

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 106/92

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : **B01D 53/08**  
B01D 46/34

(22) Anmeldetag: 22. 1.1992

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 9.1994

(45) Ausgabetag: 25. 4.1995

(30) Priorität:

13. 3.1991 DE 4107983 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

AT-PS 385913 CH-PS 665136

(73) Patentinhaber:

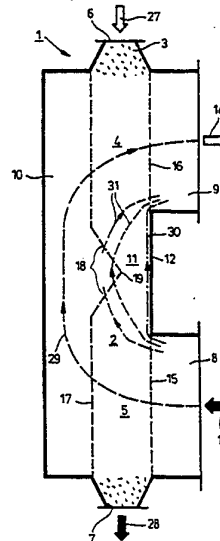
KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH  
D-W-7500 KARLSRUHE (DE).

(72) Erfinder:

OHLMEYER MANFRED  
EGGENSTEIN-LEOPOLDSHAFEN (DE).  
MARTINSTEIG HANS  
ROETGEN/ROTT (DE).  
WILHELM JÜRGEN  
GONDELSHEIM (DE).

(54) MEHRWEGSORPTIONS-FILTERANLAGE ZUR REINIGUNG VON GASEN, INSBESONDERE VON ABGASEN AUS VERBRENNUNGSANLAGEN

(57) Die Erfindung betrifft eine Mehrwegsorptions-Filteranlage zur Reinigung von Gasen, insbesondere von Abgasen, mit einem Reaktorgehäuse (1), das eine Filterkammer (2) zur Aufnahme von rieselfähigem Filtermaterial (3) enthält; das Reaktorgehäuse (1) ist ferner mit einer Umlenkammer (10) für das Gas, einer der Umlenkammer (10) gegenüber gelegenen Gaseintrittskammer (8) und einer in Abstand über der Gaseintrittskammer (8) angeordneten Gasaustrittskammer (9) ausgestattet; die Umlenkammer (10) und die Gaseintritts- (8) und die Gasaustrittskammer (9) sind mittels gasdurchlässiger Wände (15, 16, 17) von der Filterkammer getrennt; der der Umlenkammer (10) gegenüberliegende Wandabschnitt (12) der Filterkammer (2) im Übergangsbereich von der oberen (4) zur unteren Filterzone (5) ist als gasdichte Filterkammerbegrenzung ausgebildet; um die Entstehung von Wärmenestern in dem Übergangsbereich (11) zu verhindern, weist die gasdurchlässige Wand (17) zwischen Umlenkammer (10) und Filterkammer (2) in dem Übergangsbereich (11) eine keil- oder wellenförmige Ausbuchtung (18) auf, wobei die Spitze (19) der so gebildeten Verengung, bezogen auf die Höhe des Wandabschnitts (12), etwa in der Mitte des Übergangsbereichs (11) der Filterkammer (2) liegt.



