

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **87112805.4**

51 Int. Cl.4: **C21D 1/76**, **C21D 1/52**,
F27D 23/00

22 Anmeldetag: **02.09.87**

30 Priorität: **25.09.86 DE 3632577**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.03.88 Patentblatt 88/13

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IT

71 Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
Abraham-Lincoln-Strasse 21
D-6200 Wiesbaden(DE)

72 Erfinder: **Strigl, Reinhard, Dipl.-Ing.**
Zeitlerstrasse 1
D-8000 München 50(DE)
Erfinder: **Dey, Andreas, Dipl.-Ing.**
Vorhölzerstrasse 6
D-8000 München 71(DE)

74 Vertreter: **Schaefer, Gerhard, Dr.**
Linde Aktiengesellschaft Zentrale
Patentabteilung
D-8023 Höllriegelskreuth(DE)

54 **Strahlrohrbrenner mit Katalysatorbett für Wärmebehandlungsöfen.**

57 Es wird ein Strahlrohrbrenner für Öfen zur Wärmebehandlung metallischer Werkstücke unter Einwirkung eines Behandlungsgases, das durch katalytische Umsetzung eines Einsatzgases erzeugt wird, beschrieben, der ein Mantelrohr, das an seinem Ende Gasaustrittsöffnungen aufweist, ein koaxial mit Abstand zum Mantelrohr in diesem angeordnetes Innenrohr, in dem Mindestens ein Brennerrohr und ein Luftzuführungsrohr angeordnet sind sowie, ein Katalysatorbett, das den Zwischenraum zwischen dem Mantelrohr und dem Innenrohr mindestens teilweise ausfüllt, aufweist. Zur Verbesserung der Regelbarkeit der Zusammensetzung des Behandlungsgases wird vorgeschlagen, daß mindestens ein Brennerrohr des Strahlrohrbrenners in Längsrichtung desselben verschiebbar ist.

EP 0 261 462 A2

Strahlrohrbrenner mit Katalysatorbett für Wärmebehandlungsöfen

Die Erfindung betrifft einen Strahlrohrbrenner für Öfen zur Wärmebehandlung metallischer Werkstücke unter Einwirkung eines Behandlungsgases, das durch katalytische Umsetzung eines Einsatzgases erzeugt wird, mit einem Mantelrohr, das an seinem Ende Gasaustrittsöffnungen aufweist, einem koaxial mit Abstand zum Mantelrohr in diesem angeordneten Innenrohr, in dem mindestens ein Brennerrohr und ein Luftzuführungsrohr angeordnet sind, sowie mit einem Katalysatorbett, das den Zwischenraum zwischen Mantelrohr und Innenrohr mindestens teilweise ausfüllt.

Strahlrohrbrenner dieser Art werden häufig in Wärmebehandlungsöfen eingesetzt, die bereits mit einfachen, ausschließlich der Beheizung dienenden Strahlrohrbrennern ausgerüstet sind, wobei einer oder einige dieser einfachen Strahlrohrbrenner gegen solche Spezialstrahlrohrbrenner ausgetauscht werden. Ein bekannter, derartiger Spezialstrahlrohrbrenner, bei dem durch eine katalytische Umsetzung eines Erdgas-Luft-Gemisches ein Schutzgas für die Wärmebehandlung metallischer Werkstücke, z.B. für das Gasauflösen, Blankhärten oder Carbonitrieren erzeugt wird, weist die eingangs beschriebene Bauweise auf und besitzt außerdem eine gegenüber dem Ofeninnenraum wirkende Wärmeisolierung. Diese Wärmeisolierung ist außen auf dem Strahlrohrbrenner aufgebracht und vergrößert dadurch dessen Querschnittsfläche. Sie hat den Zweck, eine negative Beeinflussung der Schutzgaserzeugung durch unterschiedliche Ofentemperaturen zu verhindern (DE-OS 27 58 024).

