



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 3 410 009 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
05.12.2018 Patentblatt 2018/49

(51) Int Cl.:  
**F23C 3/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: 18174023.4

(22) Anmeldetag: 24.05.2018

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(30) Priorität: 02.06.2017 DE 202017103336 U  
26.03.2018 DE 102018107192

(71) Anmelder: **LOI Thermprocess GmbH  
45141 Essen (DE)**

(72) Erfinder: **Schröder, Dominikus  
58553 Halver (DE)**

(74) Vertreter: **Harlacher, Mechthild  
Harlacher Patentanwaltskanzlei  
Kupferdreher Straße 282  
45257 Essen (DE)**

### (54) STRAHLUNGSHEIZROHR ZUM WAAGERECHTEN BETRIEB IN EINEM OFENRAUM EINES INDUSTRIEOFENS

(57) Die Erfindung betrifft ein Strahlungsheizrohr zum waagerechten Betrieb in einem Ofenraum eines Industrieofens, mit einem Heizrohrkörper (5), der an einem Ende (7) an einen Brenner (8) angeschlossen und an einer Ofenwand (3a) des Ofenraumes (1) gehalten wird und an dem anderen freien Ende (14) geschlossen und in dem Ofenraum (1) mittels einer Halterung (16) abstützt-

bar ist.

Erfindungsgemäß weist der Heizrohrkörper (5) an dem freien Ende (14) einen thermisch isolierten Abschnitt (15) auf, der sich in Achsrichtung des Strahlungsheizrohres (2) über eine vordefinierte Länge (A) erstreckt, wobei die Halterung (16) an dem thermisch isolierten Abschnitt (15) angreift.

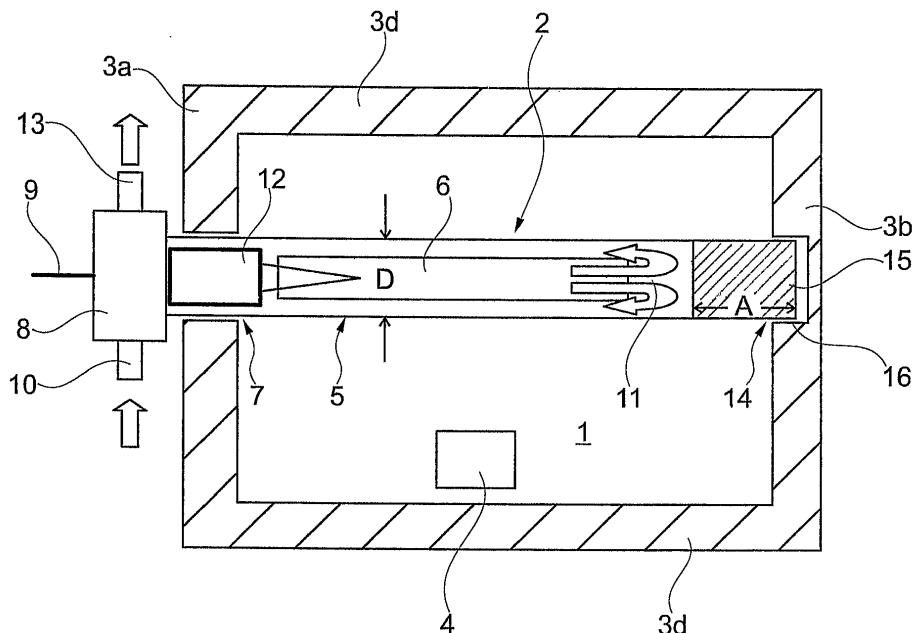


Fig. 1

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Strahlungsheizrohr zum waagerechten Betrieb in einem Ofenraum eines Industrieofens, mit einem Heizrohrkörper, der an einem Ende an einen Brenner angeschlossen und an einer Ofenwand des Ofenraumes gehalten wird und an dem anderen freien Ende geschlossen und in dem Ofenraum mittels einer Halterung abstützbar ist.

5 **[0002]** Ferner betrifft die Erfindung einen Industrieofen mit einem erfindungsgemäßen Strahlungsheizrohr.

**[0003]** Strahlungsheizrohre auch Strahlheizrohre genannt, dienen zur indirekten Beheizung von Ofenräumen und werden in der Regel mit Brennern erhitzt, die mit einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff betrieben werden. Haupt-10 bestandteil eines Strahlungsheizrohres ist ein metallischer Heizrohrkörper, welcher an einem Ende an einen Brenner angeschlossen, in der Regel angeflanscht, ist. Der Heizrohrkörper wird an dem brennerseitigen Ende an einer Ofenwand, d. h. im Bereich der Ofenraumisolierung gehalten. Das andere freie Ende, welches gegenüber dem Brenner liegt und in den Ofenraum ragt, ist gegenüber der Atmosphäre im Ofenraum gasdicht geschlossen. Die Verbrennungsabgase 15 des Brenners strömen in Richtung des freien Endes, wo sie umgelenkt und rückgeführt werden, um aus dem Strahlungsheizrohr geleitet zu werden. Ein Gut, welches im Ofenraum des Industrieofens erwärmt werden soll, wird folglich mittels Wärmestrahlung erwärmt und kommt nicht mit den Brennerabgasen in Kontakt.

**[0004]** Das brennerseitige Ende des Heizrohrkörpers des Strahlungsheizrohres wird in der Regel in einer Ofenwand gelagert. Die Ofenwand wird ein beliebiger Bereich der Ofenraumisolierung sein. Strahlungsheizrohre in Form von Mantelstrahlungsheizrohren erstrecken sich in der Regel durch eine Ofenwand in den Ofenraum und werden auf diese 20 Weise in der Ofenwand gelagert. Der Heizrohrkörper kann an einem oder beiden Enden außen einen Ansatz zu Lagerzwecken aufweisen. Aus der Praxis ist bekannt, bei Strahlungsheizrohren aus Stahl den Absatz als ein Stahlrohr auszubilden, welches an dem Heizrohrkörper angeschweißt wird.

**[0005]** Strahlungsheizrohre zum waagerechten Betrieb in einen Ofenraum weisen ein beträchtliches Gewicht auf, 25 welches am freien Ende abgefangen werden muss, um ein Verbiegen, insbesondere von metallischen Strahlungsheizrohren zu vermeiden. Unter einem waagerechtem Betrieb werden auch Betriebsweisen verstanden, bei denen das Strahlungsheizrohr unter einer beliebigen Schräglage betrieben wird.

