

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 727 631 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.08.1996 Patentblatt 1996/34

(51) Int. Cl.⁶: **F27D 23/00**, H05B 3/04,
F16J 15/08, F23C 3/00

(21) Anmeldenummer: 96100133.6

(22) Anmeldetag: 08.01.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: 17.02.1995 DE 19505401

(71) Anmelder: **WS Wärmeprozessstechnik GmbH**
D-71272 Renningen (DE)

(72) Erfinder: **Wünning, Joachim Dr.-Ing.**
D-71229 Leonberg (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Rüger, Barthelt & Abel**
Webergasse 3
73728 Esslingen (DE)

(54) **Stahlrohr für Industrieöfen**

(57) Ein aus keramischem Material bestehendes Strahlrohr (7) ist an einem Industrieofen (1) über eine dünnwandige Metallhülse gehalten, die mit einem Ende auf das Strahlrohr (7) aufgeschumpft und mit ihrem anderen Ende mit einem Flansch (8) verschweißt ist. Der Flansch (8) ist mit einem an einer entsprechenden

Ofenwand (3) vorgesehenen Flansch (8) verschraubt. Bei horizontalem Einbau kann zum Abstützen des Strahlrohres (7) ein Stützrohr vorgesehen sein, das das Strahlrohr (7) ein Stück weit umgibt und mit diesem einen Ringspalt begrenzt.

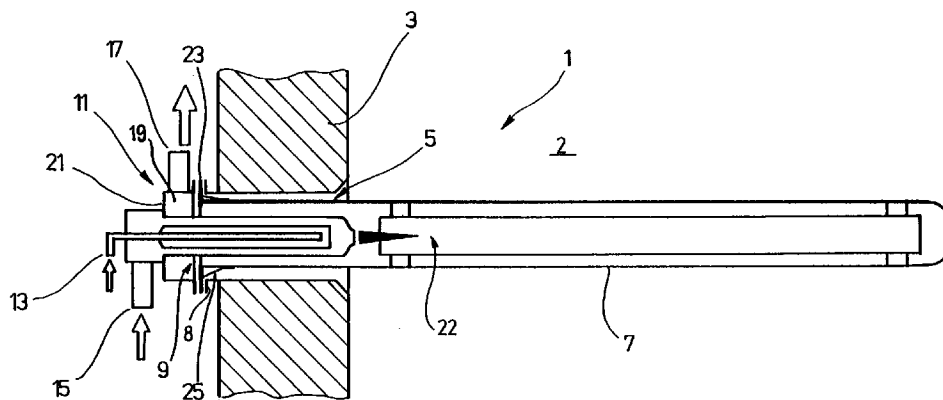


Fig. 1

EP 0 727 631 A1

Beschreibung

Für die indirekte Beheizung oder Kühlung von Industrieöfen werden häufig sogenannte Strahlrohre benutzt, die durch Öffnungen in der Ofenwand eingebaut und dort abdichtet werden. Zur Wärmezufuhr dienen Brenner oder Elektroheizungen, zur Wärmeabfuhr Kühlsysteme, die in das Strahlrohr eingesetzt werden. Als Werkstoff für die Strahlrohre wird vielfach hitzebeständiger Stahl verwendet, in zunehmendem Maße aber auch Keramik, wegen der höheren Temperaturgrenze.

Zur Befestigung und Abdichtung keramischer Strahlrohre in der Ofenwand wird ein keramischer Flanschansatz am Strahlrohr zwischen zwei metallischen Flanschen eingeklemmt, wovon einer gasdicht mit dem Ofengehäuse verbunden ist. Bis zu Temperaturen von etwa 250°C sind elastische Dichtungen verfügbar, die die unterschiedliche Ausdehnung der Flansche aus Metall- und Keramik auffangen. Die Anpreßkraft wird häufig durch Federelemente aufgebracht.

Bei Temperaturen über 250°C an den Flanschen müssen Dichtungen aus relativ steifem Material, z. Bsp. Metallringe, eingesetzt werden. Sie erfordern definierte Oberflächen am keramischen Flanschansatz, d.h. eine teure Schleifoperation bei dessen Herstellung. Außerdem besteht die Gefahr von Spannungsrissen in der Keramik, weil die Anpreßkräfte bei steifen Dichtungen hoch sein müssen.

