



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 735 321 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.10.1996 Patentblatt 1996/40

(51) Int. Cl.⁶: **F23G 7/06**, F23G 5/14,
F23J 15/04

(21) Anmeldenummer: 96102122.7

(22) Anmeldetag: 14.02.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE ES FR GB IE IT LI NL

(30) Priorität: 30.03.1995 DE 19511644

(71) Anmelder: **DAS-DÜNNSCICHT ANLAGEN
SYSTEME GmbH DRESDEN**
D-01217 Dresden (DE)

(72) Erfinder:
• Reichardt, Horst, Dr.
D-01257 Dresden (DE)
• Ritter, Lothar, Dipl.-Ing.
D-01109 Dresden (DE)
• Firkert, Günter, Dipl.-Ing.
D-01159 Dresden (DE)

• Labs, Lutz, Dipl.-Phys.
D-91324 Dresden (DE)
• Gehmlich, Konrad, Dipl.-Phys.
D-01099 Dresden (DE)
• Hofmann, Gerold
D-01237 Dresden (DE)
• Hentrich, Michael, Dipl.-Ing.
D-01109 Dresden (DE)
• Wiesenberg, Wido
D-91109 Dresden (DE)

(74) Vertreter: **Rau, Manfred, Dr. Dipl.-Ing. et al**
Rau, Schneck & Hübner
Patentanwälte
Königstrasse 2
90402 Nürnberg (DE)

(54) **Verfahren und Einrichtung zur Reinigung von schadstoffhaltigen Abgasen durch chemische Umsetzung**

(57) Abgase, die bei CVD- und Plasmaprozessen anfallen, enthalten toxische Schadstoffe und müssen deshalb gereinigt werden. Dazu werden häufig mehrstufig wirkende Verfahren eingesetzt, deren Hauptprozeß die thermisch aktivierte chemische Umsetzung der Schadstoffe in einer Brenngasflamme (6) ist, dem sich weitere Prozeßschritte wie Sorption, Hydrolyse, Kühlen und Waschen anschließen, um die sekundären Stoffe, die in der Flamme entstehen, aus dem Abgas zu beseitigen. Eine effiziente Verringerung des Schadstoffgehaltes von Abgasen, insbesondere von fluorhaltigen, kann dadurch erzielt werden, daß durch spezielle Ausführung der Brenner (3) oder der Brennkammer (1) der Abgasreinigungseinrichtung und durch getrennte Zufuhr von Brenngasen unterschiedlicher Zusammensetzung die Schadstoffe zunächst in einem reduzierenden Flammenbereich (11) chemisch umgesetzt werden und anschließend die überschüssigen Brenngase und die sekundären, in diesem Bereich entstehenden, Schadstoffe in einem oxidierenden Flammenbereich (12) verbrannt werden.

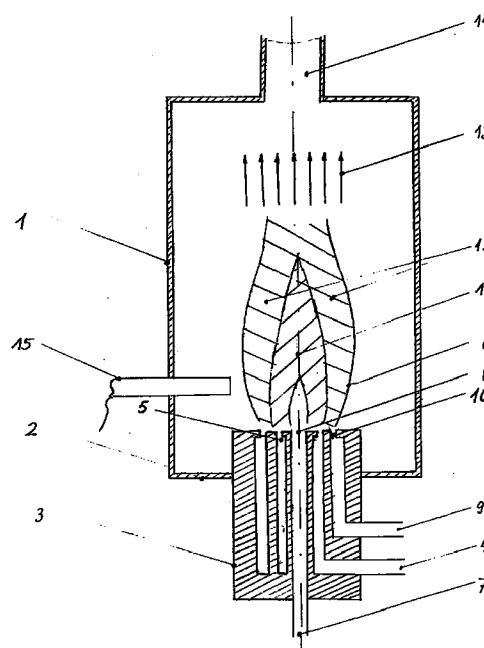


Fig. 1

EP 0 735 321 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Einrichtungen zur Reinigung von schadstoffhaltigen Abgasen durch chemische Umsetzung in einer Brennkammer.