**[0006]** Aus der EP 2 754 958 A1 ist bekannt, zum Abstützen und Abfangen des in den Ofenraum ragenden freien 30 Endes eines Strahlungsheizrohres stirnseitig außen an einem Heizrohrkörper des Strahlungsheizrohres einen angeschweißten Ansatz aus Stahl vorzusehen, der in ein Lager in der Ofenwand schiebbar ist oder an dem eine Halterung zur Abstützung oder Aufhängung des freien Endes des Rohrkörpers angreift, um das Gewicht des Strahlungsheizrohres abzufangen. Bei dem Strahlungsheizrohr ist das freie Ende des Heizrohrkörpers mit einer thermischen Isolierung versehen, um zu verhindern, dass die heißen Verbrennungsabgase bei der Umlenkung das gegenüber der Atmosphäre im Ofenraum geschlossene Ende des Heizrohrkörpers so stark aufheizen, dass es aufgrund der Gewichtsbelastung zu plastischen Verformungen des freien Endes des Heizrohrkörpers und des angeschweißten Ansatzes kommen kann.

**[0007]** Folglich ist bei Strahlungsheizrohren zum waagerechten bzw. horizontalen Betrieb der konstruktive Aufwand 35 zum Abstützen des freien Endes des Strahlungsheizrohres im Ofenraum relativ groß.

**[0008]** Die Aufgabe der Erfindung besteht demgemäß darin, eine Möglichkeit anzugeben, wie die Abstützung von metallischen Strahlungsheizrohren beim waagerechten Betrieb im Ofenraum eines Industrieofens auf konstruktiv einfache Weise sichergestellt werden kann.

40 **[0009]** Bei einem Strahlungsheizrohr der eingangs bezeichneten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

**[0010]** Erfindungsgemäß weist der Heizrohrkörper an dem freien Ende einen thermisch isolierten Abschnitt auf, der sich in Achsrichtung des Strahlungsheizrohres über eine vordefinierte Länge erstreckt, wobei die Halterung an dem thermisch isolierten Abschnitt angreift. Das Strahlungsheizrohr wird an seinem geschlossenen Ende im Ofenraum mittels 45 einer Halterung abgestützt, die an dem thermisch isolierten Abschnitt des Heizrohrkörpers zur Anlage bzw. zur Auflage kommt. Der thermisch isolierten Abschnitt, der in der Halterung im Ofenraum zur Anlage bzw. zur Auflage kommt, wird nicht von den heißen Verbrennungsgasen durchströmt, so dass die Temperaturbelastung in Bereich der Lagerung verringert ist.

**[0011]** Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den von 50 Anspruch 1 abhängigen Ansprüchen.

**[0012]** Vorzugsweise erstreckt sich der thermisch isolierte Abschnitt ausgehend von dem freien Ende des Heizrohrkörpers in Richtung auf den Brenner hin, wobei der Heizrohrkörper an dem freien Ende stirnseitig ansatzfrei ausgebildet ist. Mit anderen Worten ausgedrückt, ist stirnseitig außen am Heizrohrkörper kein Ansatz zwecks Abstützung vorgesehen. Vielmehr greift die Halterung zum Abfangen der Gewichtskraft direkt am Umfang des Heizrohrkörpers innerhalb des 55 thermisch isolierten Abschnittes an. Dadurch vereinfacht sich der konstruktive Aufwand für eine sichere und höher belastbare Abstützung des freien Endes des Strahlheizrohres im Ofenraum wesentlich.

**[0013]** Die thermische Isolierung innerhalb des thermisch isolierten Abschnittes erstreckt sind vorzugsweise über den gesamten Querschnitt des Heizrohrkörpers, so dass die heißen Rauchgase bzw. Verbrennungsgase nicht durch den

Abschnitt strömen können, an dem die Halterung zwecks Abstützung angreift.

[0014] Vorzugsweise beträgt die vordefinierte Länge des thermisch isolierten Abschnittes etwa zwei Drittel des Durchmessers des Heizrohrkörpers, mindestens jedoch 100mm. Vorzugsweise ist die vordefinierte Länge des thermisch isolierten Abschnitts etwas größer als die Breite der Halterung (in Achsrichtung gesehen), die am Umfang des Heizrohrkörpers oder an dem Umfang des Ansatzes zur Anlage bzw. Auflage kommt.

[0015] Eine bevorzugte Weiterbildung ist dadurch gekennzeichnet, dass der thermisch isolierte Abschnitt eine thermische Isolierung aufweist, die als Vakuumformteil ausgebildet ist, welches Hochtemperaturkeramikwolle aufweist. Alternativ kann die thermische Isolierung als Feuerfest- oder Isolierstein ausgebildet sein.

[0016] Eine bevorzugte Ausführungsform des Strahlungsheizrohrs ist dadurch gekennzeichnet, dass der thermisch isolierte Abschnitt eine thermische Isolierung aufweist, die zumindest zwei unterschiedliche, verschiedene Eigenschaften aufweisende und in Längsrichtung hintereinanderliegend angeordnete Schichten aufweist und/oder dass wenigstens eine der zumindest zwei Schichten ein mineralisches Isoliermaterial oder keramisches Isoliermaterial aufweist.

[0017] Die der Strömung zugewandte Seite des Isoliermaterials muss so ausgeführt werden, dass die Isolierung der Strömung der Verbrennungsgase im Strahlungsheizrohr standhält.

[0018] Vorzugsweise weist der thermisch isolierte Abschnitt eine thermische Isolierung mit einer Wärmeleitfähigkeit von weniger als 0,6W/(m·K) auf.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Heizrohrkörper als Mantelstrahlrohr ausgebildet, welches konzentrisch ein Flammrohr umgibt, das einen Auslass aufweist, wobei zwischen dem Auslass des Flammrohres und dem thermisch isolierten Abschnitt ein Umlenkabschnitt für die Verbrennungsabgase gebildet wird.

[0020] Bei einem derartigen Mantelstrahlheizrohr weist der thermisch isolierte Abschnitt vorzugsweise eine thermische Isolierung auf, die als Stopfen ausgebildet und in den Heizrohrkörper einschiebbar ist. Der Stopfen kann als Vakuumformteil ausgebildet sein, welches Hochtemperaturkeramikwolle aufweist. Alternativ ist der Stopfen aus Feuerfest- oder Isolierstein ausgebildet. Der Stopfen kann im Gießverfahren aus einem feuerfesten Keramikmaterial erzeugt werden.

[0021] Flammrohre von Mantelstrahlheizrohren bestehen in der Regel aus einem keramischen Material, während das Mantelstrahlrohr, welches das Flammrohr umgibt, üblicherweise aus Stahl besteht. Während des Betriebs des Mantelstrahlheizrohres kann sich aufgrund der Vielzahl der Temperaturwechsel die Länge des Umlenkabschnittes zwischen dem Auslass des Flammrohres und dem thermisch isolierten Abschnitt verändern, was die Umlenkung der heißen Verbrennungsabgase von dem Flammrohr in das Mantelstahlrohr negativ beeinträchtigen könnte. Daher erstreckt sich bei einer bevorzugten Ausführungsform in dem Umlenkabschnitt ein für die Verbrennungsabgase durchlässiger Abstandshalter in Achsrichtung des Flammrohres und ist mit diesem einstückig verbunden ist. Der Abstandshalter und der thermisch isolierte Abschnitt bilden somit eine Baueinheit. Vorzugsweise besteht der Abstandshalter aus demselben Material wie der thermisch isolierte Abschnitt. Der thermisch isolierte Abschnitt ist vorzugsweise Stopfen-förmig mit integriertem Abstandshalter ausgebildet und kann auf einfache Art und Weise in das Mantelstrahlrohr eingeschoben bzw. montiert werden.

