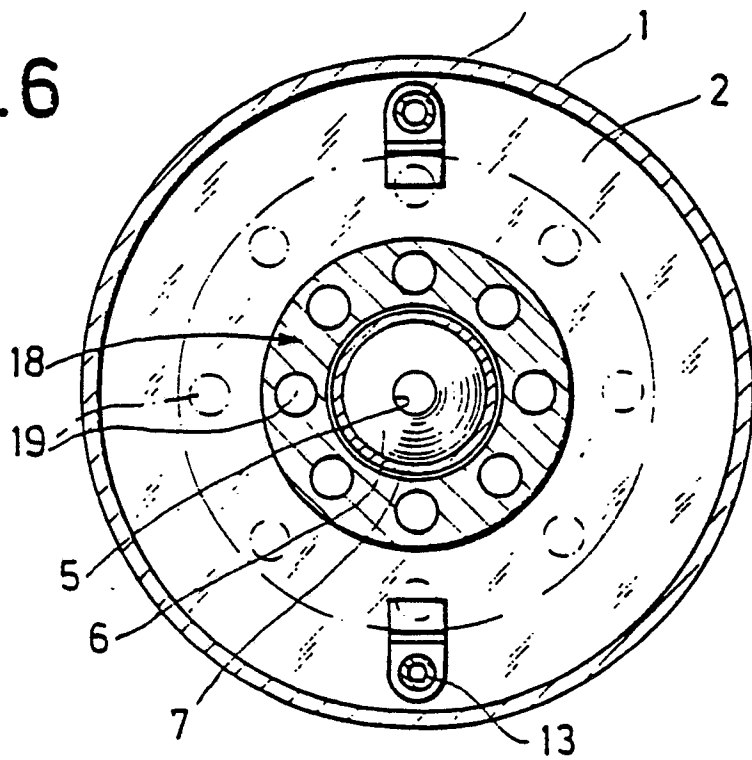


Fig.7