Die Erfindung betrifft eine Mehrwegsorptions-Filteranlage gem. dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Eine Filteranlage dieser Bauart, auch als MWS-Wanderbettfilter bezeichnet, ist aus der PS 25 40 141 bekannt. Damit kann die Beladepkapazität des Filtermaterials optimal ausgenutzt werden. Dabei liegen die Oberkante der Gaseintrittskammer und die Unterkante der Gasaustrittskammer so weit auseinander, daß  
 5 auch die Teilgasmenge, die den direkten Weg durch das Filtermaterial unter Umgehung der Umlenkammer nimmt, mindestens dieselbe Verweilzeit im Filtermaterial dieses Übergangsbereichs zwischen dem oberen und dem unteren Teil der Filterkammer hat wie der Hauptgasstrom. Andererseits sollen die Strömungsgeschwindigkeiten in dem Übergangsbereich bestimmte, kritische Werte an keiner Stelle unterschreiten, damit keine örtlichen Überhitzungen infolge von exothermen Abscheidungsprozessen sowie von  
 10 Oxidationen des Kohlenstoffs aus dem Filtermaterial (Aktivkoks, Aktivkohle) eintreten. Um diesen zuletzt genannten, unerwünschten Effekten entgegenzuwirken, wird in der DE 36 09 164 A1 vorgeschlagen, zwischen zwei Wanderbetten eine Strecke verengten Querschnitts mittels trichterförmiger Einschnürungen mit zwischen den Trichtern liegender Druckwiderstandsstrecke einzubauen. Die Einschnürung zwischen den Wanderbetten kann auch asymmetrisch durch eine schräge Verengung zu einer definierten, verengten  
 15 Widerstandsstrecke eingezogen sein; die der Einschnürung gegenüberliegende Seite besteht bei dieser Ausführungsform aus einer gasdurchlässigen Wandung in Form von Jalousieblechen, Netzwerken, Lochblechen etc., die das körnige, kohlenstoffhaltige Material stützt. Dadurch soll die Verweilzeit des kohlenstoffhaltigen, körnigen Materials in der Strecke verengten Querschnitts zwischen den beiden querdurchströmten Wanderbetten minimiert werden, indem aufgeheiztes Material schnell von einem in das andere Wanderbett  
 20 überführt wird, um sodann durch das querströmende Gas gekühlt zu werden. Dabei wird jedoch übersehen, daß sich in der Praxis die Verweilzeit des Filtermaterials primär nach der geforderten Reinheit des Gases am Ausgang der Filteranlage richtet und nicht so sehr nach der Temperatur des Filtermaterials bzw. der Strömungsgeschwindigkeit des Gases in der Strecke verengten Querschnitts. Auch ist für die Bildung sogenannter "Wärmenester" oder "hot spots" nicht allein die mittlere Strömungsgeschwindigkeit des Gases  
 25 entscheidend, sondern die Strömungsgeschwindigkeit einzelner Strömungspfade; deren Geschwindigkeiten können je nach der Strömungspfadlänge erheblich unterhalb der mittleren Strömungsgeschwindigkeit des Gases in einem Übergangsbereich wie z.B. der Strecke verengten Querschnitts liegen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Filteranlage der gattungsgemäßen Art den Übergangsbereich zwischen zwei quer durchströmten Zonen der Filterkammer so zu gestalten, daß  
 30 unabhängig von der Wandergeschwindigkeit des Filtermaterials die Entstehung von Wärmenestern in diesem Bereich, die zu einer Entzündung des Filtermaterials führen können, verhindert wird.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen von Patentanspruch 1 gelöst. Die hierauf bezogenen Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen dieser Lösung.

Da in dem gefährdeten Übergangsbereich und in den darüber und darunter liegenden Zonen der  
 35 Filterkammer alle Strömungspfade des Gases annähernd gleiche Längen haben, werden auch gleiche Gasgeschwindigkeiten für alle Strömungspfade erreicht, wodurch örtliche Überhitzungen vermieden werden. Da die Verweilzeit des Gases mit dem Quadrat der Strömungspfadlänge zunimmt, werden umso homogenere Temperaturbedingungen erzielt, je geringer die Längenabweichungen der Strömungspfade voneinander sind.

40 Es wird weiterhin erreicht, daß durch die Vergleichmäßigung aller Strömungspfade- und damit der Strömungsgeschwindigkeiten bzw. der Verweilzeiten und letztlich der Abscheidegrade -eine gleichmäßige Beladung des Filtermaterials gewährleistet ist. Dies bedeutet eine weitere Reduzierung des Filtermaterialbedarfs.

In den Abbildungen gem. den Figuren 1 bis 5 sind Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen  
 45 Filteranlage dargestellt, die im folgenden näher erläutert werden.