Die Wärmebehandlung metallischer Werkstücke unter Einwirkung eines Behandlungsgases kann nur dann mit Erfolg durchgeführt werden, wenn die Zusammensetzung des dem Ofen zugeführten Behandlungsgases zu jedem Zeitpunkt der jeweiligen Art der Wärmebehandlung optimal angepaßt ist. Bei der Herstellung des Behandlungsgases, das z.B. im wesentlichen aus Kohlenmonoxid, Wasserstoff und Stickstoff bestehen kann, durch katalytische Umsetzung eines Einsatzgases, z.B. eines Erdgas-Luft-Gemisches, in speziellen Strahlrohrbrennern der eingangs beschriebenen Art wird die Zusammensetzung des Behandlungsgases im wesentlichen durch die Zusammensetzung des Einsatzgases und durch die im Katalysatorbett herrschende Temperatur bestimmt. Beide Einflußgrößen bedürfen deshalb einer genauen Regelung, die jedoch bisher nicht in zufriedenstellender Weise gelungen ist. Dies gilt insbesondere für die Katalysatortemperatur bei den speziellen Strahlrohrbrennern, bei denen sich, wie beschrieben, das Katalysatorbett innerhalb des Ofens befindet und

dadurch der schwankenden Ofentemperatur ausgesetzt ist. Eine nach ihrer Aufbringung nicht mehr veränderbare Wärmeisolierung zwischen Katalysatorbett und Ofenatmosphäre kann dieses Problem nicht lösen, da sie nur eine Temperaturverschiebung mit nahezu gleichbleibenden Schwankungen bewirkt.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, die Strahlrohrbrenner der eingangs beschriebenen Art so zu verbessern, daß eine genaue Regelung der Zusammensetzung des Behandlungsgases ohne einen ins Gewicht fallenden konstruktiven Aufwand möglich wird.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß mindestens ein Brennerrohr in Längsrichtung des Strahlrohrbrenners verschiebbar ist.

Durch die erfindungsgemäße Verschiebbarkeit mindestens eines Brennerrohres wird eine Möglichkeit geschaffen, die Temperaturverteilung im Katalysatorbett und damit die Zusammensetzung des Behandlungsgases mit überraschender Genauigkeit zu regeln. Hierzu wird über einen im Katalysatorbett angeordneten Temperaturfühler die jeweils dort herrschende und von der schwankenden Ofentemperatur beeinflusste Temperatur gemessen und einer Regeleinheit zugeführt. Bei Abweichungen der Temperatur im Katalysatorbett von der Solltemperatur wird z.B. über einen Motor das in einer Stoffbuchse gelagerte Brennerrohr so lange vor- oder zurückgeschoben, bis die gewünschte Temperatur erreicht ist. In Kombination mit einem weiteren Regelsystem für die Zusammensetzung des Einsatzgases, aus dem das Behandlungsgas erzeugt wird, kann mit dem erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenner eine Genauigkeit der jeweils erforderlichen Zusammensetzung des Behandlungsgases erzielt werden, die mit den bisher bekannten Methoden nicht möglich war.

Wenn der erfindungsgemäße Strahlrohrbrenner nur ein Brennerrohr aufweist, ist es von Vorteil, wenn das Brennerrohr entlang der Längsachse des Strahlrohrbrenners angeordnet ist, das Luftzuführungsrohr das Brennerrohr koaxial umgibt und der Zwischenraum zwischen dem Innenrohr und dem Luftzuführungsrohr für die Abführung des Brennerabgases vorgesehen ist. Bei dieser Bauweise ist der der Erfindung zugrundeliegende Gedanke der Verschiebbarkeit der Brennerrohre für den Spezialfall eines einzigen Brennerrohrs in besonders einfacher Weise konkretisiert. Eine besonders genaue Regelung der Zusammensetzung des Behandlungsgases läßt sich mit einem erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenner mit mehreren Brennerrohren erreichen, wenn die Brennerrohre auf einer gedachten Zylinderfläche koaxial zur Längsachse

des Strahlrohrbrenners angeordnet sind, das Luftführungsrohr coaxial die gedachte Zylinderfläche mindestens teilweise umgibt und ein Abgasrohr entlang der Längsachse des Strahlrohrbrenners innerhalb der gedachten Zylinderfläche angeordnet ist.