In technischen Anlagen, insbesondere in Anlagen zur chemischen Dampfphasenabscheidung und zum Abtragen oder Abscheiden von Material durch Plasmaprozesse fallen schadstoffhaltige Abgase an. Diese Abgase enthalten u.a. fluorhaltige Kohlenwasserstoffe oder andere Fluorverbindungen. Im allgemeinen sind inerte Gase, wie Argon oder Stickstoff, Hauptbestandteile der Abgase. Diese Abgase sind wegen des hohen Anteils an derartigen Gasen selbst meist nicht brennbar. Die Schadstoffe oder deren Reaktionsprodukte wirken toxisch bzw. fördern aufgrund ihrer schädlichen Wirkung in der Atmosphäre die Ozonerstörung und den Treibhauseffekt.

Zur Abgasreinigung sind eine ganze Reihe von Verfahren bekannt. Sehr häufig erfolgt die Reinigung durch Sorption der Schadstoffe aus dem Abgas, z.B. in oxidierender wässriger Lösung (DE 3342816).

Schadstoffe, die auf diese Weise nicht oder wenig effizient sorbiert werden, können durch Verfahren der chemischen Umsetzung, z.B. thermische Zersetzung (EU 0384803) durch Aufheizen oder durch Verbrennen in sauerstoffhaltiger Umgebung (US 5183 646), umgewandelt werden. Geschieht dies durch Verbrennen, müssen Abgase mit hohem Inertgasanteil in eine Brenngasflamme, z.B. aus einem Erdgas- oder Wasserstoff-/Sauerstoffgemisch, eingeführt werden. Schädliche Sekundärprodukte der Umwandlung werden anschließend, z.B. durch Sorptions- oder Waschprozesse, aus dem Abgas beseitigt.

Bei der Abgasreinigung handelt es sich in der Regel um einen mehrstufigen Prozeß, bei dem Teilprozesse, wie thermische Zersetzung oder Oxidation, Kühlung, Sorption, Hydrolyse und Auswaschen fester Reaktionsprodukte ablaufen (EP 89 110 875). Dazu wird das Abgas nacheinander z.B. durch eine Einrichtung mit einer Brennkammer und mindestens eine weitere Einrichtung, z.B. eine solche, die nach dem Waschprinzip wirkt, geleitet. Es sind auch Einrichtungen zur Reinigung von Abgas vorgeschlagen worden, bei denen das Abgas nacheinander durch eine Brennkammer zur Verbrennung der Schadstoffe und eine Waschkammer geleitet wird, die konstruktiv zu einer Einheit zusammengefaßt sind (EP 89 110 875).

Ein Nachteil solcher Verfahren und Einrichtungen mit thermischer Zersetzung der Schadstoffe in einer Brennkammer und mit einer Waschkammer sind die thermische und elektrolytische Korrosion der Wandflächen und anderer Teile, insbesondere der Brennkammer unter der Wirkung gasförmiger Reaktionsprodukte der Verbrennung. Kritisch erhöht wird diese Korrosion durch die hohe Temperatur der verbrannten Brenngas Mischung und Abgase, insbesondere wenn diese z.B. Halogenwasserstoffe, wie z.B. HF, und Wasserdampf enthalten.

Diesen Nachteil kann man eliminieren, wenn in einer einzigen Reaktionskammer Teilprozesse der Reinigung kombiniert zur Wirkung gebracht werden, in dem das verbrannte Abgas durch eine feinverteilte Flüssigkeit (Sorptions- bzw. Kühlmittel) geführt wird oder mit einem solchen Flüssigkeitsfilm an den Wandflächen der Brennkammer in Kontakt gebracht wird (DE 43 200 44). Die beiden zuletzt genannten Lösungen haben jedoch eine geringe Effizienz in ihrer Reinigungswirkung, wenn man sie für Abgase mit fluorierten Kohlenwasserstoffen und mit anderen Fluorverbindungen anwendet. Bei vertretbarem Verbrauch von Brenngas enthalten die gereinigten Abgase noch kritisch hohe Anteile an Schadstoffen. Die Kühlung der Reaktorwände verringert zwar deren Korrosion, führt aber eher zur Verschlechterung der Effizienz der Reinigung. Eine Verbesserung der Effizienz der Reinigung in Richtung eines niedrigen Schadstoffgehaltes im gereinigten Abgas, kann zwar in gewissem Umfang durch Erhöhung der Brenngasmenge relativ zu Menge des zugeführten Abgases erzielt werden, jedoch ist dieser Weg wegen des erhöhten Brenngasverbrauches mit einer kritischen Verschlechterung der Ökonomie der Abgasreinigung verbunden.