Es zeigen

Figur 1 eine erfindungsgemäße Filteranlage mit einer Ausbuchtung in der gasdurchlässigen Wand der Umlenkammer bei einfacher Umlenkung des Gastromes,

Figur 2 die vergrößerte Darstellung des Übergangsbereichs in Figur 1,

50 Figur 3 eine Filteranlage wie bei Figur 1, jedoch mit einer weiteren Ausbuchtung des Wandabschnitts zwischen Gasein- und Gasaustrittskammer,

Figur 4 die vergrößerte Darstellung des Übergangsbereichs in Figur 3 und

Figur 5 eine Filteranlage wie bei Figur 3, jedoch mit einer zweifachen Umlenkung des Gasstromes.

Die Filteranlage mit einfacher Umlenkung gem. den Figuren 1 und 2 besteht aus dem Reaktorgehäuse  
 55 1 mit Filterkammer 2 zur Aufnahme des Filtermaterials 3 und der daran dicht aufgeflanschten Gaseintrittskammer 8, der Gasaustrittskammer 9 sowie der Umlenkammer 10. Die Kammern 8, 9, 10 sind über gasdurchlässige Wände 15, 16, 17 mit dem Innenraum der Filterkammer 2 verbunden. Zwischen Gaseintrittskammer 8 und der darüber liegenden Gasaustrittskammer 9 befindet sich der gasdichte Wandabschnitt

12, der die Höhe des Übergangsbereichs 11 zwischen der oberen Zone 4 und der unteren Zone 5 der Filterkammer 2 bestimmt. Dieser Wandabschnitt 12 ist so gestaltet und/oder bemessen, daß der Kurzschlußgasstrom 30, der unter Umgehung der Umlenkammer 10 den direkten Weg durch den Übergangsbereich 11 entlang des Wandabschnitts 12 nimmt, die gleiche Strömungspfadlänge hat, wie der Hauptgasstrom 29, der die Filterkammer 2 je einmal in der unteren Zone 5 und der oberen Zone 4 durchströmt. D.h. die Strömungspfadlänge, das ist für den Kurzschlußgasstrom 30 der Weg von der Oberkante der Gaseintrittskammer 8 bis zur Unterkante der Gaseintrittskammer 9, soll in beiden Fällen der doppelten Bettiefe "T" der Filterkammer 2 entsprechen.

Zum Betrieb der Filteranlage wird am oberen Ende der Filterkammer 2 in den Einfüllstutzen 6 frisches Filtermaterial 27, z.B. körnige Aktivkohle, aufgegeben, das nach der Beladung mit Schadstoffen aus dem im Kreuz-Gegenstrom geführten Rohgas 13, das nach dem zweimaligen Durchtritt durch die Filterkammer 2 als Reingas 14 die Filteranlage verläßt, am unteren Ende durch den Entleerungsstutzen 7 als verbrauchtes Filtermaterial 28 abgelassen wird. An die Stutzen 6, 7 sind Aufgabe- und Abzugseinrichtungen (nicht dargestellt) für die Förderung des Filtermaterials 3 anschließbar, die entsprechend der vorgesehenen Betriebsweise eine kontinuierliche bis diskontinuierliche Bewegung des Filtermaterials 3 gestatten. Die Durchlaufgeschwindigkeit des Filtermaterials 3 wird dabei in der Regel durch den vorgegebenen, maximal zulässigen Restschadstoffgehalt des Reingases 14 bestimmt.