Bei der für Strahlrohre besonders geeigneten SiC-Keramik mit einer Wärmeleitfähigkeit von über 50 W/mK steigen die Temperaturen am Flansch in der Regel über 250°C, insbesondere dann, wenn an dieser Stelle heiße Gase vom Brenner oder Kühlsystem vorbeiströmen.

Aus der DE 41 32 236 C1 ist ein Industriebrenner mit einem keramischen Strahlrohr bekannt, bei dem das betreffende Rohr mit einem keramischen Flanschansatz unter Zwischenlage eines Dichtungsringes an eine Innenschulter eines rohrförmigen Gehäuseteiles angebracht ist. Zur Fixierung und weiteren Abdichtung ist ein zweiter Dichtungsring vorgesehen, der in einem von dem rohrförmigen Gehäuseteil und dem keramischen Strahlrohr begrenzten Ringspalt angeordnet ist. Innerhalb des Brennerkopfes angeordnete Federn drücken das keramische Strahlrohr mit seinem Flanschansatz zur Abdichtung gegen den sich an der Innenschulter abstützenden Dichtungsring.

Als Dichtungsringe werden bei Wärmebelastung von über 250 °C Metallringe verwendet, die einen geschliffenen Flanschansatz erfordern.

Daraus ergibt sich die Aufgabe, ein robustes Strahlrohr für Industrieöfen, mit verbesserter und vereinfachter Abdichtung zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch ein Strahlrohr mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Das keramische Strahlrohr weist einen metallischen Flanschteil auf, der problemlos mit einem an einer Ofenwand vorgesehenen Flansch verschraubt werden kann. Die zwischen dem Flanschteil und dem

Strahlrohr angeordnete metallische Hülse wirkt sowohl als Dichtungseinrichtung, als auch als Halteinrichtung in Bezug auf Axialkräfte. Der auf das betreffende Ende des keramischen Strahlrohres aufgeschrumpfte Abschnitt bildet mit dem Strahlrohr eine im wesentlichen gasdichte Verbindung. Die Hülse ist dünnwandig, d.h. sie weist eine wesentlich geringere Wanddicke auf als das Strahlrohr. Das Strahlrohr, dessen Wanddicke zwischen 4 und 10 mm liegt, ist demgegenüber steif. Die Hülse paßt sich deshalb beim Aufschrupfen der äußeren Form des Strahlrohres an, so daß eine Schleifbearbeitung des Strahlrohres entfallen kann. Kleinere Oberflächenunregelmäßigkeiten des Strahlrohres werden toleriert, denn die Hülse paßt sich an diese an. Auch können Durchmessertoleranzen oder Abweichungen von der Rundheit des Strahlrohres bis zu einem gewissen Grad ausgeglichen werden. Die beim Schrumpfen entstehenden Druckspannungen verträgt die Keramik bei entsprechender Wanddicke gut.

Die Hülse schafft eine robuste Verbindung zu dem Flanschteil. Die Verbindung ist außerdem bis zu einem gewissen Grade nachgiebig, so daß unterschiedliche thermische Ausdehnungen des Strahlrohres und des Flanschsteiles nicht zu Spannungsrissen oder Undichtigkeiten führen. Insbesondere wird das Strahlrohr bei allen auftretenden Temperaturdifferenzen von größeren Zugspannungen frei gehalten.

Die Hülse ist mit ihrem ersten und ihrem zweiten Abschnitt jeweils rohrförmig ausgebildet, wobei sich der zweite Abschnitt ausgehend von dem ersten Abschnitt erweitert. Der zweite Abschnitt stellt mit seinem sich vergrößernden Durchmesser ein Übergangsglied zu dem Flanschteil mit größerem Innendurchmesser dar. Unterschiede der Ausdehnungskoeffizienten des Strahlrohres und des Flanschsteiles werden von dem zweiten Abschnitt der Hülse besonders gut ausgeglichen, wenn der zweite Abschnitt wenigstens bereichsweise konisch ausgebildet ist.

Eine einfache Anordnung ergibt sich, wenn die Hülse mit ihrem zweiten Abschnitt von dem Flanschteil abliegt. Zur Verkürzung der Baulänge ist es auch möglich, den zweiten, mit dem Flanschteil verbundenen Abschnitt der Hülse um den ersten, auf das Strahlrohr aufgeschrumpften Abschnitt der Hülse zu stülpen. Der zweite Abschnitt liegt dann im wesentlichen konzentrisch zu dem ersten Abschnitt der Hülse.

