

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 787 947 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.03.2001 Patentblatt 2001/13

(51) Int Cl.7: **F23D 14/04**, F23C 6/04

(21) Anmeldenummer: **97101355.2**

(22) Anmeldetag: **29.01.1997**

(54) **Low-NOx-Brenner mit verbessertem Betriebsverhalten**

Low-NOx burner with improved operating characteristics

Brûleur à faible émission de NOx avec caractéristique de fonctionnement améliorée

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE ES FR GB IT NL

(30) Priorität: **31.01.1996 DE 19603482**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.08.1997 Patentblatt 1997/32

(73) Patentinhaber: **BASF AKTIENGESELLSCHAFT**
67056 Ludwigshafen (DE)

(72) Erfinder:
• **Kanne, Ulrich, Dr.**
67227 Frankenthal (DE)

• **Heners, Jürgen, Dr.**
67098 Bad Dürkheim (DE)
• **Becker, Rolf, Dr.**
69469 Weinheim (DE)

(74) Vertreter: **Isenbruck, Günter, Dr. et al**
Patent- und Rechtsanwälte,
Bardehle-Pagenberg-Dost-Altenburg-Geissler-I
senbruck
Theodor-Heuss-Anlage 12
68165 Mannheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 751 343 **GB-A- 1 561 119**
GB-A- 2 224 823

EP 0 787 947 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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brenneranordnung umfassend einen Brennerkopf, eine Primärgaszufuhr und eine Sekundärgaszufuhr, die in mindestens eine Sekundärlanze mündet, und ein Verfahren zum Betreiben dieser Brenneranordnung.

[0002] In petrochemischen Anlagen wird die Befeuerung von Spaltöfen unter anderem durch Installation von Seitenwandbrennern bewerkstelligt. Die gestufte Verbrennung von Heizgas in selbstansaugenden Low-NO_x-Brennern hat sich als Instrument zur Minderung der NO_x-Bildung bewährt. Unter NO_x als Sammelbegriff sollen im folgenden die (gasförmigen) Oxide des Stickstoffs verstanden werden, vor allem NO und NO₂.

[0003] In der US-A-5 275 552 werden eine Gasbrennervorrichtung sowie Verfahren zum Verbrennen von Gas-Luft-Gemischen beschrieben. Insbesondere wird die Vermischung von Heizöl und Luft in einer Mischzone beschrieben.

[0004] In der US-A-5 271 729 wird ein Brenner mit geringer NO_x-Bildung beschrieben, in dem zwei verschiedene Gemische an unterschiedlichen Positionen in eine Brennkammer eingeleitet werden.

[0005] Aus der GB-B 1 561 119 ist ein Verfahren zum Einspritzen von Brennstoff in eine Brennerdüse bekannt, bei dem die Probleme axialer und radialer Systeme nicht auftreten und bei dem eine effektivere Verbrennung stattfindet.

[0006] In der GB-A-2 224 823 wird eine Brennervorrichtung beschrieben, bei der das zu verbrennende Gas auf getrennten Wegen zu einem Brennerkopf geführt wird. Dabei wird in einem ersten Zweig das zu verbrennende Gas in einer Venturidüse mit Luft gemischt und dem Brennerkopf zugeführt. Über einen zweiten Zweig wird zu verbrennendes Gas direkt an den Brennerkopf geführt.

[0007] In der Praxis werden solche Heizbrenner in einer Brennkammer installiert. Beispielsweise können in einer 12 m langen, 8 m hohen und 2 m breiten Kammer 150 Brenner installiert sein. Dabei steigt die Wandtemperatur des Brennraums in Abhängigkeit vom ausgeübten Verfahren auf 1200 bis 1300 °C. Die Lanzen der bekannten Brennertypen enden in der heißen Kammer, wo es durch Verkokung am Brennerkopf und besonders am Ende der zusätzlichen Gaslanzen, an dem kein Sauerstoff für die Verbrennung zur Verfügung steht, zu einer nachhaltigen Störung des Betriebsverhaltens kommt. Die hohe Temperatur, die die Neigung des Gasgemisches zur Zersetzung und damit Rußbildung verursacht, resultiert vorwiegend aus der Strahlung des mit Seitenwandbrennern befeuerten Ofenraums. Eine wiederholte, aufwendige Reinigung der blockierten Gaslanzen und des Brennerkopfs ist unumgänglich. Das Phänomen tritt verstärkt bei der Verfeuerung von spezifisch schwererem Heizgas (Gehalt an C₂₊-Kohlenwasserstoffen > 1 Vol.-%) auf.

