

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 809 070 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.08.2001 Patentblatt 2001/35

(51) Int Cl.7: **F23D 11/40**, F23D 17/00,
F23C 9/00

(21) Anmeldenummer: **96107956.3**

(22) Anmeldetag: **19.05.1996**

(54) **Brenner mit Abgasrückführung**

Burner with exhaust gas recirculation

Brûleur avec recirculation des gaz d'échappement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU NL
PT SE**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.11.1997 Patentblatt 1997/48

(73) Patentinhaber: **Oertli Thermique (Société
Anonyme)**
68800 Thann (FR)

(72) Erfinder:
• **Keller, Jakob**
5605 Dottikon (CH)

- **Zumstein, Bruno**
9015 St. Gallen (CH)
- **Leemann, Ulrich**
8610 Uster (CH)
- **Hanimann, Philipp**
9500 Wil (CH)

(74) Vertreter: **Nuss, Pierre et al**
10, rue Jacques Kablé
67080 Strasbourg Cédex (FR)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 348 646 EP-A- 0 386 732
EP-A- 0 483 520 DE-A- 4 238 529
DE-U- 8 909 288 DE-U- 9 213 737

EP 0 809 070 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Brenner mit Abgasrückführung gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Aus den Schriften EP-A-0 430 011 und EP-491 079 sind Brenner bekannt, in welchen mittels Luftdüsen Abgas in die primäre Verbrennungszone zurückgeführt wird. In diesen Fällen finden die Vermischung von Frischluft und Abgas und die Primärverbrennung im gleichen Bereich statt. Ausserdem ist aus EP-A-0 394 800 ein Brenner bekannt geworden, der aus Teilkegelkörpern mit tangentialen Verbrennungslufteintrittskanälen besteht, in welchen Luft und rückgeführtes Abgas vor dem eigentlichen Verbrennungsprozess vermischt werden. Nach der Vermischung von eintretender Luft mit rückgeführtem Abgas findet in einem kegeligen Hohlraum eine Vormischung von flüssigem oder gasförmigem Brennstoff mit dem zuvor erzeugten Abgas-Luftgemisch statt. Eine ausreichend hohe Temperatur des Abgas-Luftgemisches ermöglicht zudem eine Vorverdampfung des flüssigen Brennstoffes. Die letztgenannte Eigenschaft ist für die blaue Farbe der Flamme im Betrieb des Brenners mit flüssigem Brennstoff verantwortlich.

[0003] In DE-U-89 09 288 ist weiterhin eine Feuerung beschrieben, die ebenfalls eine Einrichtung zum Rückführen von Abgasen aufweist. An der Innenseite des Brennerrohres sind Düsen zur Beschleunigung der Verbrennungsluft bzw. Bildung eines Niederdruckes hinter den besagten Düsen vorgesehen. In der Wandung des Brennerrohres befinden sich Öffnungen zur Injektion von Verbrennungsprodukten in den Niederdruckbereich und eine Stauscheibe ist zur Verwirbelung der Primärluft vorgesehen. Es werden jedoch keine Mittel offenbart, die dem Gasgemisch einen Drall um die Brennerachse erteilen.

[0004] Die Vorzüge eines Brenners mit Abgasrückführung bestehen darin, dass die grösstmögliche Verbrennungstemperatur, bei guter Vermischung von Luft und Abgas vor der Verbrennung und bei ausreichender Kühlung des rückgeführten Abgases, stark abgesenkt wird. Als direkte Folge der Absenkung der maximalen Verbrennungstemperatur wird die Emission der Stickoxide (NOx) abgesenkt. Bei guter Vorverdampfung und Vormischung wird die Verbrennungstemperatur ausserdem sehr gleichförmig. Damit können gleichzeitig auch die Emissionen von Kohlenmonoxid (CO) und unverbrannten Kohlenwasserstoffen (UHC) gering gehalten werden. Schliesslich kann dank guter Vorverdampfung und Vormischung die Entstehung von Russ vermieden werden.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Brenner der eingangs genannten Art konstruktiv zu

vereinfachen und zu erweitern, um die Schadstoffemissionen und den Bedarf an Fremdenergie bei jedem Betrieb zu minimieren, dies sowohl bei einem Betrieb mit flüssigen als auch mit gasförmigen Brennstoffen. Erfindungsgemäss wird dies durch die im Anspruch 1 aufgezählten Merkmale erreicht.