Für die meisten Anwendungsfälle ist es vorteilhaft, wenn das Strahlrohr aus Siliziumkarbid-Keramik besteht. Diese ist hochgradig wärmebeständig. Allerdings weist sie eine relativ hohe Wärmeleitfähigkeit auf, so daß sich das in der Hülse gefaßte Ende relativ stark erwärmt. Dieser Erwärmung hält die Schrumpfverbindung zwischen der Hülse und dem Strahlrohr jedoch ohne weiteres stand. Das üblicherweise einen Durchmesser zwischen 50 und 250 mm aufweisende Strahlrohr hat eine Wanddicke von 4 bis 7 mm. Demgegenüber liegt die Wanddicke der Hülse bei weniger als 1 mm, so daß diese im Vergleich zu dem Strahlrohr elastisch ausgebildet ist und als Federelement

wirkt.

Es ist vorteilhaft, wenn die Hülse einen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, der im betreffenden Temperaturbereich kleiner oder gleich dem der verwendeten Keramik ist. In diesem Fall ist die Schrumpfung bei allen Temperaturen gleich fest, bzw. nimmt in ihrer Festigkeit zu höheren Temperaturen hin noch zu. Besonders vorteilhaft sind Eisen-Nickel-Legierungen mit geringem Ausdehnungskoeffizienten.

Um die Gasdichtigkeit zwischen der Hülse und dem Strahlrohr noch zu erhöhen, kann ein Dichtmittel zwischen den zweiten Abschnitt und das Strahlrohr eingebracht werden. Dazu eignet sich insbesondere ein Dichtmittel für erhöhte Temperaturen, wie Graphit, oder ein Lötmittel.

Die Hülse fixiert das Strahlrohr in axialer Richtung. Zum Schutz vor Biegebeanspruchungen, die insbesondere bei von der Vertikalen abweichender Anordnung des Strahlrohres auftreten, kann zusätzlich ein Stützrohr vorgesehen sein, das von dem mit der Hülse verschweißten bzw. anderweitig verbundenen Flanschteil ausgeht und coaxial zu dem Stützrohr angeordnet ist. Dabei ist es vorteilhaft, wenn das Stützrohr mit dem Strahlrohr einen Ringspalt begrenzt, so daß ein gewisses radiales Spiel vorhanden ist. Dieses Spiel verhindert das Einleiten von Spannungen in das Strahlrohr, die zur Zerstörung desselben führen könnten. Dabei ist es vorteilhaft, wenn sich der Ringspalt von der Hülse weg verengt, so daß das Stützrohr einen im Bereich seiner Mündung liegenden Anlagebereich für das Strahlrohr aufweist. Damit wird ein auf das Strahlrohr einwirkendes Biegemoment zwischen der Mündung des Stützrohres und der Hülse abgeleitet. Als Hebelarm steht dann nahezu die gesamte Länge des Stützrohres zur Verfügung, wodurch die resultierenden, auf das Strahlrohr einwirkenden Kräfte erträglich bleiben. Insbesondere sind sie kleiner als Reaktionskräfte, die bei Einspannung des keramischen Strahlrohres allein bei seiner Mündung auftreten.

Das Strahlrohr ist vorteilhaft zur Beheizung eines Ofenraumes mit Schutzgasatmosphäre verwendbar. Es dient zur Trennung zweier Gasräume, dem Ofenraum und der Umgebung. Dazu ist das Strahlrohr mit seinem Flanschteil mit einem Flansch verschraubt, der an einer in einer entsprechenden Ofenwand vorgesehenen, von dem Strahlrohr durchgriffenen Öffnung angeordnet ist.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 einen Industrieofen, an dessen Ofenwand ein mittels eines Industriebrenners beheiztes Strahlrohr abgedichtet gehalten ist, in einer schematischen und ausschnittweisen Schnittdarstellung, und

Fig. 2 die Ofenwand mit dem Strahlrohr nach Fig. 1 in einer vergrößerten, ausschnittweisen und schematischen Schnittdarstellung.