[0008] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Er-

findung, eine Brenneranordnung bereitzustellen, die ein verbessertes Betriebsverhalten aufweist. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine Brenneranordnung bereitzustellen, bei dem die Verkokung der Sekundärgaslanze im Brennraum reduziert wird. Schließlich ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Verbrennung von Gasen in einer Brenneranordnung bereitzustellen, bei dem die eingangs geschilderten Probleme vermieden werden.

[0009] Eine Lösung der Aufgabe geht aus von einer Brenneranordnung umfassend a) einen Brennerkopf, b) eine Primärgaszufuhr zum Zuführen von Primärgas zum Brennerkopf, und c) eine Sekundärgaszufuhr, die in mindestens eine Sekundärgaslanze mündet, die so angeordnet ist, daß Sekundärgas am Brennerkopf vorbei geleitet werden kann. Die erfindungsgemäße Brenneranordnung ist dadurch gekennzeichnet, daß am Ende der Sekundärgaslanze eine Blende vorhanden ist und daß Sekundärgaszufuhr und Sekundärgaslanze derart ausgebildet und angeordnet sind, daß Sekundärgas mit Schallgeschwindigkeit aus der mindestens einen Sekundärgaslanze austreten kann.

[0010] In der Brenneranordnung kann sich die Sekundärgaslanze bis nahe an den Brennerkopf erstrecken. Da das Sekundärgas nun mit Schallgeschwindigkeit aus der Lanze austreten kann, d.h. daß es zur überkritischen Entspannung des Sekundärgases an dem Sekundärgaslanzenende kommt, verringert sich die Verweilzeit, in der sich das Sekundärgas am Ende der Lanze zersetzen könnte. Auf diese Weise wird die Verweilzeit des Heizgases in der Sekundärgaslanze verringert, wodurch die Temperatur an der heißen Spitze der Lanze entscheidend abgesenkt werden kann. Des weiteren wird die Lanze durch den hohen Durchsatz am - im Vergleich zum Brennraum kalten - Gas zusätzlich gekühlt. Die Neigung zur Koksbildung wird durch die erfindungsgemäße Brenneranordnung vollkommen vermieden.

[0011] Durch die genannte Blende können die Geschwindigkeit und das Mischungsverhältnis von Primär- und Sekundärheizgas eingestellt werden. Die Blende ist auch eine einfache Möglichkeit, um im Zusammenspiel mit dem anstehenden Druck für eine überkritische Entspannung des Sekundärheizgases an der Blende zu sorgen. Auf diese Weise wird die überkritische Entspannung des Sekundärgases nächstmöglich des Brennerkopfes erfolgen, so daß die Ausströmgeschwindigkeit des Gases am Ende der Lanze nahe des Brennerkopfs maximal ist. Durch die Blende wird auch das Mischungsverhältnis zwischen Sekundärgaszufuhr und Primärgaszufuhr geregelt. Bevorzugt ist hierbei eine Aufteilung des Heizgases zu 20 Teilen auf die Sekundärgaszufuhr und zu 80 Teilen auf die Primärgaszufuhr. In der Primärgaszufuhr werden die 80 Teile Heizgas überstöchiometrisch mit Luft gemischt und dem Brennerkopf direkt zugeführt. Die 20 Teile Heizgas in der Sekundärgaszufuhr werden bevorzugt ungemischt über die Sekundärgaslanze in den Brennraum geführt.