[0006] Gegenüber den eingangs erwähnten, vorbekannten Brennern ist ein wesentlicher Vorteil der Erfindung darin zu sehen, dass eine besonders innige Vermischung von Abgas und Luft schon vor der Brennstoffeindüsung stattfindet. Damit werden auch eine ausgezeichnete Vorverdampfung und Vormischung des Brennstoffs erreicht. Ausserdem ist die Konstruktion der vorliegenden Erfindung entscheidend einfacher als beispielsweise die aus EP-A-0 394 800 bekannte. Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt im guten Wirkungsgrad der ringförmigen Strahlpumpe, welche Abgase durch den Frischluftstrom mitreisst. Man kann diesen Wirkungsgrad noch verbessern, indem man den Frischlufteintritt in den Mischkanal in eine Anzahl getrennter Einlassöffnungen aufteilt. Dank seinem hohen Strahlpumpenwirkungsgrad und seinem niedrigen Gegenruck nach der Strahlpumpe kann der hier vorgeschlagene Brenner mit einem herkömmlichen einstufigen Gebläse betrieben werden. Ausserdem kann gegebenenfalls auf die sonst bei Abgasrückführbrennern üblichen Starthilfemassnahmen verzichtet werden.

[0007] Wird der Brenner mit flüssigem Brennstoff betrieben, so sorgt die erhöhte Temperatur des Abgas-Luftgemisches in Kombination mit der Flammstabilisierung im Bereich des Brenneraustrittes dafür, dass ein Gemisch von Frischluft, Abgas und vorverdampftem Brennstoff der Verbrennung zugeführt wird. Die aufgrund der Abgasrückführung erreichte Optimierung des Gemisches beeinflusst auch die Flammentemperatur im Brennraum in der Weise, dass dort keine lokalen Temperaturspitzen auftreten können, welche zu erhöhter NOx-Bildung führen würden. Andererseits vermeidet die Vormischung des Brennstoffs das Auftreten von Flammzonen mit zu niedriger Temperatur, die zu erhöhter CO- und UHC-Emission führen würden. Obwohl beim Betrieb mit gasförmigem Brennstoff keine Vorverdampfung erforderlich ist, kommen dabei ansonsten die gleichen Vorteile zum Tragen wie beim Betrieb mit flüssigem Brennstoff.

[0008] Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt in der Möglichkeit einer besonderen Flammstabilisierung. Wenn sich nämlich die Aussenschale nach der Verengung zu einem passend dimensionierten Diffusor verbreitert, kann die Flammenfront in der von der Strahlpumpe erzeugten Wirbelströmung nicht bis zur Brennstoffeindüsung zurückwandern. Damit wird nicht nur die gewünschte Vormischung und Vorverdampfung erreicht, sondern es gelingt auch, die Brennstoffeindüsung vor Verrussung und Überhitzung zu schützen. Diese Eigenschaft trägt dazu bei, die Störanfälligkeit des Brenners zu vermindern.

[0009] Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildun-

gen der erfindungsgemässen Aufgabenlösung sind in den weiteren abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet. Im folgenden werden anhand der Zeichnungen drei Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. Die Strömungsrichtung der verschiedenen Medien sind mit Pfeilen angegeben. In den verschiedenen Figuren sind jeweils gleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0010] Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsvariante des kompletten Brenners,
 Fig. 2 ein Bild des zur Brennerachse senkrecht verlaufenden Schnittes der ersten Ausführungsvariante am Ende der Lufteintrittsbohrungen,
 Fig. 3 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsvariante des kompletten Brenners, und
 Fig. 4 eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsvariante des kompletten Brenners.