Um die Strömungspfadlänge der Teilgasströme 31 im Übergangsbereich 11 den Strömungspfadlängen des Hauptgasstromes 29 durch die untere und die obere Zone 4, 5 anzugleichen, ist gegenüber dem Wandabschnitt 12 im Übergangsbereich 11 eine entsprechend bemessene Ausbuchtung 18 in die gasdurchlässige Wand 17 auf der Seite der Umlenkammer 10 eingefügt. Die Neigung der die Ausbuchtung 18 bildenden Tangenten 22 an die Kreisbögen 20 ist dabei durch die erforderlichen Schüttwinkel " $\alpha_1$ " und " $\alpha_2$ " für den Transport und die Andrückkraft des Filtermaterials 3 im Übergangsbereich 11 und den minimal notwendigen Durchlaß für das Filtermaterial 3 zwischen der Spitze 19 und dem Wandabschnitt 12 vorgegeben. Mit Rücksicht auf die Maschen, Jalousien etc. in den gasdurchlässigen Tangentialwänden 22 sollte der Schüttwinkel " $\alpha_1$ " für den Transport etwas steiler bemessen werden als der Schüttwinkel " $\alpha_2$ " für die Andrückkräfte des Filtermaterials. Die Radien "R" der Kreisbögen 20 entsprechen der Bettiefe "T" in den Zonen 4 und 5, wobei deren Mittelpunkte 24 am oberen und am unteren Ende des Wandabschnitts 12 liegen. Durch diese Vorgaben liegt die Spitze 19 der Ausbuchtung 18 nicht zwangsläufig genau in der Mitte des Übergangsbereiches 11, aber stets nahe bei der Mitte. Auch können die Tangenten 22 zur Umlenkammer 10 hin in die Kreisbögen 20 übergehen.

Das Reaktorgehäuse 1 besteht in der Regel aus einer dicht verschweißten bzw. mit Flanschverbindungen verschraubten Blechkonstruktion. Die Gaseintritts- und Gasaustrittskammern 8 und 9 sowie die Umlenkammer 10 sind dabei mit Flanschen dicht auf die zugehörigen Öffnungen der Filterkammer 2 aufgeschraubt, in die die gasdurchlässigen Wände 15, 16 und 17 zur Trennung des Filtermaterials 3 von den gasdurchströmten Kammern 8, 9 und 10 eingesetzt sind. Die gasdurchlässigen Wände 15, 16 und 17 bestehen dabei aus Jalousieblechen, Sieb- oder Lochblechen, Maschendrahtgeweben etc. bzw. Kombinationen wie Maschendrahtgewebe mit Stützgittern. Die Aufgabe dieser gasdurchlässigen Wände ist es, das Gas ohne großen Widerstand in die und aus der Filterkammer 2 strömen zu lassen, jedoch zu verhindern, daß Filtermaterial aus den Filterkammern ausgetragen wird und die Durchtrittsöffnungen in den gasdurchlässigen Wänden durch Staub verstopfen.

In den Figuren 3 und 4 ist eine Weiterbildung der Erfindung gem. Figuren 1 und 2 in der Form dargestellt, daß auch der gasdichte Wandabschnitt 12 im Übergangsbereich 11 eine keilförmige Ausbuchtung 25 in Richtung der Filterkammer 2 aufweist. Die übrigen Ausführungen und Funktionen entsprechen denen zu Figur 1 und 2. Aus Figur 4 ist ersichtlich, daß sich der Übergangsbereich 11 gegenüber dem aus Figur 2 verkürzt hat, da die Länge des Wandabschnitts 12 hier nicht mehr durch eine Gerade mit der Länge  $2T = 2R$  gebildet wird, sondern durch zwei Dreieckseiten mit jeweils der Länge  $T = R$ , welche die keilförmige Ausbuchtung 25 mit der Spitze 26 bilden. Die Form für die Ausbuchtungen 18 und 25 ist unter Beachtung der Schüttwinkel und durch den notwendigen Minimalabstand zwischen den Spitzen 19 und 26 bestimmt, der für den Durchlaß des Filtermaterials erforderlich ist.

Eine weitere Ausführung des Reaktorgehäuses 1, das auch mit mehreren Umlenkammern versehen sein kann, ist in Figur 5 mit zweifacher Umlenkung des Hauptgasstromes 29, d.h. dreifacher Durchströmung des Filtermaterials 3 durch die Filterkammer in den Zonen 5, 4n und 4 dargestellt. Es ist im Prinzip dasselbe Gehäuse wie in Figur 1, jedoch mit der Ausbildung der Übergangsbereiche 11 bzw. 11n entsprechend der Figur 4, wobei der Übergangsbereich 11n gegenüber dem Übergangsbereich 11 seitenverkehrt angeordnet ist. Bei weiteren Umlenkungen würde sich diese Seitenumkehr entsprechend n-mal wiederholen. Die notwendige Anzahl der Umlenkungen n ergibt sich durch die Form und Länge der sogenannten Massentransportzone bzw. Beladekurve des Filtermaterials 3, die sich als empirische Größe aus den