Mit den beschriebenen Bauweisen des erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenners kann das Maximum der Wärmeenergie dem Katalysatorbett stets an derjenigen Stelle zugeführt werden, wo sie gerade gebraucht wird. Dies ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil die katalytische Umsetzung des Einsatzgases im Katalysatorbett zunächst exotherm verläuft und erst im weiteren Verlauf endotherm wird, d.h. die Zufuhr der Wärmeenergie kann vor allem auf den endothermen Bereich konzentriert werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenners besteht darin, daß das Innenrohr Bohrungen aufweist, die den Innenraum des Innenrohres durch die Wandung des Innenrohres hindurch mit dem Zwischenraum zwischen Mantelrohr und Innenrohr verbinden. Die besondere Bedeutung dieser Bauweise wird deutlich, wenn beachtet wird, daß Strahlrohrbrenner mit Katalysatorbett nicht nur mit einem Brenngas-Luft-Gemisch als Einsatzgas, sondern auch mit einem Gemisch dieser Komponenten mit Brennerabgas betrieben werden können. Mit der gesteuerten Zuführung von Brennerabgas zum üblichen Einsatzgas, das bei der zuletzt beschriebenen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenners über die den Innenraum des Innenrohres mit dem Zwischenraum zwischen Mantelrohr und Innenrohr verbindenden Bohrungen erfolgt, kann die Zusammensetzung des Behandlungsgases einerseits über die Zusammensetzung des Einsatzgases und andererseits, infolge der hohen Temperatur des Brennerabgases, über die Temperatur geregelt werden. Die Menge des dem Einsatzgas zuzuspeisenden Brennerabgases wird hierbei vorteilhaft über ein in der Abgasleitung des Strahlrohrbrenners angeordnetes Ventil gesteuert, durch das das Brennerabgas angedrosselt werden kann.

Die Bohrungen in der Wandung des Innenrohres münden entweder direkt in das Katalysatorbett oder, bei Strahlrohrbrennern mit verkürztem Katalysatorbett, in den nicht mit Katalysator gefüllten Zwischenraum zwischen Mantelrohr und Innenrohr. In besonderen Fällen können auch beide Anordnungen vorgesehen sein.

Ein besonders guter Wärmeübergang vom Brennerraum in das Katalysatorbett wird erzielt, wenn das Brennerrohr oder die Brennerrohre an ihrem Ende Dralldüsen aufweisen, da hierdurch die Brennerflamme und das Brennerabgas durch Rotation stark verwirbelt werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenners besteht darin, daß das Mantelrohr auf seiner Außenseite mindestens teilweise von einem luftgefüllten und im Querschnitt kreisringförmigen Raum umgeben ist. Die zusätzliche Umhüllung des Katalysatorbetts mit einem luftgefüllten Raum wirkt als Wärmeisolation gegenüber der heißen Ofenatmosphäre. Außerdem kann dieser zusätzliche Raum als Teil der Luftzuführung zum Brennerraum ausgebildet sein und ermöglicht so eine besondere Verbrennungsluftvorwärmung.

Der erfindungsgemäße Strahlrohrbrenner weist neben den mit ihm erreichten Verbesserungen des Betriebs von Wärmebehandlungsöfen auch ins Gewicht fallende konstruktive Vorteile auf, da er in einfachster Weise in alle Öfen eingebaut werden kann, die bereits mit normalen Strahlrohrbrennern zu Beheizungszwecken betrieben werden. Dieser Vorteil wird dadurch erreicht, daß als Mantelrohr für den erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenner ein Mantelrohr eines bereits vorhandenen, zu Beheizungszwecken dienenden einfachen Strahlrohrbrenners benutzt wird. Aufgrund dieser Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenners, die auf seiner, in allen Varianten rationell durchdachten Bauweise beruht, wird es möglich, ein bereits vorhandenes Mantelrohr eines der der Beheizung dienenden einfachen Strahlrohrbrenner eines Ofens als Mantelrohr beizubehalten und alle anderen Teile in der Art eines kleineren kompletten Spezialstrahlrohrbrenners in das Mantelrohr einzubauen. Es ist deshalb mit dem erfindungsgemäßen Strahlrohrbrennern nicht notwendig, die bereits vorhandenen Öffnungen in der Ofenwand zu vergrößern.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung werden anhand von den in den Figuren schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen beschrieben.

Hierbei zeigt:

Figur 1 einen erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenner mit einem Brennerrohr im Längsschnitt;

Figur 2 einen erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenner mit mehreren Brennerrohren im Längsschnitt;

Figur 3 einen erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenner mit zusätzlicher Luftisolierung.