[0011] Mögliche Ausführungsbeispiele sind in den Figuren 1, 2, 3 und 4 schematisch dargestellt. Wie die Figuren 1, 3 und 4 verdeutlichen, besteht der Brennerkörper aus einer im wesentlichen rotationssymmetrischen Aussenschale 1 und einer konzentrisch dazu angeordneten Innenschale 2. Die Aussenschale 1 weist eine markante Verengung 3 und ein Diffusorteil 4 auf. Ein Mischkanal 5 wird von einem Teil 6 der Aussenschale 1 und einem Teil 7 der Innenschale 2 begrenzt, wobei der Verlauf der Schalenteile 6 und 7 so gewählt ist, dass die Querschnittsfläche der Strahlpumpenmischstrecke 5 über eine in Hauptströmungsrichtung (d.h. parallel zur Brennerachse) gemessenen Länge von wenigstens zwei mal die radiale Spaltbreite der Mischstrecke weitgehend konstant bleibt. Dabei beginnt der Mischkanal 5 unmittelbar nach der Zusammenführung von Luft und Abgas. Wie in den Ausführungsbeispielen in Fig. 1, Fig. 3 und Fig. 4 gezeigt ist, wird der Mischkanal 5 vorzugsweise zylindrisch ausgeführt. Es ist jedoch denkbar in bestimmten Fällen aus Platzgründen eine z.B. kegelförmige Mischstrecke zu bevorzugen. Eine Brennstoffdüse 8 sorgt für die Zufuhr des flüssigen Brennstoffes 9, wobei ein Sprühkegel 11 durch eine zentrale Zerstäuberbohrung 10 erzeugt wird. Über eine Zuleitung 12 wird einem Verteilerring 13 gasförmiger Brennstoff 14 zugeführt. Aus dem Verteilerring 13 gelangt der gasförmige Brennstoff 14 durch eine regelmässige Anordnung von Gaseindüsungsbohrungen 15, die vorzugsweise radial nach aussen gerichtet sind, zum Eintritt der Strahlpumpenmischstrecke 5. Bei bestimmten Brennerkonfigurationen kann jedoch aus Platzgründen eine (nicht gezeigte) axiale Gaseindüsung bevorzugt werden. Die Frischluft 16 tritt durch eine ringförmige Anordnung von Luftbohrungen 17 in den Mischraum 5 ein, wobei die Achsen der Luftbohrungen 17 im Falle eines zylindrischen

Mischraumes 5 vorzugsweise windschief zur Brennerachse A liegen sollten. Im Falle eines nicht-zylindrischen Mischraumes 5 würde die Ausrichtung der Luftbohrungen dergestalt gewählt, dass ihre Achsen mit einer leichten Anstellung in Umfangsrichtung und parallel zur Mittelfläche der Mischkammer verlaufen. Eine leichte Anstellung der Achsen der Luftbohrungen 17 in tangentialer Richtung trägt zur Erzeugung einer Wirbelströmung bei, welche die Umströmung der Innenschale 2 und Stabilisierung der Flamme 18 garantiert. Abgas wird im Falle des in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiels durch eine ringförmige und regelmässige Anordnung von Abgaseintrittsöffnungen 19 in den Mischraum 5 eingesaugt. Leitschaukeln 20 erteilen der eintretenden Abgasströmung 21 einen Drall, welcher zusammen mit der von den schräg orientierten Luftbohrungen 17 verursachten Luftverdrallung einen Drall des Abgas-Luftgemisches in und nach der Mischstrecke 5 erzeugt. Es kann jedoch fallweise entweder auf die Luftverdrallung oder auf die Abgasverdrallung verzichtet werden. Je nach Temperatur des angesaugten Abgases 21 beträgt die ideale Abgasrückführrate etwa 40% bis 70%, bezogen auf den Frischluftmassenstrom. Die Abgasrückführrate wird so gewählt, dass die adiabate Verbrennungstemperatur in der Flammenzone 18 bei etwa 1350 Grad Celsius liegt. Damit können sowohl die NO_x-Emissionen als auch die CO- und UHC-Emissionen klein gehalten werden. Bei hohen Temperaturen des rückgeführten Abgases 21, und entsprechend hohen Abgasrückführaten, muss der Strahlpumpenwirkungsgrad ausreichend gross sein. Zu diesem Zweck sollte das rückgeführte Abgas 21 mit einer möglichst hohen axialen Geschwindigkeitskomponente in die Mischstrecke 5 gerissen werden.

[0012] Zu diesem Zweck zeigt Figur 3 ein Ausführungsbeispiel, dessen Zuführungs-Geometrie einen besonders hohen Strahlpumpenwirkungsgrad ermöglicht. In diesem Fall sollte die Verengung 3 der Aussenschale relativ klein bemessen sein, damit der Gegendruck, den die Strahlpumpe überwinden muss, möglichst gering gehalten werden kann. In dieser Ausführung tritt das rückgeführte Abgas 21 unverdrallt in den Mischkanal 5 ein, und die Verdrallung des Gasgemisches wird entweder durch den Frischluftstrom oder durch (nicht gezeigte) Leitschaukeln im Mischkanal erzeugt. Die Querschnittsfläche aller Luftbohrungen 17 sollte vorzugsweise etwa 10% bis 20% der Querschnittsfläche des Mischraumes 5 betragen. Alle Brennernteile, die sich auf der rechten Seite der Kesselwand 22 und damit im Innern des Kessels befinden, sind naturgemäss einer hohen thermischen Belastung ausgesetzt. Im Falle der Flüssigbrennstoffdüse 8 können übermässig hohe Temperaturen, insbesondere nach der Abschaltung des Brenners, zu Brennstoffverkokungsproblemen führen. Zum thermischen Schutz der Brennstoffdüse 8 weisen die in der Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiele daher einen luftdurchströmten Abschirmring 23 auf. Der ebenfalls luftdurchströmte Spülring 24 erzeugt zusammen