Da in der Brenngasflamme mit Abgaszufuhr im allgemeinen mehrere Reaktionen ablaufen, deren wichtigste Ergebnisse die Verbrennung des Brenngases (z.B. Erdgas oder Wasserstoff) unter der Einwirkung des mit zugeführten Sauerstoffes zum Zwecke der thermischen Aktivierung der Schadgase und die chemische Umsetzung der Schadgase in hydrolysierbare und absorbierbare bzw. unschädliche Verbindungen sind, ist aufgrund der Reaktionskinetik nicht zu erwarten, daß die gewünschte Umsetzung des Schadgases vollständig erfolgt. Dies gilt insbesondere auch, wenn alle Reaktanden (Brenngas, Sauerstoff und Schadgas) im stöchiometrischen Verhältnis zugeführt werden. Infolge des Inertgasanteiles im Schadgas wird die Reaktionskinetik ungünstig beeinflusst und damit die Umsetzung des Schadgases anteilmäßig weiter verringert.

Eine Erhöhung des Brenngasanteiles im Brenngasgemisch (EP-A-0347 753) gegenüber dem stöchiometrischen Verhältnis für alle zugeführten Reaktanden, verbessert zwar die Schadstoffumsetzung, insbesondere bei fluorhaltigen Kohlenwasserstoffen, führt jedoch zum Ausstoß unverbrannter, auch schädlicher Brenngase aus der Reinigungsanlage. Eine Erhöhung des Sauerstoffanteils im Brenngasgemisch gegenüber dem stöchiometrischen Verhältnis führt andererseits zur kritischen Verschlechterung der Schadstoffumsetzung für fluorhaltige Abgase und damit zu unverträglich hohen restlichen Schadstoffanteilen im gereinigten Abgas.

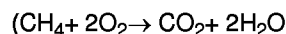
Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Wirksamkeit der Reinigung von Abgasen durch chemische Umsetzung in einer Brenngasflamme zu verbessern, d.h. den prozentualen Restanteil an Schadstoffen im gereinigten Abgas drastisch zu reduzieren. Außerdem besteht die Aufgabe zu sichern, daß bei der Reaktion in der Brenngasflamme entstehende

Zwischenprodukte effektiv verbrannt werden. Weiterhin sollen auch keine unverbrannten Bestandteile des Brenngases im gereinigten Abgas enthalten sein. Insbesondere ist zu erreichen, daß bei der Verbrennung keine sekundären Schadstoffe entstehen und mit dem gereinigten Abgas abgegeben werden.

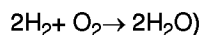
Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren nach Anspruch 1, 2 und 3 und eine Einrichtung nach Anspruch 4 oder 5 **gelöst**.

Das Verfahren geht davon aus, daß in einer Brennkammer mit einem Brenner zur Erzeugung einer Brenngasflamme ein Brenngasgemisch genutzt wird und daß in diese Flamme das Abgas, welches die Schadstoffe, insbesondere fluorhaltige Kohlenwasserstoffe oder andere Fluorverbindungen enthält, zugeführt wird. In der Flamme erfolgt die chemische Umsetzung der Schadstoffanteile des Abgases. Das verbrannte Abgas enthält gasförmige Reaktionsprodukte der Schadstoffe.

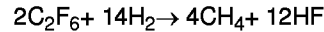
Erfindungsgemäß wird durch räumliche Trennung der Einspeisung von Gasen unterschiedlicher Zusammensetzung und Menge in die Brenngasflamme einerseits ein stark reduzierender Flammenbereich geschaffen, in den die zu reinigenden Abgase mit den Schadstoffen eingespeist werden, andererseits wird ein stark oxidierender Flammenbereich geschaffen. Zunächst wird eine stark reduzierende Flamme geschaffen, in dem das Brenngasgemisch aus Brenngas und Sauerstoff, z.B. Stadtgas, Erdgas oder Wasserstoff und Sauerstoff, mit einem Überschuß des Brenngases gegenüber dem, zur stöchiometrischen Verbrennung notwendigem Anteil, in den Brenner eingespeist und zur Verbrennung gebracht wird. Gegenüber dem stöchiometrischen Verhältnis des Brenngasgemisches, beispielsweise CH_4 : $\text{O}_2 = 1 : 2$ oder H_2 : $\text{O}_2 = 2 : 1$, die ohne Rückstand an Brenngas (CH_4 bzw. H_2) verbrennen können, wird ein reduzierender Flammenbereich durch einen Überschuß an Wasserstoff in der Brenngasflamme erreicht, in dem im Brenngasgemisch das Verhältnis der Anteile wasserstoffhaltiger Komponenten erhöht wird, im Beispiel Veränderung der Verhältnisse in Richtung CH_4 : $\text{O}_2 = 1 : 1$ bzw. H_2 : $\text{O}_2 = 4 : 1$. Die mit einem Überschuß an Brenngas betriebene Flamme erzeugt die notwendige Energie zur Aktivierung der Reaktanden und zum Aufbrechen der chemischen Bindungen. In diese Flamme wird das Abgas, in der Regel ein Gemisch aus einem inerten Gas (Argon oder Stickstoff) und dem fluorhaltigen Schadstoff, wie z.B. C_2F_6 , CHF_3 , SF_6 , NF_3 , eingebracht. In der Flamme laufen die Verbrennungsreaktionen des Brenngases