Gleiche Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

In Figur 1 ist in der gemauerten Wand 1 eines Wärmebehandlungsofens über ein Stützrohr 2 einerseits und eine Halterung 3 andererseits ein Mantelrohr 4 eingebaut, das die äußere Umhüllung eines erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenners bildet. Das Mantelrohr 4 kann dabei ein Mantelrohr eines Beheizungszwecken dienenden Strahlrohrbrenners sein, wie sie bei Öfen dieser Art in großer Anzahl bereits vorhanden sind. Dies hat den Vorteil, daß der erfindungsgemäße Strahlrohrbrenner

ohne besonderen konstruktiven Aufwand, insbesondere ohne Vergrößerung der Durchtrittsöffnung in der Wand 1 des Ofens, in der Art eines kleinen kompletten Spezialstrahlrohrbrenners eingebaut werden kann.

Im Inneren des Mantelrohres 4 befindet sich zunächst ein Innenrohr 5, das wiederum ein Luftzuführungsrohr 6 koaxial umgibt. Entlang der Längsachse des Strahlrohrbrenners schließlich ist ein Brennerrohr 7 angeordnet, das an seinem Ende eine Düse 8 aufweist.

Der Zwischenraum zwischen dem Mantelrohr 4 und dem Innenrohr 5 ist mit einem Katalysatorbett 9 bis zu einem Gitter 10 gefüllt und mit einer Zuführung 11 für das Einsatzgas, aus dem das Behandlungsgas durch katalytische Umsetzung im Katalysatorbett 9 erzeugt wird, verbunden. Der Zwischenraum zwischen dem Mantelrohr 4 und dem Innenrohr 5 kann ganz oder teilweise mit dem Katalysatorbett 9 gefüllt sein. Das Katalysatorbett 9 kann je nach Anwendungsfall aus einem bestimmten Katalysator oder aus Mischungen oder Schichten verschiedener Katalysatoren bestehen.

Das Behandlungsgas verläßt das Katalysatorbett 9 durch Gasaustrittsöffnungen 12, die am Ende des Mantelrohres 4 angebracht sind und in das Innere des Ofens führen. Der Innenraum des Luftzuführungsrohres 6 ist mit einer Luftzuführung 13 und das Brennerrohr 10 mit einer Brennergazuführung 14 verbunden. Der Zwischenraum zwischen dem Innenrohr 5 und der Luftzuführung 6 dient als Abgasabführung und ist deshalb an seinem Ende mit einer Abgasleitung 15 verbunden. Im Zwischenraum zwischen dem Mantelrohr 4 und dem Innenrohr 5 befinden sich außerdem ein Temperaturfühler 16, in dem ein Thermoelement zur Abtastung der Temperatur im Katalysatorbett 9 verschiebbar untergebracht ist, sowie ein Analysenrohr 17, mit dem die Zusammensetzung des durch die Gasaustrittsöffnungen 12 in den Ofenraum austretenden Behandlungsgases überwacht werden kann.

Erfindungsgemäß ist das Brennerrohr 7 in einer Stoffbuchse 18 entlang der Längsachse des Strahlrohrbrenners, z.B. mit Hilfe eines nicht dargestellten Motors, verschiebbar angeordnet, was in der Figur durch die gestrichelten Linien bei 7a angedeutet ist. Auf diese Weise kann die Wärme der im Bereich der Düse 8 brennenden Flamme gezielt an derjenigen Stelle des Katalysatorbetts 9 eingesetzt werden, wo sie im Hinblick auf die gewünschte Zusammensetzung des Behandlungsgases optimal gebraucht wird.

In der Wandung des Innenrohres 5 sind Bohrungen 19 vorgesehen, die den Zwischenraum zwischen dem Innenrohr 5 und dem Luftzuführungsrohr 6 mit dem teilweise mit dem Katalysatorbett 9 gefüllten Zwischenraum zwischen dem Innenrohr 5 und dem Mantelrohr 4 verbinden.

Durch die Bohrungen 19 kann Brennerabgas dem Behandlungsgas zugemischt und damit dessen Zusammensetzung gezielt verändert werden. Zusätzlich wird auf diese Weise sowohl dem Katalysatorbett 9 als auch dem Ofen selbst Wärme zugeführt, wodurch die Heizkosten des Ofens vermindert werden können. Die Bohrungen 19 münden im dargestellten Beispiel teilweise direkt in das Katalysatorbett 9, teilweise auch schon in den leeren Raum davor. Zur Steuerung der Zumischung des Brennerabgases zum Behandlungsgas ist in der Abgasleitung 15 ein Abgasventil 20 mit einer Drucküberwachung 21 vorgesehen, das beispielsweise mit dem Analysenrohr 17 im Wirkverbindung steht.