[0012] Die Blende kann beispielsweise aus einer

Bohrung von 1,7 mm bestehen, wobei die Sekundärgaslanze einen Innendurchmesser von 4 mm aufweisen kann.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Brenneranordnung vorgesehen, bei der der Vektor der Hauptausströmrichtung des Sekundärgasstromes mit dem Vektor der Längsachse des Brenners in Richtung der Hauptströmungsrichtung des Primärgases einen Winkel von mehr als 30°, bevorzugt 45°, aufweist. Auf diese Weise kann die Strömungsrichtung des sich überkritisch entspannenden Sekundärgases eingestellt werden. Da es sich beim Sekundärgas bevorzugt um reines Heizgas handelt, ist es vorteilhaft, dieses nicht direkt an den zugeordneten Brennerkopf bzw. dessen Hauptflamme einzuleiten, sondern das Gas direkt in den Brennraum zu führen. Durch die Wahl des Winkels kann das Sekundärgas somit an der Hauptflamme des Brennerkopfes der einzelnen Brenner vorbeigeführt werden, d.h. daß der Winkel so gewählt ist, daß das Sekundärgas vom Brennerkopf weggeleitet wird. Auf diese Weise kann die Verbrennung des Sekundärheizgases im wesentlichen im Brennraum stattfinden und nicht unmittelbar im primär am Brennerkopf erzeugten Flammenbereich. Das bedeutet, es wird eine Temperaturspitze vermieden, und die Bildung von NO_x kann noch weiter reduziert werden.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Brenneranordnung vorgesehen, bei der nur eine Sekundärgaslanze pro Brennerkopf vorgesehen ist. Durch die Reduzierung der Anzahl der Sekundärgaslanzen kann für jeden einzelnen Brenner eine spezielle Ausblasrichtung für das Sekundärgas vorgesehen werden. Auf diese Weise läßt sich durch gezieltes Einrichten der einzelnen Brenner in einem Ofenraum ein spezielles Abbrandverhalten einstellen. Durch den anstehenden Druck an der einzelnen Lanze wird zusätzlich vermieden, daß sich weitere Lanzen der gleichen Sekundärgaszufuhr zusetzen. bzw. verstopfen.

[0015] Eine weitere Lösung der gestellten Aufgabe ist ein Verfahren zur Verbrennung von Primärgas und Sekundärgas in einer Brenneranordnung, umfassend einen Brennerkopf eine Primärgaszufuhr zum Zuführen von Primärgas zum Brennerkopf und eine Sekundärgaszufuhr, die in mindestens eine Sekundärgaslanze mündet, bei dem das Sekundärgas mit Schallgeschwindigkeit aus der Sekundärgaslanze in einen den Brennerkopf umgebenden Brennraum eingeleitet wird. Durch dieses Verfahren können die Vorteile der geringen Verkokung und der geringen Bildung von NO_x erreicht werden. Durch die hohe Geschwindigkeit des Sekundärgasstromes wird zweierlei erreicht: Zuerst wird das Sekundärgas schnell durch den heißen Abschnitt hindurchgeleitet, in dem sich das Gas leicht zersetzen könnte, und zweitens wird durch den hohen Durchsatz an Gas erreicht, daß die Sekundärgaszufuhr, bevorzugt die Sekundärgaslanze, gekühlt wird, um auch so eine Zersetzung zu verhindern.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als Primärgas und/oder Sekundärgas ein Heizgas, insbesondere eine methanreiche Gasfraktion mit einem Methangehalt von mehr als 90 Vol.-% eingesetzt. Dabei ist es besonders bevorzugt, für sowohl das Primärgas- als auch das Sekundärgasgemisch dieselbe Quelle zu verwenden. Der im Sekundärgas anstehende Druck kann dabei auch für die Primärgaszufuhr verwendet werden. Besonders bevorzugt wird ein Druck von weniger als 10 bar, insbesondere 4 bar, in der Primärgaszufuhr und der Sekundärgaszufuhr verwendet. In der Anfeuerungsphase kann auch eine ethylenreichere Gasfraktion eingesetzt werden. Die methanreiche Gasfraktion kann beispielsweise aus dem Rohgas der Naphthaspaltung gewonnen werden.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Sekundärgas unter einem Winkel zwischen dem Vektor der Hauptausströmrichtung des Sekundärgasstromes und dem Vektor der Längsachse des Brenners von mehr als 30°, bevorzugt 45°, weggerichtet von der Längsachse des Brenners in den Brennraum eingeleitet. Durch dieses "Vorbeiführen" des Sekundärgasstromes an dem Brennerkopf wird verhindert, daß das Sekundärgas direkt in die heiße Flamme des Brennerkopfes geleitet wird und sich dort zersetzen könnte. Durch die Wahl des Winkels kann somit erreicht werden, daß der Sekundärgasstrom in den Brennraum gelangt und erst dort gezündet wird.