[0022] Vorzugsweise weist der Abstandshalter mehrere Rippen auf, zwischen denen die Verbrennungsabgase in den Heizrohrkörper umgelenkt werden, wobei sich die Rippen in Achsrichtung des Flammrohres gesehen, von der Achsmitte des Flammrohres aus in radialer Richtung erstrecken, vorzugsweise T-förmig, Y-förmig oder kreuzförmig.

[0023] Abstandshalter mit einem T-förmigen, Y-förmigen oder kreuzförmigen Querschnitt sind stabil, haben eine lange Standzeit und lassen sich relativ einfach als Bestandteil eines thermisch isolierten Abschnitts in Form eines Stopfens herstellen, insbesondere im Gießverfahren.

[0024] Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung weist der Heizrohrkörper einen Mittelabschnitt und wenigstens einen neben dem Mittelabschnitt angeordneten Rückführungsabschnitt auf, wobei der Mittelabschnitt und der Rückführungsabschnitt mittels eines Umlenkungsabschnittes strömungstechnisch miteinander verbundenen sind. Das Strahlungsheizrohr kann als P-Strahlungsheizrohr, Doppel-P-Strahlungsheizrohr, U-Strahlungsheizrohr oder als W-Strahlungsheizrohr ausgebildet sein.

[0025] Bei derartigen Konstruktionsformen von Strahlungsheizrohren kann es vorteilhaft sein, den thermisch isolierten Abschnitt als mindestens einen Ansatz auszubilden, der an dem Heizrohrkörper an dessen freien Ende stirnseitig außen vorgesehen ist. Der thermisch isolierte Ansatz hat den Vorteil, dass die Temperaturbelastung im Bereich der Lagerung verringert wird. Der Ansatz kann als Stahlrohr ausgebildet sein, welches im Inneren komplett mit einer thermischen Isolierung ausgefüllt ist.

[0026] Die Aufgabe wird ferner durch einen Industrieofen mit einem Ofenraum und einem erfindungsgemäßen Strahlungsheizrohr gelöst, wobei der Heizrohrkörper des Strahlungsheizrohres an einem Ende in einer Wand des Ofenraumes gehalten wird und wobei das andere Ende des Heizrohrkörpers einen thermisch isolierten Abschnitt aufweist, der sich in Längsrichtung des Strahlungsheizrohres über eine vordefinierte Länge erstreckt und wobei sich in dem Ofenraum eine Halterung befindet, die an dem thermisch isolierten Abschnitt angreift.

[0027] Vorzugsweise ist die Halterung zur flächigen Auflage des Heizrohrkörpers gewölbt ausgebildet.

[0028] Eine bevorzugte Weiterbildung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung so ausgebildet ist, dass eine axiale Bewegung des Heizrohrkörpers möglich ist.

[0029] Die Halterung kann als Öffnung in einer Wand des Ofenraums oder als im Ofenraum hängendes Lager ausgebildet sein.

[0030] Im Rahmen der Erfindung sind die vorstehend erläuterten Merkmale auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar.

5 [0031] Weitere Einzelheiten und Vorteile des Gegenstandes der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit der Zeichnung, in der eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung dargestellt ist. In der Zeichnung zeigt:

10 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ofenraums eines Industrieofens mit einem erfindungsgemäßen Strahlungsheizrohr in Form eines Mantelstrahlheizrohres in geschnittener Darstellung;

15 Fig. 2 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Strahlungsheizrohres mit einer von Fig. 1 abweichenden Halterung des freien Endes des Strahlungsheizrohres im Ofenraum;

20 Fig. 3 in schematischer Darstellung einen Schnitt durch das freie Ende des Strahlungsheizrohres in Fig. 2 im Bereich der Auflage des Heizrohrkörpers in der Halterung;

25 Fig. 4 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Strahlungsheizrohres in Form eines Doppel-P-Strahlungsheizrohres.

Fig. 5 zeigt in schematischer Darstellung einen Abschnitt eines erfindungsgemäßen Strahlungsheizrohrs in Form einer zweiten Ausführungsform;

25 Fig. 6 bis 8 zeigen in schematischer Darstellung verschiedene Ausführungsformen eines Abstandshalters aus Fig. 5 im Querschnitt.

30 [0032] Fig. 1 zeigt einen Ofenraum 1 eines nicht näher dargestellten Industrieofens mit einem Strahlungsheizrohr 2, welches zum waagerechten bzw. horizontalen Betrieb in dem Ofenraum 1 angeordnet ist. Der Ofenraum 1 ist ein von Ofenwänden 3a, 3b, 3c, 3d umschlossener Raum, in dem ein Gut 4 erhitzt werden soll. Das Strahlungsheizrohr 2 dient zur indirekten Beheizung des Gutes 4 mittels Wärmestrahlung. Das Strahlungsheizrohr 2 ist als Mantelstrahlungsheizrohr bzw. Mantelstrahlheizrohr ausgebildet, wobei ein Heizrohrkörper 5 als Mantelstrahlrohr ausgebildet ist, welches konzentrisch ein Flammrohr 6 umgibt.

35 [0033] Der Heizrohrkörper 5 ist an einem Ende 7 in einer Öffnung in der Ofenwand 3a des Ofenraums 1 gelagert und an einem schematisch dargestellten Brenner 8 angeschlossen, der sich außerhalb des Ofenraums 1 befindet. Dem Brenner 8 werden ein gasförmiger Brennstoff über einen Brennstoffanschluss 9 und Verbrennungsluft über einen Verbrennungsluftanschluss 10 zugeführt.

40 [0034] Während des Betriebes des Strahlungsheizrohres 2 durchströmen die heißen Verbrennungsabgase des Brenners 8 das Flammrohr 6 und werden in einem Umlenkungsabschnitt 11 in den Heizrohrkörper 5 bzw. das Mantelrohr bzw. Mantelstrahlrohr umgeleitet, welches gegenüber der Atmosphäre in dem Ofenraum 1 gasdicht geschlossen ist. Die Verbrennungsgase, die durch das Mantelstrahlrohr strömen, werden zu einem Rekuperator 12 geführt, der zur Nutzung der Wärme der Verbrennungsabgase vorgesehen ist, bevor die Verbrennungsabgase aus dem Heizrohrkörper 5 über einen Abgasanschluss 13 abgeführt werden. Der Rekuperator 12 ist nicht zwingend erforderlich. Eine Strahlungsheizrohrausbildung ohne Rekuperator 12 wäre daher möglich, aber energetisch unvorteilhaft.