Der dargestellte Strahlrohrbrenner wird mit Erdgas betrieben, das auch gleichzeitig Teil des Einsatzgases für die Herstellung des Behandlungsgases ist. Für den Brenner beträgt das Verhältnis von Erdgas zu Luft 1 : 10 bis 1 : 20, während dieses Verhältnis für das Einsatzgas zwischen 1 : 2,1 bis 1 : 2,6 genau geregelt wird. Wenn, wie erfindungsgemäß vorgesehen, diese Regelung über eine Zumischung von Brennerabgas durch die Bohrungen 19 hindurch erfolgt, kann eine gesonderte Regelung der Zusammensetzung des durch die Zuführung 11 eingeleiteten Einsatzgases entfallen.

In Figur 2 ist eine andere Ausgestaltungsform des erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenners dargestellt, die sich von derjenigen der Figur 1 im wesentlichen dadurch unterscheidet, daß statt eines einzelnen Brennerrohres 7 (Figur 1) mehrere Brennerrohre 37 (Figur 2) vorgesehen sind, von denen zwei in der Figur 2 dargestellt sind. Die Brennerrohre 37, die auf einer gedachten Zylinderfläche koaxial zur Längsachse des Strahlrohrbrenners angeordnet sind, sind erfindungsgemäß jedes für sich parallel zur Längsachse des Strahlrohrbrenners in den Stopfbuchsen 48 verschiebbar, was durch die gestrichelten Linien bei 37a angedeutet ist. Zur Anpassung an diese dezentrale Anordnung der Brennerrohre 37 erfolgt bei dieser Ausgestaltungsform des Strahlrohrbrenners die Luftzufuhr über ein Luftzuführungsrohr 36, das die Brennerrohre 37 bis nahe an deren Ende umgibt, während die Abführung des Brennerabgases über ein gesondertes Abgasrohr 52 vorgenommen wird, das entlang der Längsachse des Strahlrohrbrenners innerhalb der gedachten Zylinderfläche, auf der die Brennerrohre 37 liegen, angeordnet ist. Die auf den Brennerrohren 37 sitzenden Düsen sind als Dralldüsen 38 ausgebildet, die eine starke Verwirbelung der Brennerflamme und des Brennerabgases bewirken.

Die Beeinflussung der Zusammensetzung des Behandlungsgases durch Überleiten von Brennerabgas durch die Öffnungen 19 im Innenrohr 5 kann bei diesem Ausführungsbeispiel dadurch noch weiter variiert werden, daß einige der

Öffnungen 19 an einer Stelle des Innenrohres 5 vorgesehen werden, die strömungsmäßig ganz oder teilweise noch im Bereich der unverbrauchten Verbrennungsluft liegt, d.h. außer dem Brennerabgas kann auch noch heiße Luft dem Einsatzgas zugemischt werden. Durch diese Maßnahme kann der Partialdruck von Kohlendioxid und Wasserdampf im Katalysatorbett 9 erhöht werden, was zu einer größeren Katalysatorausbeute führt und die Temperatur in der endothermen Reaktionszone erhöht. Eine Folge hiervon ist, daß das Katalysatorbett 9 auch bei niedriger Ofentemperatur betrieben werden kann.

In Figur 3 ist eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenners angedeutet, wobei alle speziellen Bauteile, die in den Figuren 1 und 2 ausführlich dargestellt und erläutert sind, weggelassen worden sind. Bei dem in Figur 3 dargestellten Strahlrohrbrenner ist das Mantelrohr 4 von einem im Querschnitt kreisringförmigen Raum 60 umgeben, durch den Luft von der Eintrittsstelle 61 zu der Austrittsstelle 62 strömt. Diese Lufthülle im Raum 60 wirkt einerseits als Wärmeisolierung gegenüber dem Ofeninneren und andererseits, wenn sie Teil der Zuführung für die Verbrennungsluft ist, als Vorwärmraum für diese.