abzuscheidenden Schadstoffen und dem Abscheidevermögen des Filtermaterials ermitteln läßt. Die Zahl der Umlenkungen  $n$  kann theoretisch beliebig hoch gewählt werden, ihr sind jedoch durch verfügbare Bauhöhen und wirtschaftliche Überlegungen Grenzen gesetzt.

## 5 Patentansprüche

1. Mehrwegsorptions-Filteranlage zur Reinigung von Gasen, insbesondere von Abgasen aus Verbrennungsanlagen, mit einem Reaktorgehäuse, das eine Filterkammer zur Aufnahme von rieselfähigem Filtermaterial, insbesondere körniger Aktivkohle oder körnigem Aktivkoks, enthält;  
 10 das Reaktorgehäuse ist ferner mit einer oberen Aufgabereinrichtung und einer unteren Abzugseinrichtung für das Filtermaterial, wenigstens einer Umlenkammer für das Gas, einer der Umlenkammer gegenüber gelegenen Gaseintrittskammer und einer in Abstand über der Gaseintrittskammer angeordneten Gasaustrittskammer ausgestattet;  
 15 die Umlenkammer und die Gaseintritts- und die Gasaustrittskammer sind mittels gasdurchlässiger Wände von der Filterkammer getrennt;  
 der der Umlenkammer gegenüberliegende Wandabschnitt der Filterkammer im Übergangsbereich von der oberen zur unteren Zone zwischen Gaseintritts- und Gasaustrittskammer ist als gasdichte Filterkammerbegrenzung ausgebildet und so bemessen, daß die Weglänge des Kurzschlußgasstromes entlang dem Wandabschnitt wenigstens der doppelten Bettiefe der Filterkammer außerhalb des Übergangsbereichs entspricht, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:  
 20 die gasdurchlässige Wand (17) zwischen Umlenkammer (10) und Filterkammer (2) weist in dem Übergangsbereich (11) eine gegen den Wandabschnitt (12) zwischen Gaseintritts- und Gasaustrittskammer (8, 9) gerichtete keil- oder wellenförmige Ausbuchtung (18) auf, die so bemessen ist, daß alle Strömungspfade der Teilgasströme (31) in dem Übergangsbereich (11) und die Strömungspfade des Hauptgasstromes (29) in der unteren und der oberen Zone (4, 5) der Filterkammer (2) annähernd  
 25 gleiche Längen haben unter Belassen eines minimal notwendigen Durchlasses für das Filtermaterial (3) zwischen der Spitze (19) der Ausbuchtung (18) und dem Wandabschnitt (12).
2. Filteranlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kontur der Ausbuchtung (18) von  
 30 zwei an Kreisbögen (20) angelegten Tangenten (22) bestimmt ist, deren Radien "R" der Bettiefe "T" der Filterkammer (2) entsprechen und die in der Mitte des Übergangsbereichs (11) in eine gemeinsame Spitze (19) oder Abrundung übergehen, wobei die Neigung der Tangenten (22) durch die Schüttwinkel ( $\alpha_1, \alpha_2$ ) für den Transport und die Andrückkraft des Filtermaterials (3) bestimmt ist.
- 35 3. Filteranlage nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittelpunkte (24) der beiden Radien "R" am oberen und am unteren Ende des Wandabschnitts (12) liegen.
4. Filteranlage nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tangenten (22) zur Umlenkammer (10) hin in die Kreisbögen (20) übergehen.  
 40
5. Filteranlage nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß auch der gasdichte Wandabschnitt (12) eine keilförmige Ausbuchtung (25) in Richtung der Filterkammer (2) aufweist, deren Spitze (26) ungefähr in der Mitte des Übergangsbereichs (11) liegt.
- 45 6. Filteranlage nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Reaktorgehäuse (1) in Richtung des Hauptgasstromes (29) mit mehreren, hintereinandergeschalteten Umlenkammern (10, 10n) ausgestattet ist, wobei jeder Umlenkammer (10, 10n) in den Übergangsbereichen (11, 11n) je eine keilförmige Ausbuchtung (18, 18n) der gasdurchlässigen Wand (17, 17n) zugeordnet ist.