[0018] In der anliegenden Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung genauer beschrieben, wobei auf weitere vorteilhafte Fortbildungen der Erfindung eingegangen wird. Sie zeigt in

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brenneranordnung im schematischen Aufbau.

[0019] Die Brenneranordnung hat einen Brennerkopf 1, der in der Ausmauerung 10 eines Ofenraums angebracht ist. Über eine Primärgaszufuhr 6 wird Heizgas in einen Mischraum 11 zugeführt, in den auch Verbrennungsluft über einen Verbrennungslufteinlaß 9, der als Schalldämpfer 12 ausgebildet ist, angesaugt wird. Die Menge der angesaugten Verbrennungsluft kann durch die Luftklappe 7 eingestellt werden. Zwischen dem Mischraum 11 und dem Brennerkopf 1 befindet sich eine Venturidüse 4. Weiterhin ist eine Sekundärgaszufuhr 5 vorgesehen, die sich durch die Ausmauerung 10 erstreckt und am Ende eine Gaslanze 3 mit einer Blende 2 aufweist. Der Auslaß der Blende 2 ist so eingestellt, daß ausströmendes Gas aus der Sekundärgaszufuhr mit der Längsachse des Brennerkopfs 1 einen Winkel 8 von ca. 45° bildet.

[0020] Im Betrieb wird Primärgas über die Primärgaszufuhr 6 in den Mischraum 11 geleitet. Mittels der Luftklappe 7 wird das Mischungsverhältnis mit der über den Verbrennungslufteinlaß 9 angesaugten Luft eingestellt.

Dieses Gemisch von Primärgas und Verbrennungsluft wird über die Venturidüse 4 dem Brennerkopf 1 zugeführt, wo es austritt. Gleichzeitig wird über die Sekundärgaszufuhr bevorzugt reines Heizgas in den Brennraum eingeblasen. Durch die Wahl der Gasblende 2 wird erreicht, daß das mit Schallgeschwindigkeit einströmende Sekundärgas die Sekundärgaslanze 3 verläßt und am Brennerkopf vorbei in den Brennraum eingeleitet wird. So verbrennt das Sekundärgas nicht schon am Ende der Sekundärgaslanze, sondern entzündet sich erst im Flammenbereich des Brennerkopfes bzw. dahinter. Auf diese Weise wird nicht nur die Temperatur an der Sekundärgaslanzenspitze abgesenkt, sondern es wird auch vermieden, daß sich das Sekundärgas schon zwischen Brennerkopf und Ausmauerung zersetzt und sich auf diese Weise Ruß bildet.

[0021] Die Sekundärgaszufuhr 5 kann von der Primärgaszufuhr 6 getrennt sein, so daß auch verschiedene Heizgastypen über die Primärgaszufuhr und die Sekundärgaszufuhr in den Brennraum eingespeist werden können. Bevorzugt werden die Primärgaszufuhr 6 und die Sekundärgaszufuhr 5 aus derselben Quelle gespeist, und die Verteilung von Primärgas zu Sekundärgas wird durch die Gasblende eingestellt. Die Mischungsverhältnisse zwischen Primärgas und Verbrennungsluft werden hierbei in Abhängigkeit des anstehenden Gasdruckes durch die Luftklappe 7 eingestellt.