In Fig. 1 ist ein Industrieofen 1 dargestellt, dessen Ofenraum 2 durch an seiner Ofenwand 3 in einer entsprechenden Öffnung 5 vorgesehene Strahlrohre 7 indirekt beheizt ist. Das Strahlrohr 7 durchgreift die in der Ofenwand 3 vorgesehene Öffnung 5 und ist an einem an der Ofenwand vorgesehenen Flansch 8 befestigt. Das an seinem in den Ofenraum 2 ragenden Ende geschlossene Strahlrohr 7 ist an seinem offenen Ende 9 mit einem Brenner 11 verbunden, der Anschlüsse 13, 15 zur Zuführung von Brenngas und Luft, sowie einen Anschluß 17 zur Ausleitung von Rauchgas aufweist. Der Anschluß 17 steht mit einer ringförmigen Abgaskammer 19 eines rohrförmigen Gehäuseteils 21 in Verbindung, so daß ein von dem Strahlrohr 7 begrenzter Abgaskanal in die in dem Gehäuseteil 21 befindliche Abgaskammer 19 mündet. Erwärmt wird das Strahlrohr 7 durch Verbrennung des zugeführten Brenngases bei 22, wodurch heiße, an dem Ende 9 aus dem Strahlrohr 7 austretende Abgase entstehen.

Zur Verbindung des Strahlrohres 7 mit der Ofenwand 3 bzw. dem Flansch 8 ist eine mit einem Flanschteil 23 versehene dünnwandige Hülse 25 vorgesehen, die im einzelnen aus Fig. 2 ersichtlich ist. Der Flanschteil 23 sitzt konzentrisch zu dem rotationssymmetrisch bezüglich einer Längsmittelachse 27 ausgebildeten Strahlrohr 7. Der Flanschteil 23 weist die Form einer Ringscheibe auf und geht bei 29 in ein sich coaxial zu der Längsmittelachse 27 erstreckendes Stützrohr 30 über. Das Stützrohr 30 ist ausgehend von dem Flanschteil 23 zunächst hohlzylindrisch mit einem den Durchmesser des Strahlrohres 7 deutlich übersteigenden Durchmesser ausgebildet. Es verläuft von dem Ende 9 des Strahlrohres 7 weg, und geht dann über einen konischen Abschnitt 32 in einen engeren hohlzylindrischen Abschnitt 33 über, der mit dem Strahlrohr einen engen Ringspalt 35 begrenzt. Während das aus Keramik bestehende Strahlrohr 7 einen Durchmesser von 50 bis 250 mm und eine Wanddicke von 3 bis 10 mm, meist 4 bis 7 mm, aufweist, weist das aus einem Metall wie bspw. Stahl hergestellte Stützrohr 30 eine vergleichbare Wanddicke, dabei jedoch einen um einige Millimeter größeren Durchmesser auf.

Die zur Verbindung des Strahlrohres 7 mit dem Flanschteil 23 vorgesehene Hülse 25 hingegen weist durchgehend eine Wanddicke auf, die kleiner als 1 mm ist. Das Verhältnis der Wanddicke der Hülse 25 zu der des Strahlrohres 7 liegt bei 1/10. Deshalb ist die Hülse 25 in Bezug auf das dickwandige, steife Strahlrohr 7 elastisch. Zur Verbindung mit dem Strahlrohr 7 ist die Hülse 25 mit einem ersten, hohlzylindrisch ausgebildeten Abschnitt 40 versehen, der auf das Strahlrohr 7 aufgeschmüpft ist. Dies bedeutet, daß der Innendurchmesser des Abschnittes 40 geringer ist, als der Außendurchmesser des Strahlrohres 7. An seiner dem Ende 9 des Strahlrohres 7 zugewandten Seite geht der Abschnitt 40 der Hülse 25 in einen konischen Abschnitt 42 über, an den ein hohlzylindrischer Abschnitt 44 und ein weiterer konischer Abschnitt 46 anschließen. Die Hülse 25 ist an ihrem Abschnitt 46 mit

dem Flanschteil 23 bei einer Schweißnaht 48 verschweißt. Diese führt entlang des gesamten inneren Umfanges der von dem Flanschteil 23 begrenzten Öffnung, so daß die Hülse 25 das Strahlrohr 7 gasdicht gegen den Flanschteil 23 abdichtet.

Der Flanschteil 23 weist in unmittelbarer Nachbarschaft der Schweißnaht 46 eine axiale Ringnut 47 auf, die das Anschweißen der Hülse 25 an den Flanschteil 23 erleichtert.