45 [0035] Das Strahlungsheizrohr 2 weist ein beträchtliches Gewicht auf, so dass das in den Ofenraum 1 ragende Ende 14 des Heizrohrkörpers 5 abgestützt werden muss.

50 [0036] Am freien Ende 14 des Heizrohrkörpers 5 ist ein thermisch isolierter Abschnitt 15 vorgesehen, an dem eine Halterung 16 angreift, um das freie Ende 14 abzustützen. In dem thermisch isolierten Abschnitt 15 ist die thermische Belastung des Heizrohrkörpers 5 verringert, weil dieser Abschnitt nicht von den Verbrennungsgasen durchströmt wird. Der thermisch isolierte Abschnitt 15 weist eine thermische Isolierung mit einer Wärmeleitfähigkeit von weniger als 0,6W/(m·K) auf.

55 [0037] Die thermische Isolierung im Abschnitt 15 ist als Stopfen ausgebildet, der in den Heizrohrkörper 5 einschiebar ist. Der Stopfen weist mehrere nicht dargestellte beinförmige Abstandshalter auf, die sich zwischen dem Heizrohrkörper 5 bzw. dem Mantelrohr und dem Flammrohr 6 erstrecken. Strahlungsheizrohre aus Metall werden zwischenzeitlich an der Materialleistungsgrenze betrieben, so dass mittels des thermisch isolierten Abschnittes 15 die Standzeit des Strahlungsheizrohres 2 verdoppelt oder sogar verdreifacht werden kann. Erfindungsgemäß weist der thermisch isolierte Abschnitt 15 eine thermische Isolierung auf, die als Vakuumformteil ausgebildet ist, welches Hochtemperaturkeramikwolle aufweist. Alternativ ist die thermische Isolierung als Feuerfest- oder Isolierstein ausgebildet.

[0038] Der thermisch isolierte Abschnitt 15 erstreckt sich ausgehend von dem freien Ende 14 des Heizrohrkörpers 5

über eine vordefinierte Länge A in Längsrichtung bzw. Achsrichtung des Heizrohrkörpers 5. Die Länge A des thermisch isolierten Abschnittes 15 hängt von dem Wärmeleitfaktor der thermischen Isolierung ab. Die Länge des thermisch isolierten Abschnittes 15 ist umgekehrt proportional zum Wärmeleitfaktor der jeweiligen thermischen Isolierung. Die Länge A des thermisch isolierten Abschnittes 15 des Heizrohrkörpers 5 beträgt etwa zwei Drittel des Durchmessers D des Heizrohrkörpers 5, mindestens aber 100mm.

[0039] Der thermisch isolierte Abschnitt 15 am Ende des Heizrohrkörpers 5 ermöglicht, dass der Heizrohrkörper 5 stirnseitig auf konstruktiv einfache Weise ansatzfrei ausgebildet werden kann und mittels einer Halterung 16 abstützbar ist, die direkt am Umfang bzw. der Längswand des Heizrohrkörpers 5 angreift. Entscheidend ist, dass der Heizrohrkörper 5 im Wandbereich, in dem die Halterung 16 an dem Heizrohrkörper 5 angreift bzw. im Bereich der Auflage des Heizrohrkörpers 5 auf der Halterung 16 nicht mit heißen Rauchgasen bzw. Verbrennungsgasen durchströmt wird.

[0040] Der Heizrohrkörper 5 ist im Ausführungsbeispiel an dem geschlossenen Ende stirnseitig gerade ausgebildet. Alternativ kann das geschlossene Ende 14 des Heizrohrkörpers 5 stirnseitig gewölbt ausgebildet sein.

[0041] In Fig. 1 ist die Halterung 16 als gewölbt ausgebildete Wandtasche in der zweiten Ofenwand 3b ausgebildet, die gegenüber der ersten Ofenwand 3a liegt. Die Halterung 16 in Form der Wandtasche ist gewölbt ausgebildet, damit eine flächige Auflage des Heizrohrkörpers 5 in der Wandtasche möglich ist, um das Gewicht des Strahlheizrohres 2 optimal abzufangen. Das Strahlungsheizrohr 2 ist mittels einander gegenüberliegenden Ofenwänden 3a, 3b gelagert. Damit kann die Lagerung thermisch bedingte Längenänderung des Strahlungsheizrohres 2 sowie auch mögliche thermisch bedingte Veränderungen der Ofenwände 3a und 3b gegeneinander ausgleichen.

[0042] In Fig. 2 weist das freie Ende 14 des Heizrohrkörpers 5 einen thermisch isolierten Abschnitt 15 mit einer ersten Isolierschicht 15a und einer zweiten Isolierschicht 15b auf, die in Achsrichtung hintereinander angeordnet sind. Wenigstens eine der beiden Isolierschichten 15a, 15b weist ein mineralisches Isoliermaterial oder keramisches Isoliermaterial auf. Die erste Isolierschicht muss verschleißfest gegenüber der Strömung der heißen Rauchgase sein. Die vordefinierte Länge A des thermisch isolierten Abschnittes 15 des Heizrohrkörpers 5 beträgt etwa zwei Drittel des Durchmessers D des Heizrohrkörpers 5, mindestens jedoch 100mm.

[0043] Erfindungsgemäß ist der Heizrohrkörper 5 so ausgebildet, dass die Halterung 16 am Umfang bzw. der Längswand des Heizrohrkörpers 5 im Bereich des thermisch isolierten Abschnittes 15 angreift. Vorzugsweise ist die vordefinierten Länge A des thermisch isolierten Abschnittes 15 etwas größer als die Breite der Halterung 16 in Längsrichtung des Heizrohrkörpers 5.

[0044] Der thermisch isolierte Abschnitt 15 des Heizrohrkörpers 5 wird aufgrund der thermischen Isolierung nicht von heißen Rauchgasen bzw. Verbrennungsgasen durchströmt, so dass die thermische Belastung in diesem Bereich, an dem die Halterung 16 angreift, in Abhängigkeit von der gewählten Isolierung, relativ gering ist.

[0045] In Fig. 2 ist die Halterung 16 als hängende Halterung ausgebildet, die im Ofenraum 1 fixiert ist. Die Halterung 16 ist gewölbt ausgebildet und greift an dem Heizrohrkörper 5 am thermisch isolierten Abschnitt 15 an dessen Umfang bzw. an der Längswand des Heizrohrkörpers 5 an. Die Halterung 16 ist so ausgebildet, dass eine axiale Bewegung des Heizrohrkörpers 5 möglich ist.

[0046] Fig. 3 zeigt in schematischer Darstellung einen Schnitt durch das geschlossene Ende 14 des Strahlungsheizrohres 2 in Fig. 2 im Bereich der Auflage des thermisch isolierten Abschnittes 15 des Heizrohrkörpers 5 in der Halterung 16. Die thermische Isolierung erstreckt sich im Abschnitt 15 über den gesamten Querschnitt des Heizrohrkörpers 5.