BEISPIEL

[0022] Mit dem erfindungsgemäßen Low-NOx-Brenner mit verbessertem Betriebsverhalten wird ein Brenner bereitgestellt, bei dem Verkokung am Brennerkopf und besonders am Ende der zusätzlichen Gaslanzen, an denen kein Sauerstoff für die Verbrennung zur Verfügung steht, vermieden wird. Es wurde weiterhin ein Verfahren angegeben, bei dem trotz der hohen Temperaturen vorwiegend aufgrund der Strahlung des mit Seitenwandbrennern befeuerten Ofenraums die Neigung des Gasgemisches zur Zersetzung und damit zur Rußbildung vermieden werden kann. Eine wiederholte, aufwendige Reinigung der blockierten Gaslanzen und des Brennerkopfes ist somit nicht mehr notwendig. Insbesondere konnte die Verkokung auch bei der Verfeuerung von spezifisch schwererem Heizgas vermieden werden. Auf diese Weise wurde ein Brenner zur Verfügung gestellt, der die zur Verbrennung erforderlichen Ressourcen effektiver und damit sparsamer einsetzt und durch die reduzierte NOx-Bildung von 80 auf 75 mg/Nm³ Rauchgas bei voller Feuerungsleistung eine umweltschonendere Befeuerung ermöglicht.

zum Zuführen von Primärgas zum Brennerkopf, und eine Sekundärgaszufuhr (5), die in mindestens eine Sekundärgaslanze (3) mündet, dadurch gekennzeichnet, daß Sekundärgas mit Schallgeschwindigkeit aus der Sekundärgaslanze (3) in einen den Brennerkopf (1) umgebenden Brennraum eingeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Primärgas und/oder Sekundärgas ein methanreiches Gas mit einem Methangehalt von mehr als 90 Vol.-% eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Sekundärgas unter einem Winkel (8) zwischen dem Vektor der Hauptausströmrichtung des Sekundärgasstromes und dem Vektor der Längsachse des Brenners von mehr als 30°, bevorzugt 45°, weggerichtet von der Längsachse des Brenners in den Brennraum eingeleitet wird.
4. Brenneranordnung, umfassend einen Brennerkopf (1), eine Primärgaszufuhr (6) zum Zuführen von Primärgas zum Brennerkopf, und eine Sekundärgaszufuhr (5), die in mindestens eine Sekundärgaslanze (3) mündet, die so angeordnet ist, daß Sekundärgas am Brennerkopf vorbei geleitet werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß am Ende der Sekundärgaslanze (3) eine Blende (2) vorhanden ist und daß Sekundärgaszufuhr (5) und Sekundärgaslanze (3) derart ausgebildet und angeordnet sind, daß Sekundärgas mit Schallgeschwindigkeit aus der mindestens einen Sekundärgaslanze (3) austreten kann.
5. Brenneranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Sekundärgaslanze (3) und Blende (2) so angeordnet und ausgebildet sind, daß das Sekundärgas unter einem Winkel (8) zwischen dem Vektor der Hauptausströmrichtung des Sekundärgasstromes und dem Vektor der Längsachse des Brenners von mehr als 30°, bevorzugt 45°, weggerichtet von der Längsachse des Brenners in den Brennraum eingeleitet wird.
6. Brenneranordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß nur eine Sekundärgaslanze (3) pro Brennerkopf (1) vorgesehen ist.

Claims

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbrennung von Primärgas und Sekundärgas in einer Brenneranordnung, umfassend einen Brennerkopf (1), eine Primärgaszufuhr (6)

1. A method for burning primary gas and secondary gas in a burner arrangement comprising a burner tip (1), a primary gas supply (6) for supplying primary gas to the burner tip, and a secondary gas supply

(5) which debouches into at least one secondary gas lance (3), wherein secondary gas is introduced at the velocity of sound from the secondary gas lance (3) into a combustion chamber surrounding the burner tip (1) .