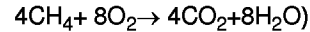
bzw.



und die Reaktionen zur Umsetzung des Schadstoffes (eine mögliche Reaktion 1:



und als sekundäre Reaktion 2:



parallel ab.

Infolge der besagten Zusammensetzung des Brenngasgemisches ist zunächst nicht nur seine Verbrennung unvollständig, sondern von den Reaktionen zur Umsetzung des Schadgases wird das Reaktionsgleichgewicht in der Brenngasflamme in Richtung der Reduktion (im angenommenen Beispiel Reaktion 1) verschoben. Ursache dafür ist der Überschuß von Wasserstoff im Reaktionsraum, so daß das Massenwirkungsgesetz in Richtung der vollständigen Umsetzung des Schadstoffes (im Beispiel C_2F_6 in HF) wirkt. Die möglichst vollständige Umsetzung des Schadstoffes ist das Ziel der Reinigung, um den prozentualen Anteil von Schadstoff im Abgas so gering wie möglich zu erzielen.

In der reduzierend wirkenden Flamme sind aber jetzt unverbrauchtes Brenngas (im Beispiel CH_4 und H_2) und sekundäre Schadstoffe (im Beispiel CH_4 und HF) enthalten.

Durch die räumlich getrennte Einspeisung eines Brenngasgemisches anderer Zusammensetzung in die Flamme wird neben dem reduzierenden, im Brenner primär geschaffenen Flammenbereich, ein zweiter oxidierender Flammenbereich geschaffen. Es können dazu Brenngase und Sauerstoff mit einem deutlichen Überschuß an Sauerstoff, gegenüber besagten Verhältnissen, die ohne Rückstand verbrennen können, Luft als Sauerstofflieferant oder überhaupt reiner Sauerstoff zugeführt werden.

Der zweite oxidierende Flammenbereich ist durch einen Überschuß an Sauerstoff charakterisiert. In ihn strömen aus dem reduzierend wirkenden Flammenbereich neben Gasen des verbrannten Brenngasgemisches (CO_2 , H_2O) noch unverbrauchte Brenngasanteile (im Beispiel CH_4 und H_2 und sekundäre Schadstoffe (im Beispiel HF, CH_4), die jetzt vollständig oxidiert bzw. verbrannt werden. Die vollständige Verbrennung ist auch nach dem Massenwirkungsgesetz gegeben, da in diesem Flammenbereich ein Überschuß an Sauerstoff eingestellt ist.

Aus dem oxidierenden Flammenbereich strömen die erhitzten inerten Bestandteile des Abgases (z.B. N_2), die inerten Verbrennungsprodukte (vorwiegend CO_2 und Wasserdampf) und die sekundären Schadstoffe (im Beispiel HF). Die sekundären Schadstoffe werden in an sich bekannter Weise durch eine Sorption oder Hydrolyse beseitigt. Im einfachsten Fall werden dazu die Verbrennungsprodukte aus der Brennkammer abgesaugt und durch eine wässrige Lösung, z.B. in einer Sprühwascheinrichtung geführt.

Das Verfahren wird mit einer Einrichtung ausgeführt, die im wesentlichen aus einer vorzugsweise rotationssymmetrischen Brennkammer mit einem, in einer Stirnfläche der Brennkammer angeordneten Ringbrenner, besteht. Dem Ringbrenner wird das Brenngas und getrennt Sauerstoff oder das Brenngasgemisch zugeführt (Erdgas/Sauerstoff oder Wasserstoff/Sauerstoff). Am Brenner bildet sich die Brenngasflamme aus. Durch eine Zufuhr, vorzugsweise im Zentrum des Ringbrenners, wird das zu reinigende Abgas, mit den darin enthaltenen Schadstoffen zugeführt. Durch die zentrale Zufuhr ist das Abgas allseitig von der Brenngasflamme umschlossen, eine wichtige Voraussetzung für die effektive Schadstoffumsetzung.