Mit dieser Konstruktion werden die Wärmeverluste in den Ofenraum hinein verringert, da die Wärmestrahlung aus dem Katalysatorbett 9 nahezu halbiert wird und die Wärme, die vom Katalysatorbett in die Luftvorwärmung fließt, von der Luft aufgenommen und wieder dem Katalysatorbett 9 zugeführt wird. Dadurch, daß zusätzlich Wärme vom Ofenraum in die kalte Verbrennungsluft strömt, erhöht sich zudem die gesamte zugeführte Wärmemenge. Hierdurch kann entweder die Temperatur im Katalysatorbett 9 erhöht oder aber die durch den Brenner zugeführte Wärmemenge verringert werden.

Ein weiterer Vorteil dieser Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Strahlrohrbrenners ist, daß die Temperatur im Katalysatorbett 9 sinkt, da es durch die kalte Verbrennungsluft gekühlt wird. Damit wird die Temperatur über die Länge gleichmäßiger und die Materialbeanspruchung geringer. Anstelle von Luft kann auch Brenngas durch die Vorwärmung geleitet werden.

Ansprüche

1. Strahlrohrbrenner für Öfen zur Wärmebehandlung metallischer Werkstücke unter Einwirkung eines Behandlungsgases, das durch katalytische Umsetzung eines Einsatzgases erzeugt wird, mit einem Mantelrohr, das an seinem Ende Gasaustrittsöffnungen aufweist, einem coaxial mit Abstand zum Mantelrohr in diesem angeordneten

Innenrohr, in dem mindestens ein Brennerrohr und ein Luftzuführungsrohr angeordnet sind, sowie mit einem Katalysatorbett, das den Zwischenraum zwischen Mantelrohr und Innenrohr mindestens teilweise ausfüllt, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Brennerrohr (7, 37) in Längsrichtung des Strahlrohrbrenners verschiebbar ist.

2. Strahlrohr nach Anspruch 1 mit einem Brennerrohr, dadurch gekennzeichnet, daß das Brennerrohr (7) entlang der Längsachse des Strahlrohrbrenners angeordnet ist, das Luftzuführungsrohr (6) das Brennerrohr (7) coaxial umgibt und der Zwischenraum zwischen dem Innenrohr (5) und dem Luftzuführungsrohr (6) für die Abführung des Brennerabgases vorgesehen ist.

3. Strahlrohrbrenner nach Anspruch 1 mit mehreren Brennerrohren, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennerrohre (37) auf einer gedachten Zylinderfläche coaxial zur Längsachse des Strahlrohrbrenners angeordnet sind, das Luftzuführungsrohr (36) coaxial die gedachte Zylinderfläche mindestens teilweise umgibt und ein Abgasrohr (52) entlang der Längsachse des Strahlrohrbrenners innerhalb der gedachten Zylinderfläche angeordnet ist.

4. Strahlrohrbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Innenrohr (5) Bohrungen (19) aufweist, die den Innenraum des Innenrohrs (5) durch die Wandung des Innenrohrs (5) hindurch mit dem Zwischenraum zwischen dem Mantelrohr (4) und dem Innenrohr (5) verbinden.

5. Strahlrohrbrenner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der den Strahlrohrbrenner verlassenden Abgasleitung (15) ein Abgasventil (20) angeordnet ist.

6. Strahlrohrbrenner nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Katalysatorbett (9) den Zwischenraum zwischen dem Mantelrohr (4) und dem Innenrohr (5) nur teilweise ausfüllt und die Bohrungen (19) des Innenrohrs (5) in den Katalysatorfreien und/oder in den mit Katalysator gefüllten Teil des Zwischenraums münden.

7. Strahlrohrbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Brennerrohr (7) oder die Brennerrohre (37) an ihrem Ende Dralldüsen (38) aufweisen.

8. Strahlrohrbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Mantelrohr (4) auf seiner Außenseite mindestens teilweise von einem luftgefüllten, im Querschnitt kreisringförmigen Raum (60) umgeben ist.

9. Wärmebehandlungsöfen mit einem oder mehreren Strahlrohrbrennern nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Strahlrohrbrenner die gleichen Mantelrohre (4) besitzen, wie sie die der Beheizung des Ofens dienenden Strahlrohrbrenner aufweisen.