Die im Vergleich zu dem Strahlrohr federnd ausgebildete Hülse 25 besteht aus einer Nickel-Eisen-Legierung, deren Temperatúrausdehnungskoeffizient gleich oder kleiner ist als der Temperatúrausdehnungskoeffizient des Strahlrohres 7. Dadurch bleibt die gasdichte durch Aufschumpfen hergestellte Verbindung zwischen dem Abschnitt 40 der Hülse 25 und dem Strahlrohr 7 auch bei einer Erwärmung des Endes 9 des Strahlrohres 7 auf Temperaturen erhalten, die größer als 300 °C sind. Unabhängig von der Temperatur des Strahlrohres 7 übt der elastisch gedehnte Abschnitt 40 der Hülse 25 eine radial nach innen gerichtete Druckkraft auf das Strahlrohr 7 aus, die von diesem ohne weiteres aufgenommen wird.

Zur Verbesserung der Abdichtung zwischen dem Abschnitt 40 der Hülse 25 und dem Strahlrohr 7 kann, insbesondere wenn dieses eine rauhere Oberfläche aufweist, ein zusätzliches Dichtmittel zwischen dem Abschnitt 40 und dem Strahlrohr 7 vorgesehen werden. Als Dichtmittel dient Graphitpulver oder ein Lötmittel.

Der Flanschteil 23 ist zwischen dem ortsfest mit der Ofenwand 3 verbundenen Flansch 8 und einem an dem Gehäuseteil 21 vorgesehenen Flansch 52 gehalten. Zur Verbindung des Flanschteiles 23 mit den Flanschen 8, 52 dienen in Fig. 2 lediglich schematisch angedeutete Schrauben 55.

Die Abdichtung des Strahlrohres 7 gegen den Ofenraum 6 wird durch die Hülse 25 auf einfache Weise erbracht, ohne daß das Strahlrohr 7 besonderer Feinbearbeitung bedürfte, und ohne daß dieses bruchgefährdet wäre. Die Abdichtung ist zuverlässig und sicher, so daß bei keiner Betriebstemperatur Abgase oder Gase der Ofenatmosphäre nach außen dringen können. Unterschiede der temperaturabhängigen Ausdehnungen zwischen dem ringförmigen Flanschteil 23 und dem Strahlrohr 7 werden von der Hülse 7 ausgeglichen. Diese nicht starre Einspannung bietet einen guten Schutz gegen Spannungsrisse des Strahlrohres 7. Das Flanschteil 23 besteht aus Metall, bspw. Stahl, und läßt sich unter Zwischenlage temperaturfester Dichtungen 56, 57 problemlos gegen die benachbarten, ebenfalls aus Metall bestehenden Flansche 56, 57 abdichten.

Während die Hülse 25 das Strahlrohr 7 in axialer und radialer Richtung hält, dient das Stützrohr 30 mit seinem hohlzylindrischen Abschnitt 33 der Aufnahme von Biegemomenten. Aufgrund der Bemessung des Abschnittes 33 derart, daß dieser bei jeder Temperatur, für die das Strahlrohr 7 vorgesehen ist, das Strahlrohr 7 mit Spiel hält, erzeugt der Abschnitt 33 keine thermischen Spannungen für das Strahlrohr 7.

Patentansprüche

1. Strahlrohr (7), insbesondere für Industrieöfen, das endseitig über eine Dichtungseinrichtung an einem Flanschteil abgedichtet gehalten ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtungseinrichtung eine dünnwandige metallische Hülse (25) ist, die einen ersten, auf das keramische Strahlrohr (7) aufgeschumpften Abschnitt (40) aufweist, der über einen zweiten Abschnitt (42, 44, 46) mit dem Flanschteil (23) größeren Durchmessers abgedichtet verbunden ist.
2. Strahlrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Abschnitt (42, 44, 46) wenigstens bereichsweise konisch ausgebildet ist.
3. Strahlrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (25) mit dem Flanschteil (23) verschweißt ist.
4. Strahlrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (25) derart auf das Strahlrohr (7) aufgeschumpft ist, daß der erste Abschnitt (40) von dem Flanschteil (23) abliegt.
5. Strahlrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlrohr (7) aus einer Siliziumkarbid-Keramik besteht.
6. Strahlrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (25) eine Wanddicke aufweist, die kleiner als 1 mm ist.
7. Strahlrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (25) einen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, der wenigstens in dem Temperaturintervall von Umgebungstemperatur bis zur Betriebstemperatur kleiner oder gleich dem Ausdehnungskoeffizienten der verwendeten Keramik ist.
8. Strahlrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten Abschnitt (40) und dem Strahlrohr (7) ein Dichtmittel eingebracht ist.
9. Strahlrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (25) mit einem Stützrohr (30) verbunden ist, das mit dem Flanschteil (23) verbunden ist und das sich von der Hülse (25) weg das Strahlrohr (7) umgebend erstreckt.
10. Strahlrohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlrohr (7) zur Beheizung eines Ofenraumes (6) des Industrieofens (1) verwendet und mit einem Brenner (11) beheizt wird, wobei das Strahlrohr (7) mit seinem Flanschteil (23) mit einem Flansch (8) verschraubt ist, der an einer in einer entsprechen-