50

Hiezu 5 Blatt Zeichnungen

55

Fig. 1

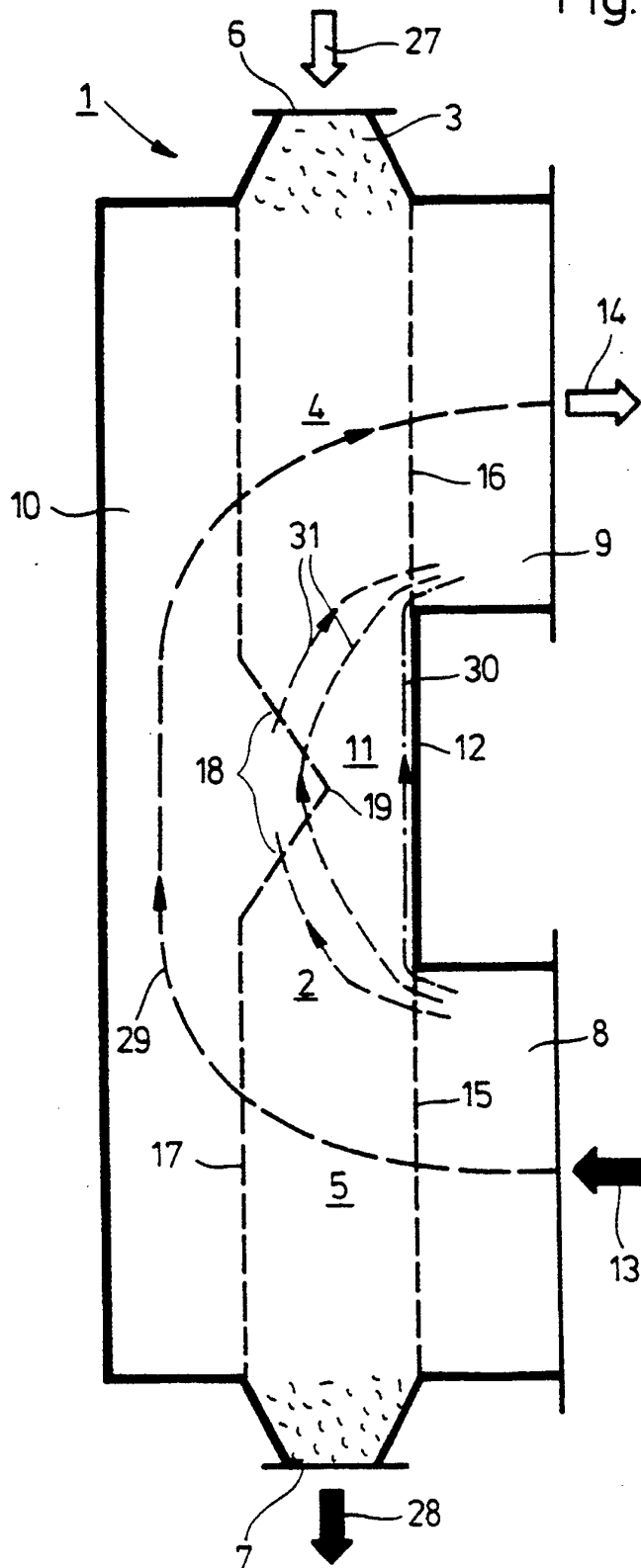