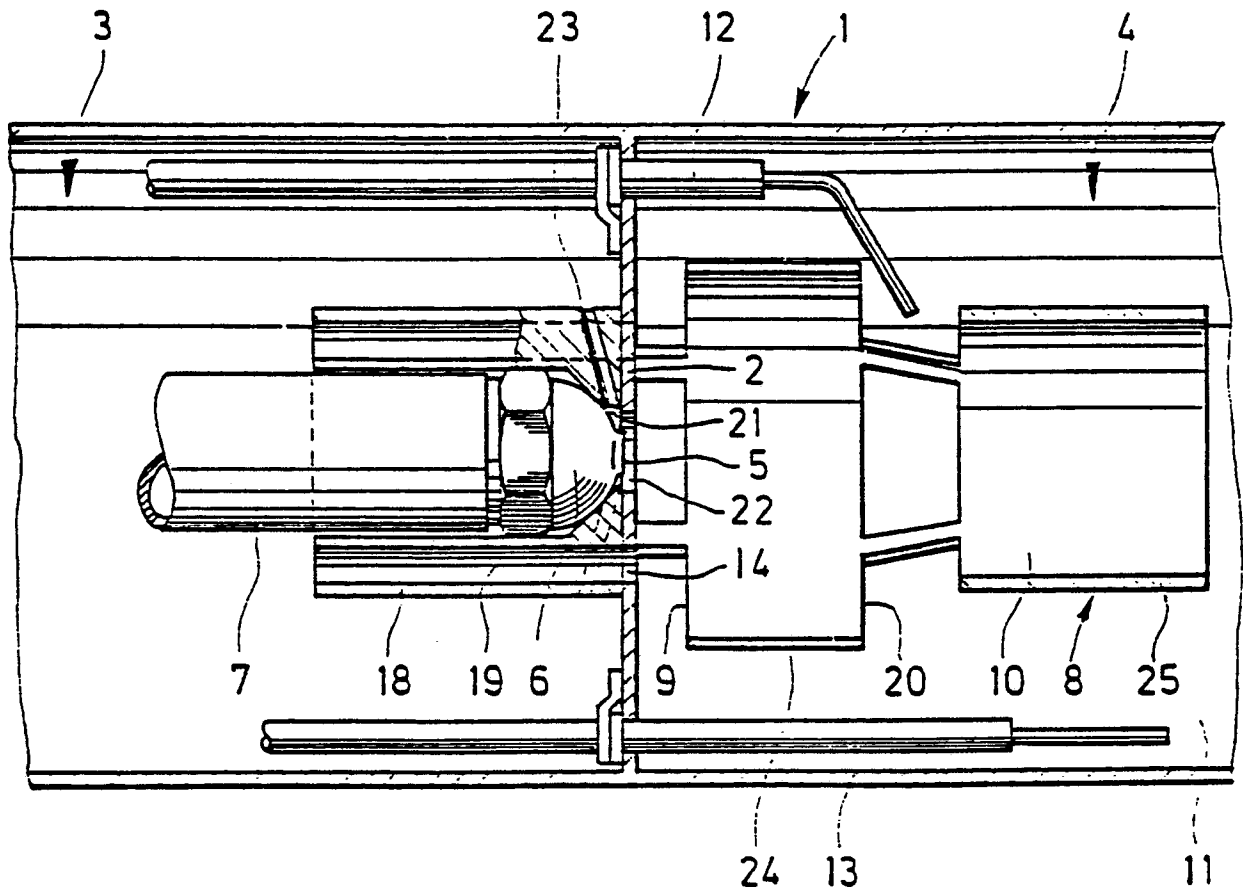


Fig. 8

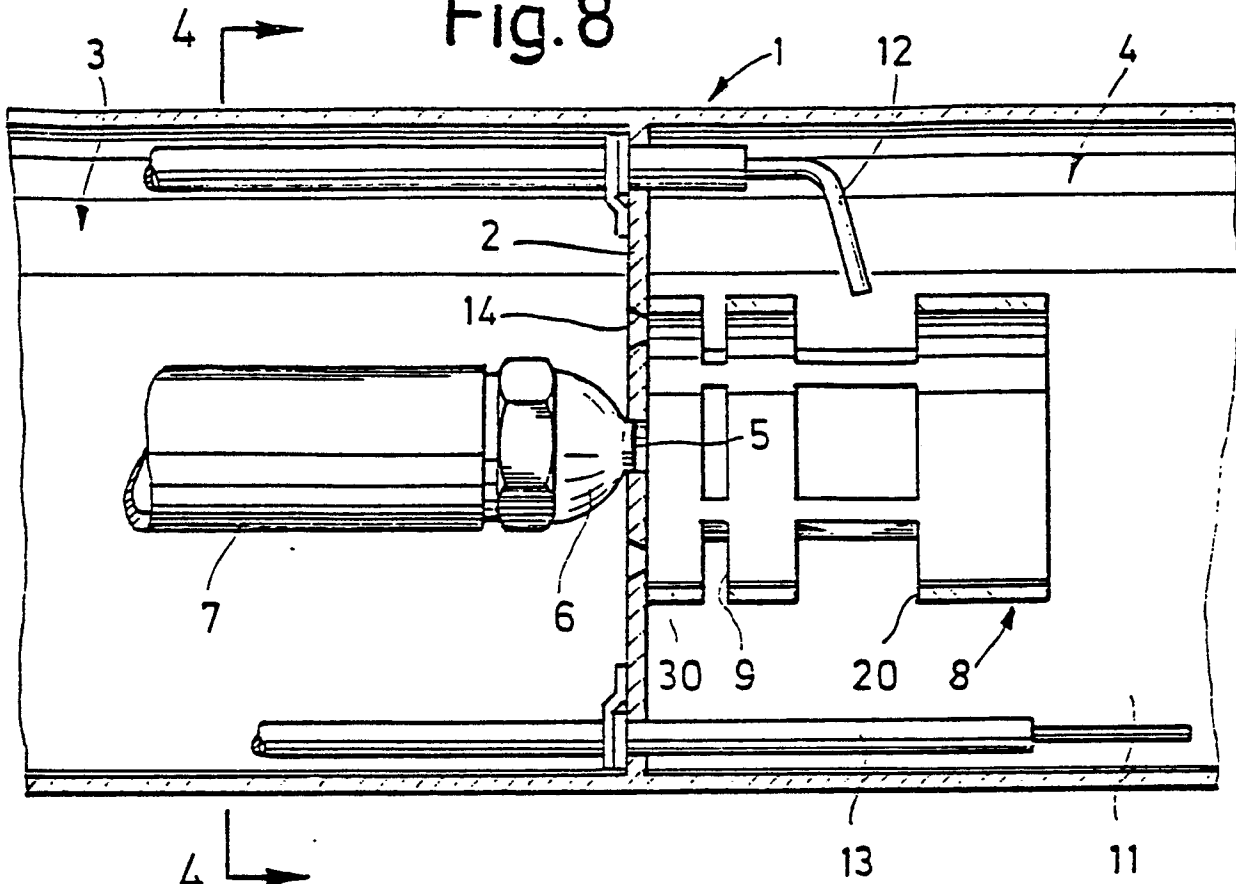