[0047] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Strahlungsheizrohres 2 in Form eines Doppel-P-Strahlungsheizrohres. Der Heizrohrkörper 5 weist einen Mittelabschnitt 17 und zwei neben dem Mittelabschnitt 17 angeordnete Rückführungsabschnitte 18 und 18' auf. Der Mittelabschnitt 17 und die Rückführungsabschnitte 18 und 18' sind mittels eines Umlenkungsabschnittes 11 strömungstechnisch miteinander verbunden.

[0048] Der Heizrohrkörper 5 ist an einem Ende 7 in einer Ofenwand 3a des Ofenraums 1 gelagert und an einen schematisch dargestellten Brenner 8 angeschlossen, der sich hinter der Ofenwand 3a befindet. Dem Brenner 8 werden ein gasförmiger Brennstoff über einen Brennstoffanschluss 9 und Verbrennungsluft über einen Verbrennungsluftanschluss 10 zugeführt.

[0049] Während des Betriebes des Strahlungsheizrohres 2 durchströmen die heißen Verbrennungsabgase des Brenners 8 den Mittelabschnitt 17 und werden in einem Umlenkungsabschnitt 11 in die Rückführungsabschnitte 18, 18' umgeleitet. Die Verbrennungsgase, die durch die Rückführungsabschnitte 18, 18' strömen, werden zu einem Rekuperator 12 geführt, der zur Nutzung der Wärme der Verbrennungsabgase vorgesehen ist, bevor die Verbrennungsabgase aus dem Heizrohrkörper 5 über einen Abgasanschluss 13 abgeführt werden.

[0050] Bei derartigen Konstruktionsformen von Strahlungsheizrohren ist es vorteilhaft, den thermisch isolierten Abschnitt 15 als mindestens einen Ansatz auszubilden, der an dem Heizrohrkörper 5 an dessen freien Ende stirnseitig außen vorgesehen ist. Der thermisch isolierte Ansatz hat den Vorteil, dass die Temperaturbelastung in Bereich der Lagerung verringert wird. Der Ansatz kann als Stahlrohr ausgebildet sein, welches im Inneren komplett mit einer thermischen Isolierung ausgefüllt ist.

[0051] An dem absatzförmigen thermisch isolierten Abschnitt 15 greift eine im Ofenraum 1 hängende Halterung 16 an.

[0052] Fig. 5 zeigt in schematischer Darstellung einen Teilabschnitt eines erfindungsgemäßen Strahlungsheizrohres

in Form eines Mantelstrahlheizrohres in einer zweiten Ausführungsform. Das Mantelstrahlheizrohr nach Fig. 5 ist grundsätzlich wie das in Fig. 1 dargestellte Mantelstrahlheizrohr aufgebaut. Es könnte aber auch wie das in Fig. 2 dargestellte Mantelstrahlheizrohr aufgebaut sein. Zwischen dem Auslass 6a des Flammrohres 6 und dem thermisch isolierte Abschnitt 15 wird ein Umlenkabschnitt 11 gebildet, in dem die heißen Verbrennungsabgase aus dem Flammrohr 6 in den Heizrohrkörper 5 bzw. das Mantelstrahlrohr umgelenkt werden, was in Fig. 5 durch Strömungspfeile 21 dargestellt ist.

**[0053]** In Fig. 5 ist dargestellt, dass sich in dem Umlenkabschnitt 11 ein für die Verbrennungsabgase durchlässiger Abstandshalter 19 in Achsrichtung des Flammrohres 6 erstreckt. Der thermisch isolierte Abschnitt 15 ist als Stopfen ausgebildet, welcher in den Heizrohrkörper 5 in Form eines Mantelstrahlrohres eingeschoben wird. Der Abstandshalter besteht aus demselben Material wie der thermisch isolierte Abschnitt 15 bzw. der Stopfen und ist mit diesem einstückig verbunden. Der Abstandshalter und der thermisch isolierte Abschnitt 15 bilden somit eine Baueinheit. Der thermisch isolierte Abschnitt 15 ist vorzugsweise Stopfen-förmig mit integriertem Abstandshalter ausgebildet und kann zur Montage auf einfache Art und Weise in den Heizrohrkörper 5 in Form eines Mantelstrahlrohres eingeschoben werden. Vorzugsweise besteht die Baueinheit bestehend aus dem thermisch isolierten Abschnitt 15 und dem Abstandshalter 19 aus einem keramischen gießfähigen Material, so dass die Baueinheit in einer Gießform hergestellt werden kann.

**[0054]** Fig. 6 bis 8 zeigen in schematischer Darstellung Ausführungsformen des Abstandshalter 19 aus Fig. 5 im Querschnitt. Der thermisch isolierte Abschnitt 5 ist in den Fig. 6 bis 8 nicht dargestellt. Vorzugsweise weist der Abstandshalter 19 mehrere Rippen 20 auf, zwischen denen die Verbrennungsabgase aus dem Flammrohr 6 in den Heizrohrkörper 5 bzw. das Mantelstrahlrohr umgelenkt werden. Die Rippen 20 erstrecken sich in Achsrichtung des Flammrohres 6 gesehen, von der Achsmitte des Flammrohres 6 aus in radialer Richtung. Der Querschnitt des Abstandshalters ist im Ausführungsbeispiel kreuzförmig. Alternativ kann der Querschnitt T-förmig oder Y-förmig sein. Derartige Querschnitte sind stabil, haben eine lange Standzeit und lassen sich relativ einfach als Bestandteil eines thermisch isolierten Abschnitts in Form eines Stopfens herstellen, insbesondere im Gießverfahren.

**[0055]** Im Rahmen der Erfindung sind beliebige andere Querschnittsformen des Abstandshalters 19 möglich, wobei gewährleistet werden muss, dass die Verbrennungsabgase vom Flammrohr 6 in den Heizrohrkörper 5 umgeleitet werden.

**[0056]** Der Abstandshalter 19, dessen Rippen 20 sich, in Achsrichtung des Flammrohres 6 gesehen, von der Achsmitte des Flammrohres 6 aus in radialer Richtung erstrecken, kann auch bei Strahlungsheizrohren eingesetzt werden, bei denen der Heizrohrkörper 5 aus Keramik besteht.

**[0057]** Ferner ist der Einsatz des Abstandshalters 19 auch bei Strahlungsheizrohren möglich, die nicht waagerecht betrieben werden. Unter einem waagerechten Betrieb des Strahlungsheizrohres wird auch ein Betrieb des Strahlungsheizrohres in einer beliebigen Schräglage verstanden.