den Ofenwand (3) vorgesehenen, von dem Strahlrohr (7) durchgriffenen Öffnung (5) angeordnet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

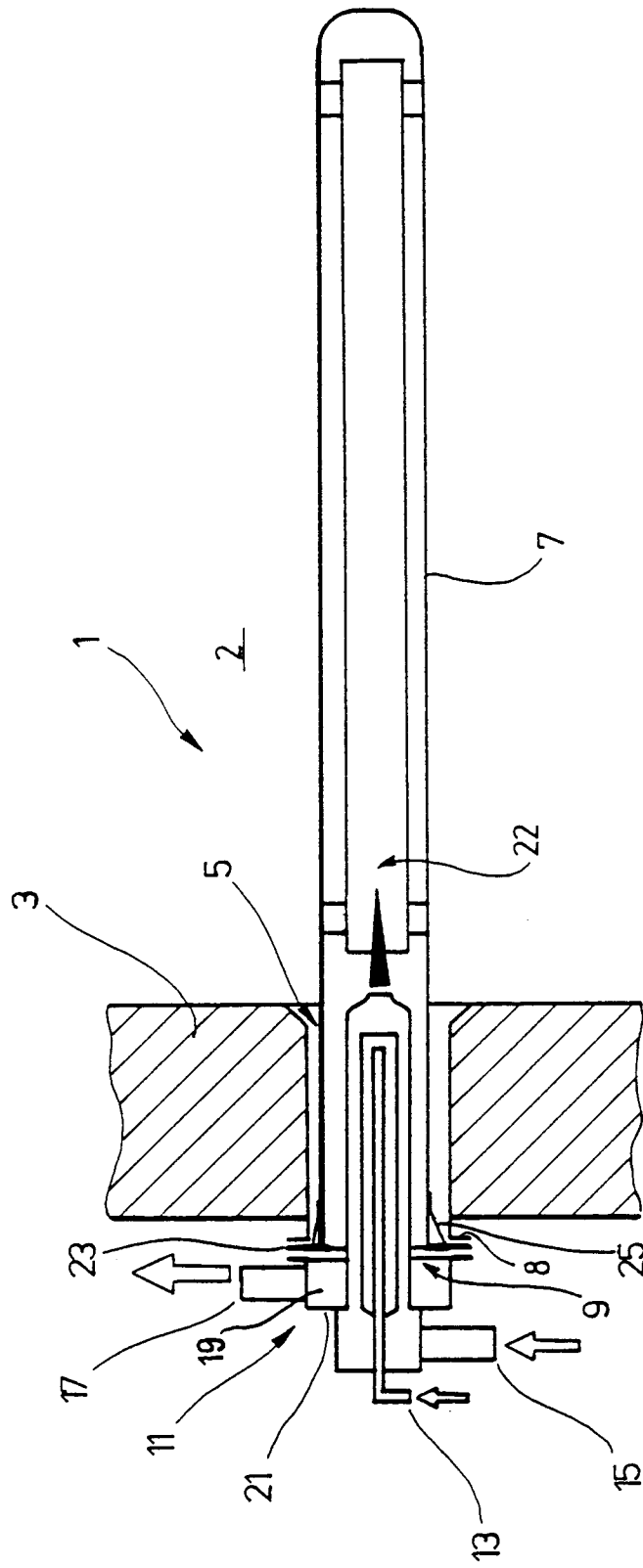


Fig. 1

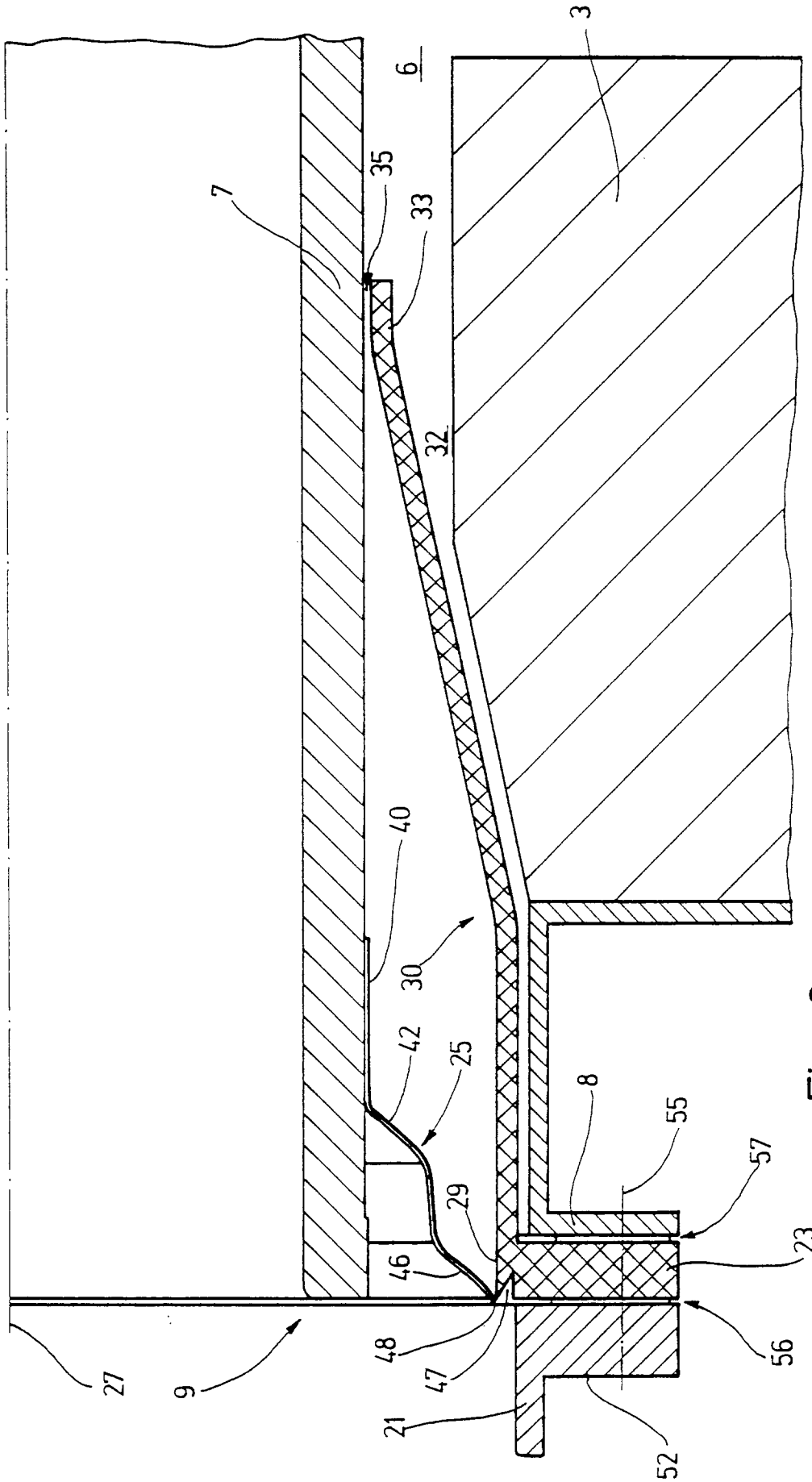


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 10 0133

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
A	US-A-3 747 206 (J.F. PEASE) ---	
A	DE-A-15 65 466 (CERU-ELEKTROWÄRMEG) ---	
A	FR-A-1 263 031 (BLECKMANN & C) ---	
A	FR-A-904 881 (SULZER) ---	
A	GB-A-2 145 482 (HEAT TRANSFER TECH LD) -----	
		KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
		F27D23/00 H05B3/04 F16J15/08 F23C3/00
		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
		F27D H05B F16J F27B F23C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchesort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	24. Juni 1996	Coulomb, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)