Erfindungsgemäß erfolgt die zusätzliche Zufuhr von Brenngasgemisch mit einem Überschuß an Sauerstoff, von Luft oder reinem Sauerstoff in einen Ringbrenner über eine oder mehrere Bohrungen oder Kanäle eines zweiten konzentrischen Ringes. Bei dem Betrieb des Brenners mit den besagten zwei konzentrischen Ringen für die Zufuhr von Brenngasgemischen mit Sauerstoffdefizit bzw. mit Sauerstoffüberschuß bildet sich über dem Brenner eine Flamme aus, mit einem stark reduzierenden Flammenbereich als Kern der Flamme über dem inneren Ring des Brenners und mit einem stark oxidierenden Flammenbereich als Mantel der Flamme über dem äußeren Ring des Brenners.

In einer anderen erfindungsgemäßen Ausführung der Einrichtung mit einem an sich bekannten Ringbrenner mit einem Ring für die Zufuhr des Brenngasgemisches mit erhöhtem Brenngasanteil und mit einer zentralen Zufuhr für das schadstoffhaltige Abgas, erfolgt die zusätzliche Zufuhr von Luft oder Sauerstoff über ein oder mehrere Einlaßkanäle in der Wand der Brennkammer im Bereich des Ringbrenners. Am Ringbrenner bildet sich eine Flamme aus, deren Kern stark reduzierend ist, da dem Ringbrenner ein Brenngasgemisch mit einem Defizit an Sauerstoff im besagten Sinne zugeführt wird. Die Flamme brennt in der Brennkammer in einem "Mantel" von Luft bzw. reinem Sauerstoff, so daß sich auch auf diese Weise um den reduzierend wirkenden Flammenbereich ein Flammenbereich ausbildet, der stark oxidierend wirkt.

Die Absaugung an der Brennkammer, durch die die Verbrennungsprodukte abgesaugt werden, wird derart dimensioniert, daß sie über die Bohrungen oder Kanäle in der Wand, die für die Verbrennung erforderliche Luftzufuhr gewährleistet.

Exakter kann die zusätzliche Zufuhr von Luft oder Sauerstoff in den Flammenbereich unter Überdruck durch die Einlaßkanäle in der Wand der Brennkammer dosiert werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Verfahrensbeispiels und anhand der Zeichnung Fig. 1 einer bevorzugten Ausführungsform der Einrichtung näher erläutert. Die Fig. 1 zeigt die Einrichtung in einem schematischen Längsschnitt.

Die erfindungsgemäße Einrichtung besteht im wesentlichen aus einer zylindrischen Brennkammer (1)

aus einem korrosionsbeständigen Material. Sie hat 18 cm Durchmesser und ist 60 cm hoch. Im Bereich einer Stirnfläche (2) der Brennkammer (1) ist ein Ringbrenner (3) angeordnet, dem das Brenngasgemisch aus Brenngas und Sauerstoff über eine Zufuhr (4) zugeführt wird. Im Beispiel ist die Lage der Brennkammer vertikal (andere Lagen, auch schräge, sind ebenso möglich). Der Ringbrenner (3) hat einen Durchmesser von 25 mm. Über dem Ringkanal (5) bildet sich die Brenngasflamme (6) aus. Das Abgas mit den toxischen Schadstoffen wird dem Brenner (3) über die Zufuhr (7) zugeführt. Es tritt durch die Bohrung (8) zentral in die Brenngasflamme (6) ein.

Der Brenner (3) besitzt eine zusätzliche Zufuhr (9) für ein Brenngasgemisch anderer Zusammensetzung als die, die in die Zufuhr (4) eingelassen wird.

An der Brennkammer ist der rohrförmige Anschluß für die Absaugung (14), durch die die Verbrennungsgase entweder in den Abluftkanal oder in Einrichtungen zur Durchführung weiterer Teilprozesse einer mehrstufigen Abgasreinigung überführt werden.

Die Einrichtung wird komplettiert durch eine Zündelektrode für das Brenngasgemisch und durch einen Monitor (15), der Sensorsignale zur optimalen Steuerung der Einrichtung zur Abgasreinigung liefert.