mit dem Abschirmring einen Luftschleier, der die Brennstoffdüse 8 gegen rückströmenden Brennstoff und heiße Gase abschirmt. Ausserdem sorgt dieser Luftschleier beim Start des Brenners für ideale Zündbedingungen in unmittelbarer Nähe der Zerstäuberbohrung 10. In Figur 3 ist eine weitere Möglichkeit aufgezeigt, in welcher durch einen Umlenkanal ein Teil der Frischluft in den stromwärts liegenden Teil des Mischkanals geführt wird und dadurch die Innenkontur kühlt. Die in Fig. 4 dargestellte Ausführungsvariante zeigt eine weitere Möglichkeit der thermischen Abschirmung der Brennstoffdüse 8. Anstatt des Abschirmkanals 23 ist hier zur Kühlung die gesamte Innenschale 2 mit Effusions-Kühlbohrungen 25 versehen. Damit können sowohl die Innenschale 2 als auch die Brennstoffdüse 8 auf niedriger Temperatur gehalten werden.

Patentansprüche

1. Abgasrückfuhrbrenner für Heissgaserzeugung, mit Zuleitungen für flüssige und/oder gasförmige Brennstoffe, mit einem durch zwei konzentrische und zur Brennerachse rotationssymmetrische Schalen (1, 2) begrenzten Mischkanal (5) für das Vermischen von rückgeführten Abgasen mit Frischluft vor der Eindüsung von Brennstoff, wobei der Mischkanal (5) als ringförmige Strahlpumpe ausgebildet ist, die Abgase durch den Frischluftkanal angesaugt werden und indem die Innenschale (2) in Hauptströmungsrichtung vor einer Verengung der Aussenschale (1) endet, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mischkanal (5) Mittel aufweist, um dem sich in einer zur Brennerachse (A) parallelen Hauptströmungsrichtung bewegenden Gasgemisch einen Drall um die Brennerachse (A) zu erteilen.
2. Abgasrückfuhrbrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Aussenschale (1) nach der Verengung (3) zu einem Diffusor (4) verbreitert.
3. Abgasrückfuhrbrenner nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch mehrere Öffnungen (17) für den Eintritt von Frischluft (16) in den Mischkanal (5), die ausgebildet sind, um mehrere einzelne getrennte Saugstrahlpumpen für die Rückführung der Abgase (21) zu bilden.
4. Abgasrückfuhrbrenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mischkanal (5) eine Länge von mindestens zwei mal seine mittlere Ringspaltbreite aufweist.
5. Abgasrückfuhrbrenner nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass der Mischkanal (5) einen im wesentlichen konstanten Strömungs-Querschnitt aufweist.

6. Abgasrückfuhrbrenner nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Eintrittsöffnungen (17) für Frischluft (16) in den Mischkanal (5) Mittel aufweisen, um der Strömung im Mischkanal (5) einen Drall zu erteilen.
7. Abgasrückfuhrbrenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Eintrittsöffnungen (19) für Abgase (21) in den Mischkanal (5) Mittel (20) aufweisen, um der Strömung im Mischkanal (5) einen Drall zu erteilen.
8. Abgasrückfuhrbrenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine oder mehrere in Hauptströmungsrichtung nach dem Mischkanal (5) angeordnete Zerstäuberdüsen (8) für flüssigen Brennstoff (9).
9. Abgasrückfuhrbrenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Zuführleitung (12) die vorgesehen ist, um durch eine Anzahl ringförmig angeordneter Bohrungen (15) gasförmigen Brennstoff (14) in den Mischkanal (5) einzubringen.
10. Abgasrückfuhrbrenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine einstellbare Drossel, um den in den Mischkanal (5) einfließenden Abgasstrom (21) in Abhängigkeit der Feuerraumgeometrie und/oder des Betriebszustandes des Brenners zu steuern.