**[0058]** Im Rahmen der Erfindung sind weitere Abwandlungen möglich. Der Strahlungsheizrohr kann beispielsweise als P-Strahlungsheizrohr, U-Strahlungsheizrohr oder als W-Strahlungsheizrohr ausgebildet sein. Die Halterung 16 kann beliebig ausgestaltet sein.

### 35 Bezugszeichenliste

#### [0059]

1	Ofenraum
2	Strahlungsheizrohr
3a, 3b, 3b, 3c, 3d	Ofenwände
4	Gut
5	Heizrohrkörper / Mantelstrahlrohr
6	Flammrohr
45 6a	Auslass Flammrohr
7	Ende des Heizrohrkörpers 5
8	Brenner
9	Brennstoffanschluss
10	Verbrennungsluftanschluss
50 11	Umlenkungsabschnitt
12	Rekuperator
13	Abgasanschluss
14	geschlossenes Ende des Heizrohrkörpers 5
15	thermisch isolierter Abschnitt des Heizrohrkörpers 5
55 15a, 15b	erste/zweite Isolierschicht
16	Halterung
17	Mittelabschnitt
18, 18'	Rückführungsabschnitt

19	Abstandshalter
20	Rippen Abstandshalter
21	Strömungspfeile Verbrennungsabgase
A	Länge des Abschnittes 15

5

**Patentansprüche**

1. Strahlungsheizrohr zum waagerechten Betrieb in einem Ofenraum eines Industrieofens, mit einem Heizrohrkörper (5), der an einem Ende (7) an einen Brenner (8) angeschlossen und an einer Ofenwand (3a) des Ofenraumes (1) gehalten wird und an dem anderen freien Ende (14) geschlossen und in dem Ofenraum (1) mittels einer Halterung (16) abstützbar ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Heizrohrkörper (5) an dem freien Ende (14) einen thermisch isolierten Abschnitt (15) aufweist, der sich in Achsrichtung des Strahlungsheizrohres (2) über eine vordefinierte Länge (A) erstreckt und dass die Halterung (16) an dem thermisch isolierten Abschnitt (15) angreift.
2. Strahlungsheizrohr nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** sich der thermisch isolierte Abschnitt (15) ausgehend von dem freien Ende (14) des Heizrohrkörpers (5) in Richtung auf den Brenner (8) hin erstreckt und dass der Heizrohrkörper (5) an dem freien Ende (14) störungsfrei ausgebildet ist.
3. Strahlungsheizrohr nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die vordefinierte Länge (A) des thermisch isolierten Abschnittes (15) zwei Drittel des Durchmessers (D) des Heizrohrkörpers (5), mindestens 100mm, beträgt.
4. Strahlungsheizrohr nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der thermisch isolierte Abschnitt (15) eine thermische Isolierung aufweist, die als Vakuumformteil ausgebildet ist, welches Hochtemperaturkeramikwolle aufweist oder dass die thermische Isolierung als Feuerfest- oder Isolierstein ausgebildet ist.
5. Strahlungsheizrohr nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der thermisch isolierte Abschnitt (15) eine thermische Isolierung aufweist, die mindestens zwei unterschiedliche, verschiedene Eigenschaften aufweisende und in Längsrichtung hintereinanderliegend angeordnete Schichten (15a, 15b) aufweist und/oder dass wenigstens eine der mindestens zwei Schichten (15a, 15b) ein mineralisches Isoliermaterial oder keramisches Isoliermaterial aufweist.
6. Strahlungsheizrohr nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der thermisch isolierte Abschnitt (15) eine thermische Isolierung mit einer Wärmeleitfähigkeit von weniger als 0,6W/(m·K) aufweist.
7. Strahlungsheizrohr nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Heizrohrkörper (5) als Mantelstrahlrohr ausgebildet ist, welches konzentrisch ein Flammrohr (6) umgibt, das einen Auslass (6a) aufweist und dass zwischen dem Auslass (6a) und dem thermisch isolierten Abschnitt (15) ein Umlenkabschnitt (11) für die Verbrennungsabgase gebildet wird.
8. Strahlungsheizrohr nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der thermisch isolierten Abschnitt (15) eine thermische Isolierung aufweist, die als Stopfen ausgebildet und in den Heizrohrkörper (5) einschiebbar ist.
9. Strahlungsheizrohr nach Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** sich in dem Umlenkabschnitt (11) ein für die Verbrennungsabgase durchlässiger Abstandshalter (19) in Achsrichtung des Flammrohres (6) erstreckt und dass der Abstandshalter (19) mit dem thermisch isolierten Abschnitt (15) einstückig verbunden ist.
55. 10. Strahlheizrohr nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstandshalter (19) mehrere Rippen (20) aufweist, zwischen denen die Verbrennungsabgase aus dem Flammrohr (6) in den Heizrohrkörper (5) umgelenkt werden, dass sich die Rippen (20) von der Achsmitte des Flammrohres (6) aus in radialer Richtung erstrecken, vorzugsweise T-förmig, Y-förmig oder

kreuzförmig.

- 5 11. Strahlungsheizrohr nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Heizrohrkörper (5) einen Mittelabschnitt (17) und wenigstens einen neben dem Mittelabschnitt (17) angeordneten Rückführungsabschnitt (18, 18') aufweist und dass der Mittelabschnitt (17) und der Rückführungsabschnitt (18, 18') mittels eines Umlenkungsabschnittes (11) strömungstechnisch miteinander verbunden sind.
- 10 12. Strahlungsheizrohr nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der thermisch isolierte Abschnitt (15) als mindestens ein Ansatz ausgebildet ist, der an dem Heizrohrkörper (5) an dessen freien Ende (14) sturmseitig außen vorgesehen ist.
- 15 13. Industrieofen mit einem Ofenraum und mit einem Strahlungsheizrohr nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Heizrohrkörper (5) des Strahlungsheizrohres (2) an einem Ende (7) in einer Wand (3a) des Ofenraumes (1) gehalten wird und dass das andere freie Ende (14) einen thermisch isolierten Abschnitt (15) aufweist, der sich in Längsrichtung des Strahlungsheizrohres (2) über eine vordefinierte Länge erstreckt und dass sich in dem Ofenraum (1) eine Halterung (16) befindet, die an dem thermisch isolierten Abschnitt (15) angreift.
- 20 14. Industrieofen nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterung (16) gewölbt ausgebildet ist und an dem thermisch isolierten Abschnitt (15) flächig zur Anlage kommt.
- 25 15. Industrieofen nach Anspruch 13 oder 14,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterung (16) so ausgebildet ist, dass eine axiale Bewegung des Heizrohrkörpers (5) möglich ist.
- 30 16. Industrieofen nach wenigstens einem der Ansprüche 13 bis 15,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterung (16) als Öffnung in einer Ofenwand (3b) des Ofenraumes (1) oder als im Ofenraum (1) hängend ausgebildetes Lager ausgebildet ist.