Beispiel für die Ausführung des Verfahrens:

In einer Plasma-Ätzanlage zum Abtragen von Siliziumoxidschichten auf Siliziumscheiben fallen 60 l/min Abgas an. Das Abgas besteht aus ca 58,5 l/min Stickstoff und ca 1,5 l/min C_2F_6 als Schadstoff. Das Abgas wird der Reinigungseinrichtung durch eine Abgasleitung zugeführt. In der Brennkammer (1) werden dem inneren Ring (5) des Ringbrenners (3) 9 l/min H_2 und 9 l/min O_2 zugeführt. Dem äußeren Ring (10) des Ringbrenners (3) werden zusätzlich 3 l/min CH_4 und 15 l/min O_2 zugeführt. Der sich über dem Ringspalt (5) ausbildende Flammenbereich (11) der Flamme (6) ist stark reduzierend. In diesen stark reduzierenden Flammenbereich (11), wird das zu reinigende Abgas, daß als hauptsächlich Schadstoff Fluorkohlenwasserstoff C_2F_6 enthält, durch die Bohrung (8) eingelassen. In diesem reduzierenden Flammenbereich (11) wird der Schadstoff praktisch vollständig in CH_4 und HF umgesetzt. Die Flammtemperatur liegt im Bereich von 1200 bis 1400°C.

Der sich am Ringspalt (10) ausbildende Flammenbereich (12), der den Flammenbereich (11) wie einen Mantel umhüllt, ist stark oxidierend. Die hier vorzugsweise ablaufende Reaktionen sind die Verbrennung von CH_4 zu CO_2 und Wasserdampf und von H_2 zu Wasserdampf. Die etwa 1000°C heißen verbrannten Gasgemische über der Flamme strömen in Pfeilrichtung (13) senkrecht vom Brenner (3) in Richtung der Absaugung (14), von dort werden sie einer an sich bekannten Wascheinrichtung zugeführt, in der das Gas auf unter 50°C abgekühlt wird. Der HF-Anteil wird hydrolysiert. Das Gas wird gereinigt, d.h. praktisch schad-

stofffrei, an die Umgebung abgegeben. Es wird eine Reduzierung des Schadstoffgehalts mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Abgasreinigung auf weniger als 1% erreicht, infolgedessen gelangt ein Gas mit weniger als 15 ppm Schadstoff in die Abluft.

5

Luft oder Sauerstoff in der Wand der Brennkammer im Bereich des Ringbrenners ein oder mehrere Einlaßkanäle angeordnet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung von schadstoffhaltigen Abgasen, insbesondere mit fluorhaltigen Kohlenwasserstoffen und anderen Fluorverbindungen durch chemische Umsetzung in einer Brennkammer mit einem Brenner zur Erzeugung einer Brenngasflamme, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch räumliche Trennung der Einspeisung von Gasen unterschiedlicher Zusammensetzung und Menge in die Brenngasflamme einerseits ein chemisch stark reduzierender Flammenbereich geschaffen wird, in den die zu reinigenden Abgase eingespeist werden und andererseits ein stark oxidierender Flammenbereich geschaffen wird, in den die Abgase gelangen, nach dem sie durch den reduzierenden Flammenbereich geströmt sind.

10
15
20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der reduzierende Flammenbereich durch Zufuhr eines Brenngases und Sauerstoff oder eines Brenngasgemisches mit einem Überschuß an Wasserstoff erzeugt wird und daß der oxidierende Flammenbereich durch zusätzliche Zufuhr von einem Brenngasgemisch mit einem Überschuß an Sauerstoff, von reinem Sauerstoff oder von Luft in die Flamme erzeugt wird.

25
30
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß schädliche Reaktionsprodukte der Verbrennung in den besagten zwei Flammenbereichen durch nachfolgende Sorption und / oder Hydrolyse beseitigt werden.

35
40
4. Einrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 3 mit einer Brennkammer, einem Ringbrenner für das Brenngas oder das Brenngasgemisch und einer zentralen Zufuhr für das schadstoffhaltige Abgas in den Ringbrenner, dadurch gekennzeichnet, daß für eine zusätzliche Zufuhr von einem Brenngas oder Brenngasgemisch mit einem Überschuß an Sauerstoff am Ringbrenner, oder für eine zusätzliche Zufuhr von reinem Sauerstoff, ein zweiter konzentrischer Ring mit ein oder mehreren Bohrungen oder mit einem Kanal an dem Ringbrenner angeordnet wird.