Claims

1. Exhaust gas recirculation burner for hot gas production with feed lines for liquid and/or gaseous fuels, with a mixing duct (5) limited by two concentric shells (1, 2) rotationally symmetrical to the burner axis for mixing recirculated exhaust gases with fresh air upstream of the introduction of fuel, the mixing duct (5) being formed as an annular jet pump, the exhaust gases being sucked in through the fresh air duct and the inner shell (2) in the main flow direction terminating upstream of a constriction of the outer shell (1), **characterised in that** the mixing duct (5) has means for imparting a twist about the burner axis (A) to the gas mixture moving in a main flow direction parallel to the burner axis (A).
2. Exhaust gas recirculation burner according to claim 1, **characterised in that** the outer shell (1) broadens after the constriction (3) into a diffuser (4).

3. Exhaust gas recirculation burner according to claim 1 or 2, characterised by a plurality of apertures (17) for the entry of fresh air (16) into the mixing duct (5) which are designed in order to form a plurality of individual, separate sucking jet pumps for recirculation of the exhaust gases (21). 5
4. Exhaust gas recirculation burner according to one of the preceding claims, **characterised in that** the mixing duct (5) has a length of at least twice its mean annular gap width. 10
5. Exhaust gas recirculation burner according to one of the preceding claims, **characterised in that** the mixing duct (5) has a substantially constant flow cross-section. 15
6. Exhaust gas recirculation burner according to one of claims 3 to 5, **characterised in that** the inlet apertures (17) for fresh air (16) into the mixing duct (5) have means to impart a twist to the flow in the mixing duct (5). 20
7. Exhaust gas recirculation burner according to one of the preceding claims, **characterised in that** the inlet apertures (19) for exhaust gases (21) into the mixing channel (5) have means (20) to impart a twist to the flow in the mixing duct (5). 25
8. Exhaust gas recirculation burner according to one of the preceding claims, characterised by one or more atomiser nozzles (8) for liquid fuel (9) arranged in the main flow direction downstream of the mixing duct (5) 30
9. Exhaust gas recirculation burner according to one of the preceding claims, characterised by a feed line (12) which is provided in order to introduce gaseous fuel (14) into the mixing duct (5) through a plurality of annularly arranged holes (15). 35
10. Exhaust gas recirculation burner according to one of the preceding claims, characterised by an adjustable throttle in order to control the exhaust gas stream (21) flowing into the mixing duct (5) as a function of the furnace geometry and/or of the operating state of the burner. 40

Revendications 50

1. Brûleur avec recirculation des gaz d'échappement pour produire du gaz chaud, comprenant des conduites pour des combustibles liquides et/ou gazeux, un canal de mélange (5) délimité par deux enveloppes (1, 2) concentriques et à symétrie de révolution par rapport à l'axe du brûleur pour mélanger les gaz d'échappement recirculés avec de l'air frais avant 55

l'injection du combustible, sachant que le canal de mélange (5) est réalisé sous forme d'éjecteur annulaire, que les gaz d'échappement sont aspirés à travers le canal d'arrivée d'air frais et que l'enveloppe intérieure (2) se termine, vu dans le sens de circulation principal, avant un rétrécissement de l'enveloppe extérieure (1), **caractérisé en ce que** le canal de mélange (5) présente des moyens pour faire tourbillonner autour de l'axe du brûleur (A) le mélange gazeux se déplaçant dans une direction principale parallèle à l'axe du brûleur (A).

2. Brûleur avec recirculation des gaz d'échappement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'enveloppe extérieure (1) s'élargit après le rétrécissement (3) pour former un diffuseur (4).
3. Brûleur avec recirculation des gaz d'échappement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par plusieurs ouvertures (17) pour faire entrer de l'air frais (16) dans le canal de mélange (5), qui sont réalisées pour former plusieurs éjecteurs distincts pour recirculer les gaz d'échappement (21).
4. Brûleur avec recirculation des gaz d'échappement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le canal de mélange (5) présente une longueur correspondant au moins au double de la largeur moyenne de son passage annulaire.
5. Brûleur avec recirculation des gaz d'échappement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le canal de mélange (5) présente une section transversale de circulation essentiellement constante.
6. Brûleur avec recirculation des gaz d'échappement selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** les orifices d'entrée (17) pour faire pénétrer l'air frais (16) dans le canal de mélange (5) présentent des moyens pour faire tourbillonner le flux dans le canal de mélange (5).
7. Brûleur avec recirculation des gaz d'échappement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les orifices d'entrée (19) pour faire pénétrer les gaz d'échappement (21) dans le canal de mélange (5) présentent des moyens (20) pour faire tourbillonner le flux dans le canal de mélange (5).
8. Brûleur avec recirculation des gaz d'échappement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par une ou plusieurs buses de pulvérisation (8) pour du combustible liquide (9) situées après le canal de mélange (5) par rapport au sens de circulation principal.