Fig. 9

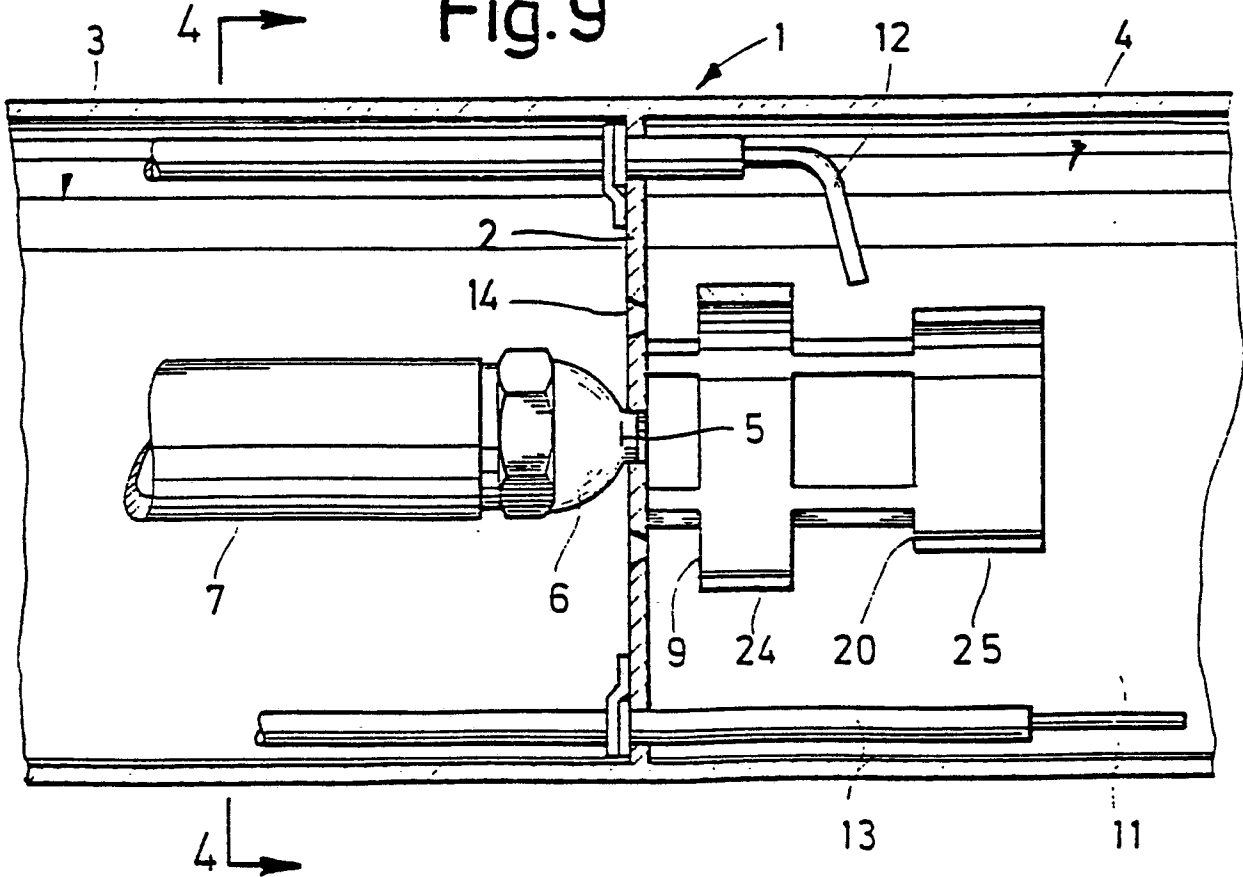


Fig.10