45
50
5. Einrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 3, mit einer Brennkammer, einem Ringbrenner für das Brenngas oder das Brenngasgemisch und einer zentralen Zufuhr für das schadstoffhaltige Abgas in den Ringbrenner, dadurch gekennzeichnet, daß für die zusätzliche Zufuhr von

55

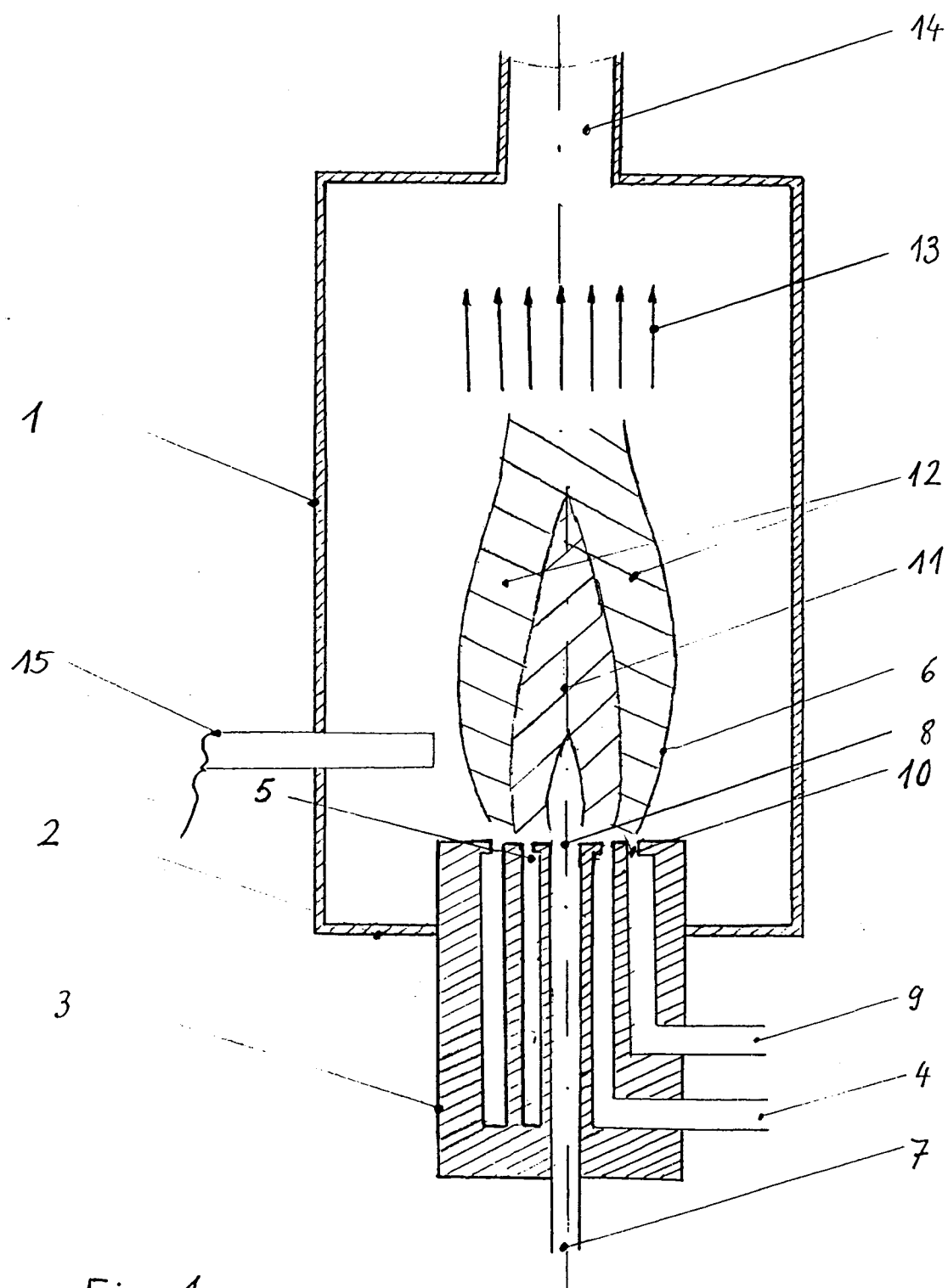


Fig. 1