9. Brûleur avec recirculation des gaz d'échappement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par une conduite d'amenée (12) qui est prévue pour introduire du combustible gazeux (14) dans le canal de mélange (5) au travers de plusieurs perçages (15) disposés en cercle. 5

10. Brûleur avec recirculation des gaz d'échappement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par un étranglement réglable pour commander le flux de gaz d'échappement (21) pénétrant dans le canal de mélange (5) en fonction de la géométrie du foyer et/ou de l'état de fonctionnement du brûleur. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

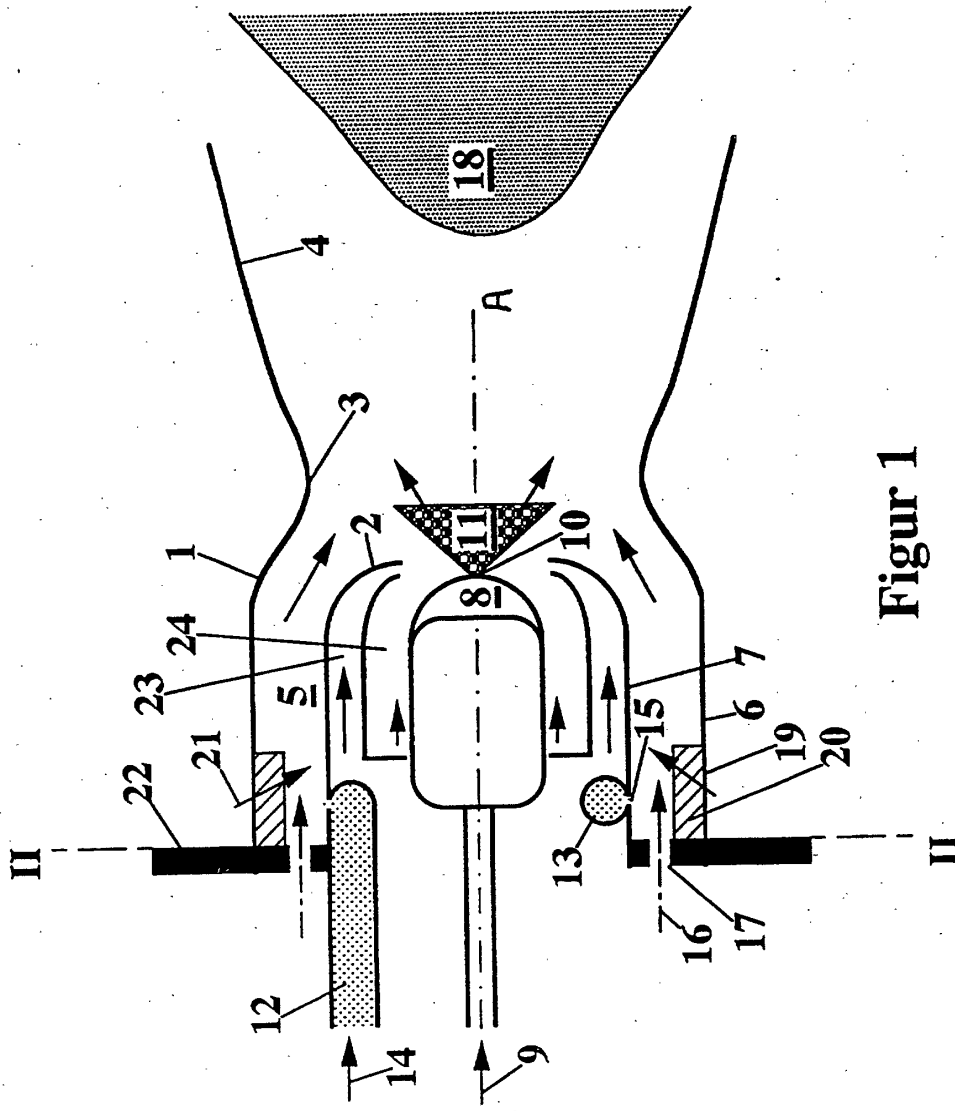


Figure 1

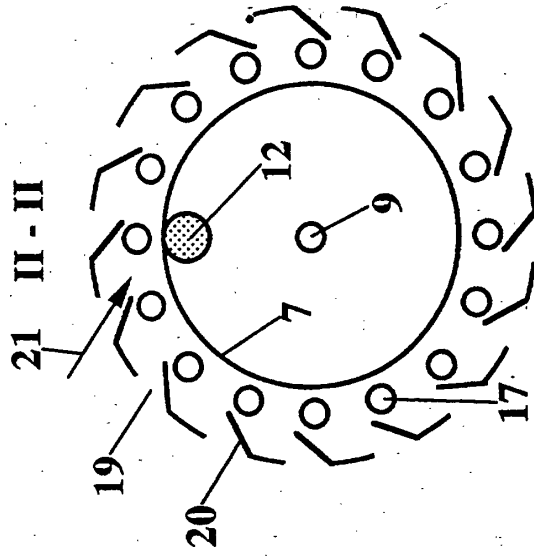


Figure 2

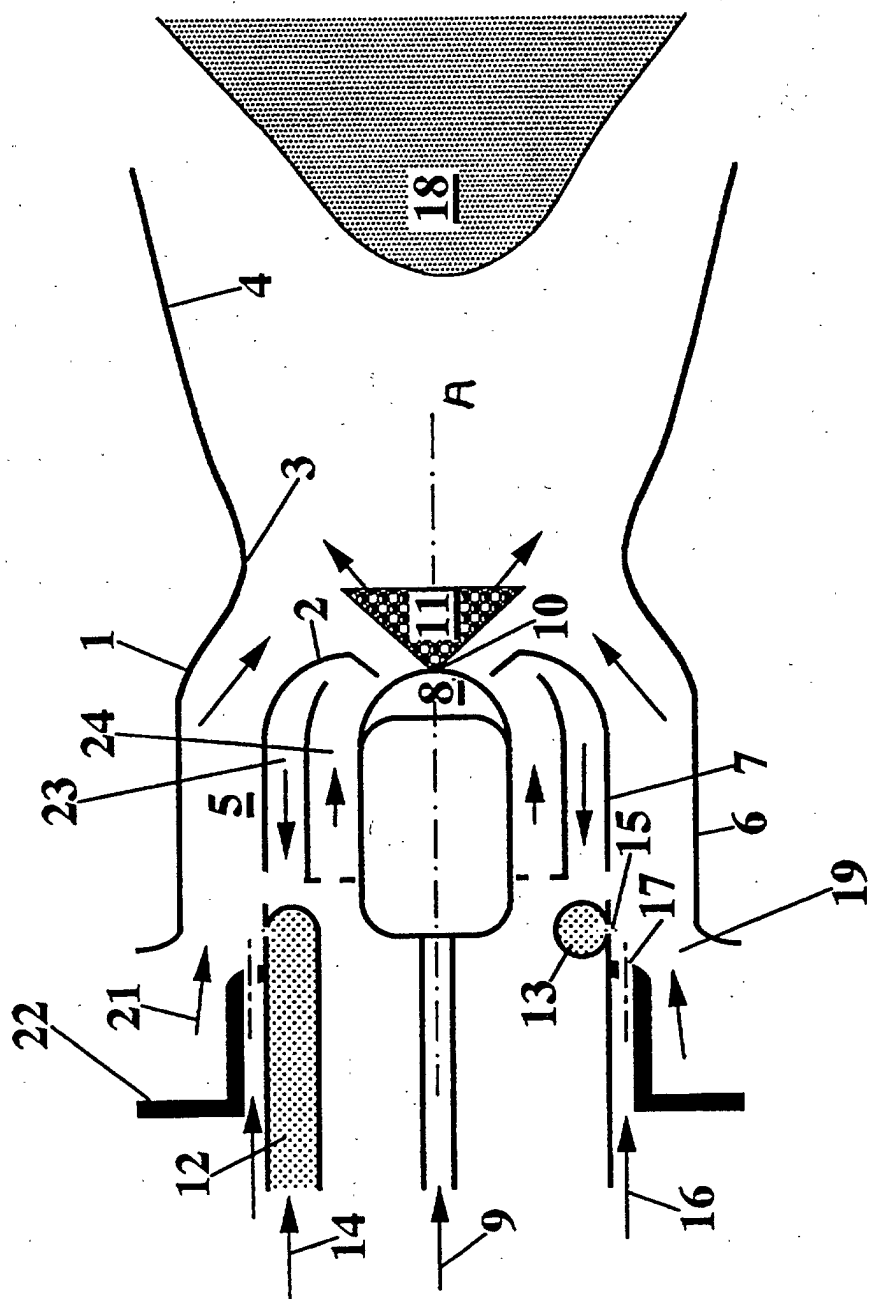


Figure 3

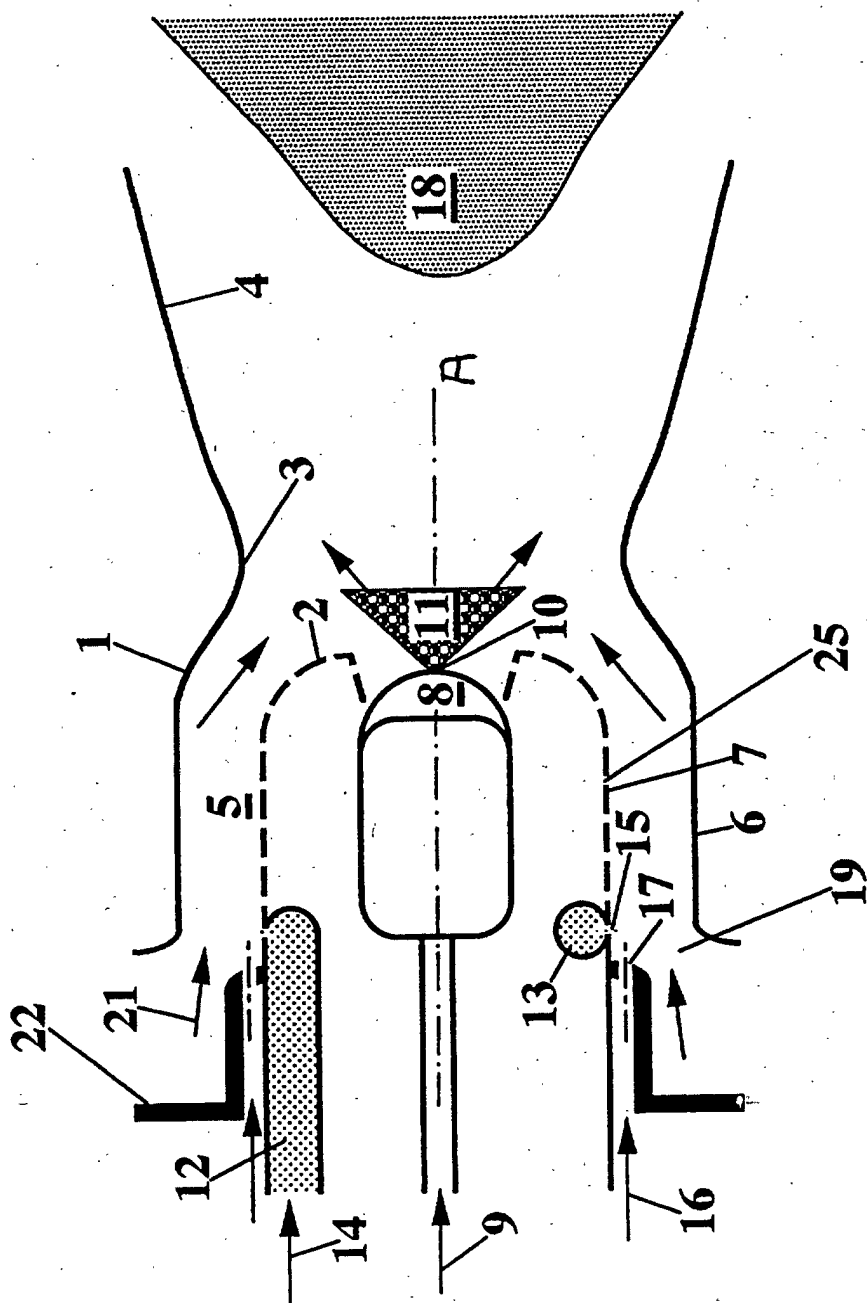


Figure 4