2. A method as claimed in claim 1, wherein the primary gas and/or secondary gas employed comprises a methane-rich gas having a methane content of more than 90% by volume.
3. A method as claimed in claim 1 or 2, wherein introduction of the secondary gas into the combustion chamber takes place at an angle (8) between the vector of the principal outflow direction of the secondary gas stream and the vector of the longitudinal axis of the burner of more than 30°, preferably 45°, in the direction away from the longitudinal axis of the burner.
4. A burner arrangement comprising a burner tip (1), a primary gas supply (6) for supplying primary gas to the burner tip, and a secondary gas supply (5) which debouches into at least one secondary gas lance (3), which is arranged such that secondary gas can be guided past the burner tip, wherein an orifice (2) is present at the end of the secondary gas lance (3) and wherein secondary gas supply (5) and secondary gas lance (3) are configured and arranged in such a way that it is possible for secondary gas to escape at the velocity of sound from the at least one secondary gas lance (3).
5. A burner arrangement as claimed in claim 4, wherein the at least one secondary gas lance (3) and orifice (2) are arranged and configured in such a way that introduction of the secondary gas into the combustion chamber takes place at an angle (8) between the vector of the principal outflow direction of the secondary gas stream and the vector of the longitudinal axis of the burner of more than 30°, preferably 45°, in the direction away from the longitudinal axis of the burner.
6. A burner arrangement as claimed in claim 4 or 5, wherein only one secondary gas lance (3) is provided per burner tip (1).

Revendications

1. Procédé pour brûler du gaz primaire et du gaz secondaire dans un dispositif de brûleur, comprenant une tête de brûleur (1), une amenée de gaz primaire (6) pour amener du gaz primaire à la tête de brûleur et une amenée de gaz secondaire (5), qui débouche dans au moins une lance de gaz secondaire (3), caractérisé en ce que du gaz secondaire est, à partir

de la lance de gaz secondaire (3), introduit dans un espace de combustion entourant la tête de brûleur (1) à une vitesse sonique.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que, comme gaz primaire et/ou gaz secondaire, on met en oeuvre un gaz riche en méthane présentant une teneur en méthane supérieure à 90% en volume.
3. Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le gaz secondaire est introduit dans l'espace de combustion sous un angle (8) compris entre le vecteur de la direction d'écoulement principale du courant de gaz secondaire et le vecteur de l'axe longitudinal du brûleur de plus de 30°, de préférence de 45°, à l'écart de l'axe longitudinal du brûleur.
4. Dispositif de brûleur, comprenant une tête de brûleur (1), une amenée de gaz primaire (6) pour amener du gaz primaire à la tête de brûleur et une amenée de gaz secondaire (5), qui débouche dans au moins une lance de gaz secondaire (3), qui est agencée de façon que du gaz secondaire puisse être amené à passer devant la tête de brûleur, caractérisé en ce que, à la fin de la lance de gaz secondaire (3), il y a un écran (2) et en ce que l'amenée de gaz secondaire (5) et la lance de gaz secondaire (3) sont réalisées et agencées de façon que du gaz secondaire puisse sortir de ladite au moins une lance de gaz secondaire (3) à une vitesse sonique.
5. Dispositif de brûleur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que ladite au moins une lance de gaz secondaire (3) et l'écran (2) sont agencés et réalisés de façon que le gaz secondaire soit introduit dans l'espace de combustion sous un angle (8) compris entre le vecteur de la direction d'écoulement principale du courant de gaz secondaire et le vecteur de l'axe longitudinal du brûleur de plus de 30°, de préférence de 45°, à l'écart de l'axe longitudinal du brûleur.
6. Dispositif de brûleur suivant l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que seule une lance de gaz secondaire (3) est prévue par tête de brûleur (1).