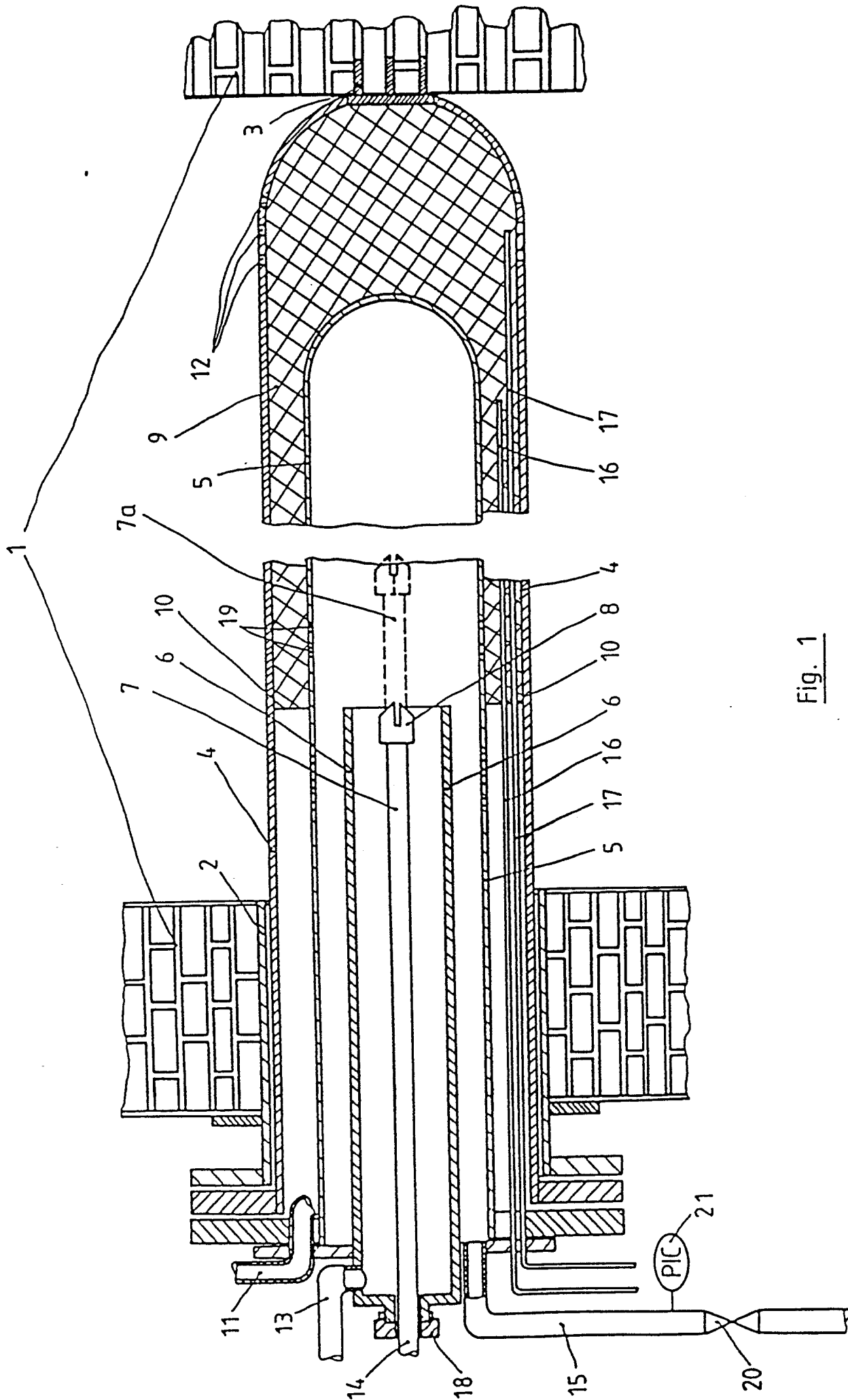


Fig. 1

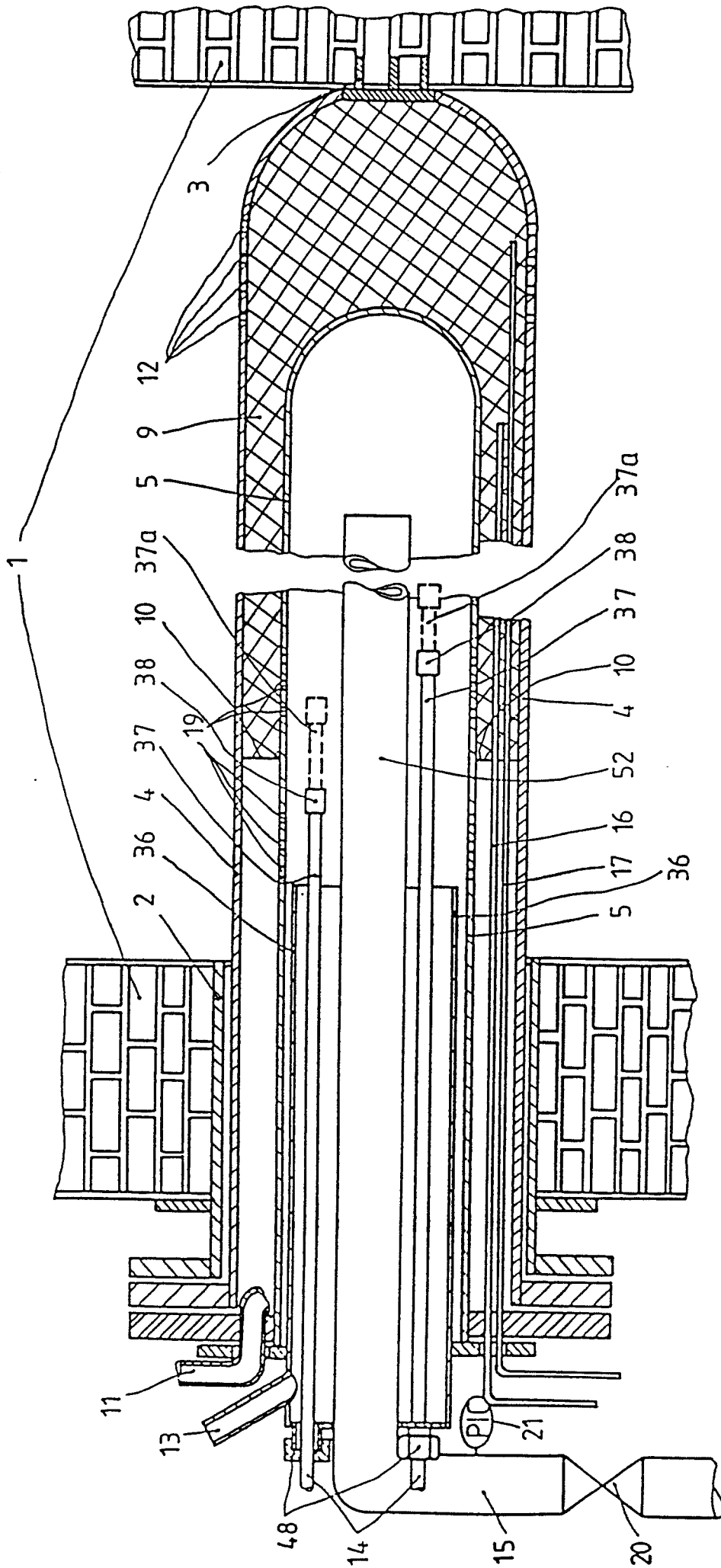


Fig. 2

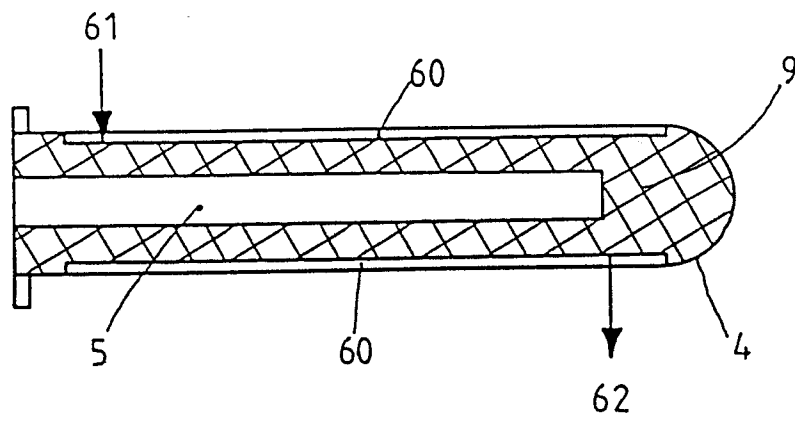


Fig. 3