35

40

45

50

55

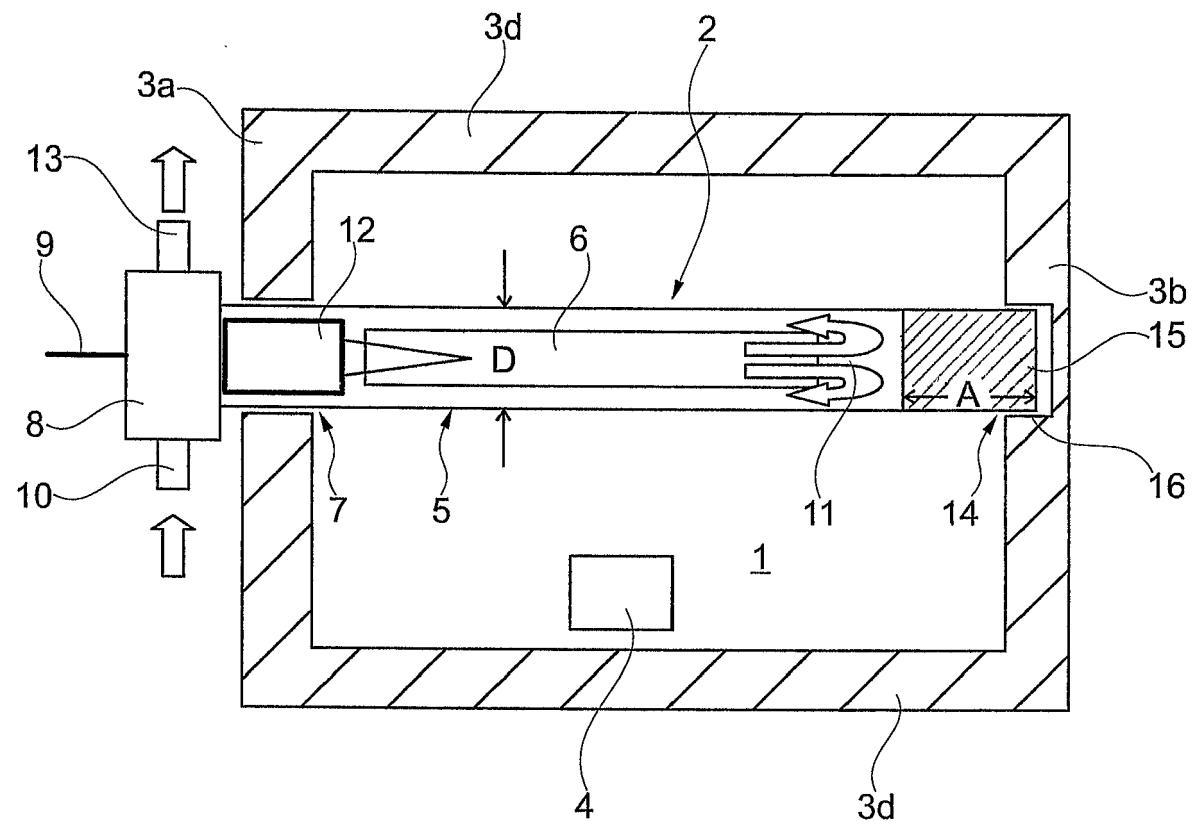


Fig. 1

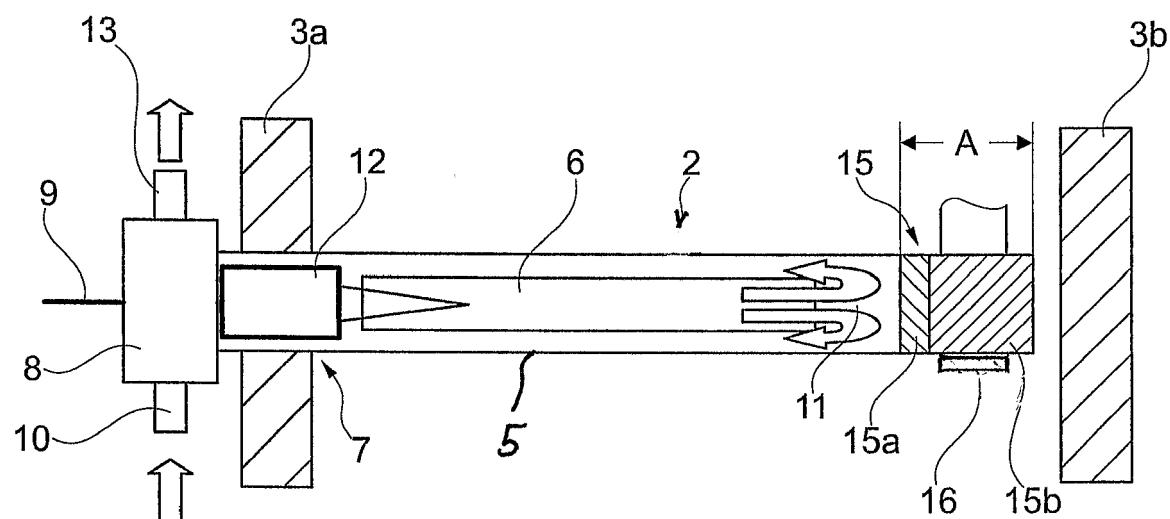


Fig. 2

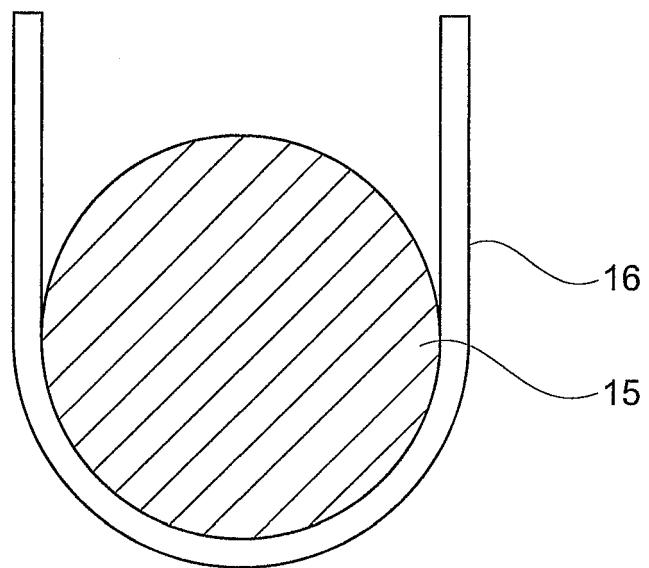


Fig. 3

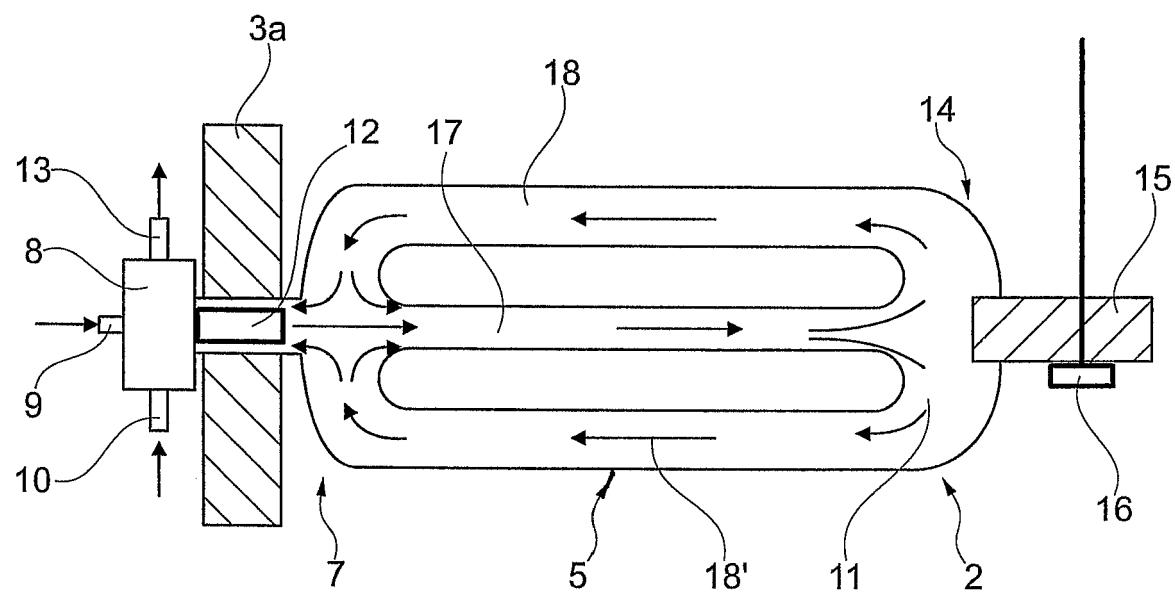


Fig. 4

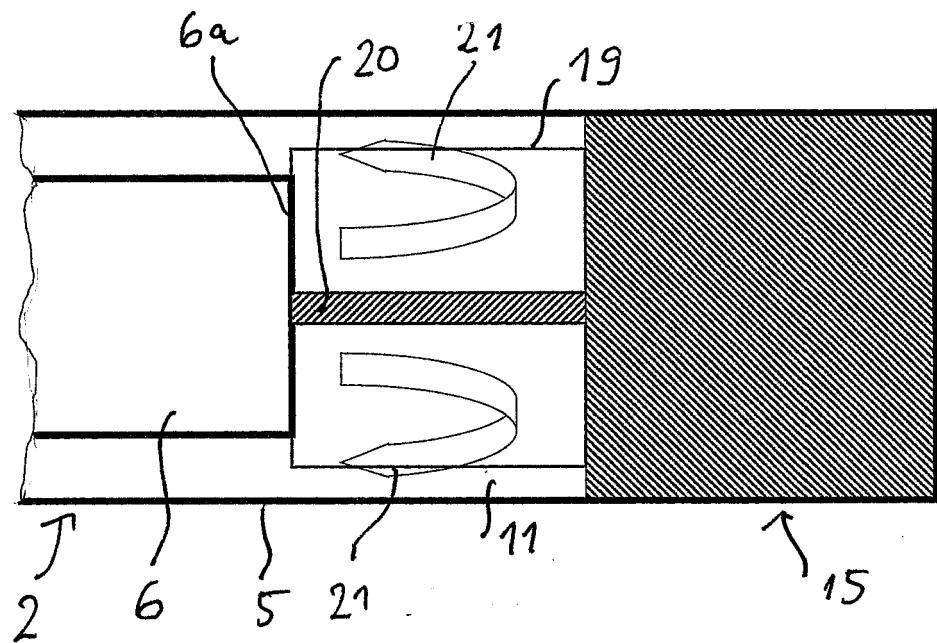


Fig. 5

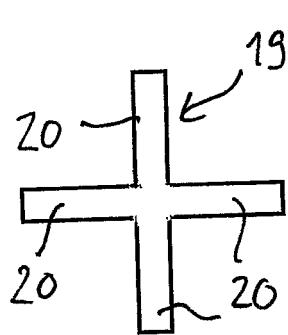


Fig. 6

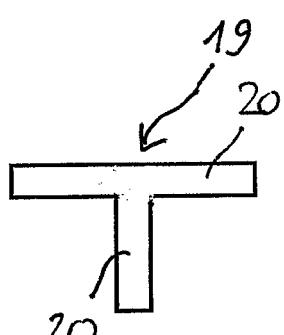


Fig. 7

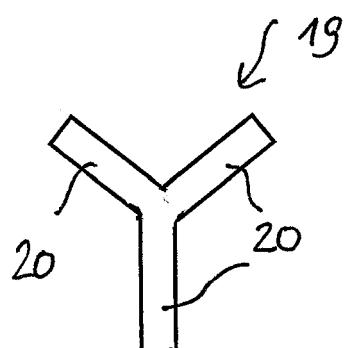


Fig. 8



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 18 17 4023

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X,D	EP 2 754 958 A1 (LOI THERM PROCESS GMBH [DE]) 16. Juli 2014 (2014-07-16) * Absatz [0020] - Absatz [0028]; Abbildungen 1-4 *	1,4-7, 11-13,15 9,10	INV. F23C3/00
15 Y	----- US 3 225 757 A (KELLER JOHN D) 28. Dezember 1965 (1965-12-28) * Spalte 2, Zeile 14 - Zeile 37; Abbildung 1 *	9,10	
20 X	----- DE 18 08 223 A1 (NASSHEUER IND OFENBAU JEAN; ANNAWERK GMBH KERAMISCHE BETR) 15. Oktober 1970 (1970-10-15) * das ganze Dokument *	1,2,4,7, 8,13,14, 16	
25 X	----- DE 17 51 858 A1 (NASSHEUER IND OFENBAU JEAN; ANNAWERK GMBH KERAMISCHE BETR) 30. Juli 1970 (1970-07-30) * das ganze Dokument *	1,3,4,7, 8,13,14	
30 A	----- US 9 303 880 B1 (TOMLINSON JOHN L [US] ET AL) 5. April 2016 (2016-04-05) * Spalte 10, Zeile 44 - Zeile 51; Abbildung 1 *	16	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC) F23C
35			
40			
45			
50 2	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 12. Oktober 2018	Prüfer Harder, Sebastian
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 17 4023

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten  
Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-10-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 2754958 A1	16-07-2014	KEINE	
15	US 3225757 A	28-12-1965	KEINE	
	DE 1808223 A1	15-10-1970	KEINE	
	DE 1751858 A1	30-07-1970	KEINE	
20	US 9303880 B1	05-04-2016	KEINE	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 2754958 A1 [0006]