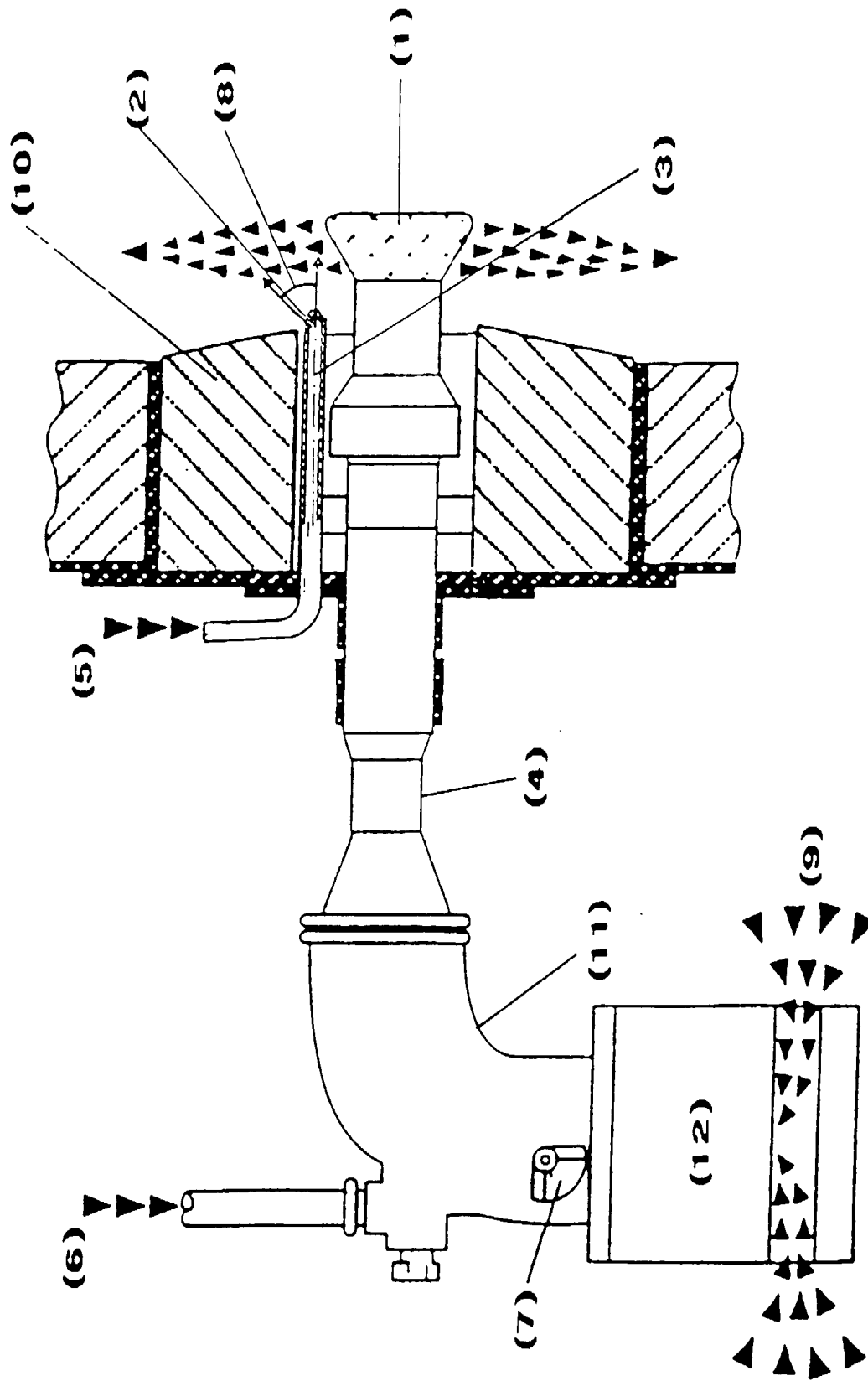


FIG. 1