Fig. 2

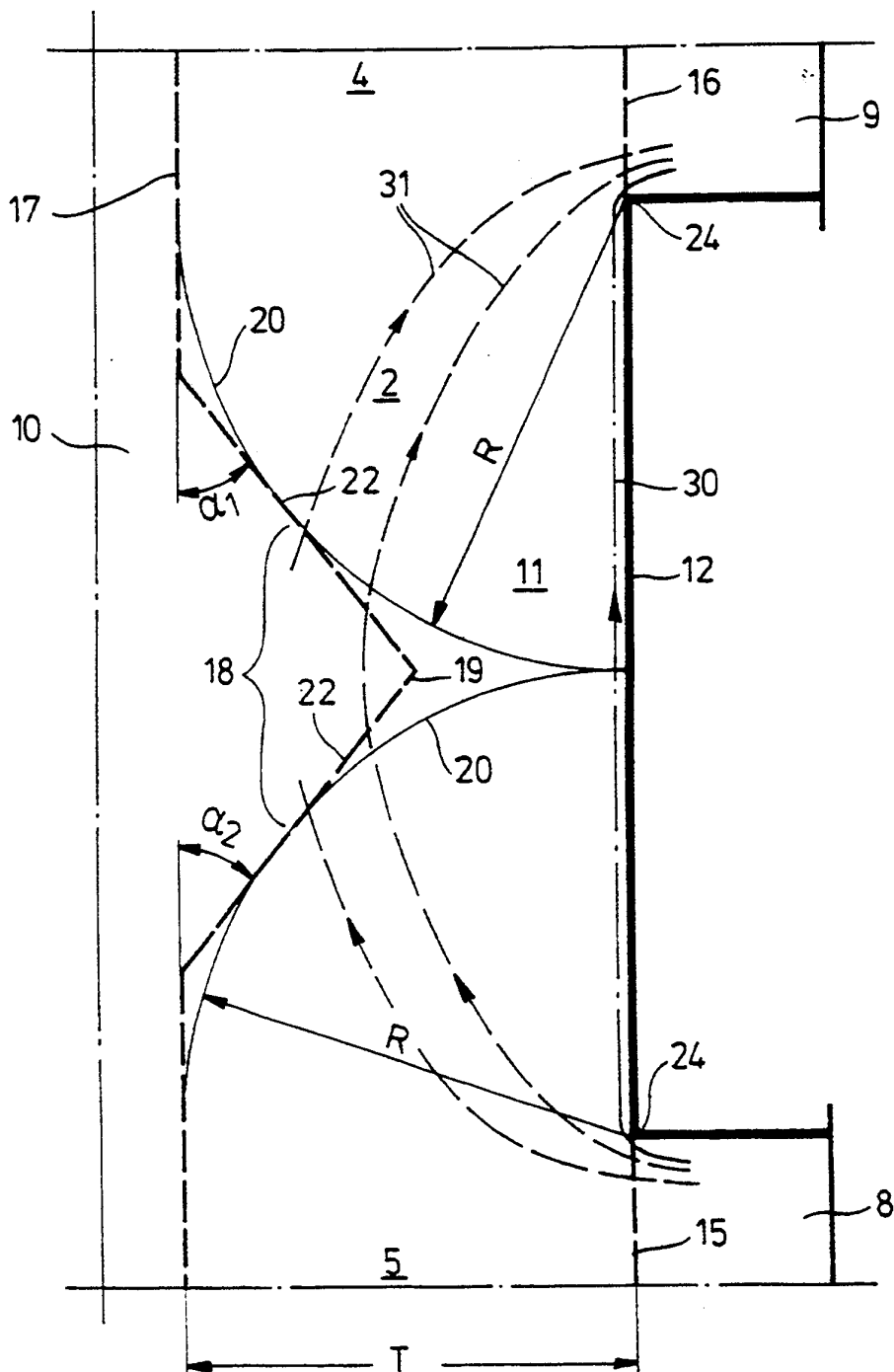


Fig. 3

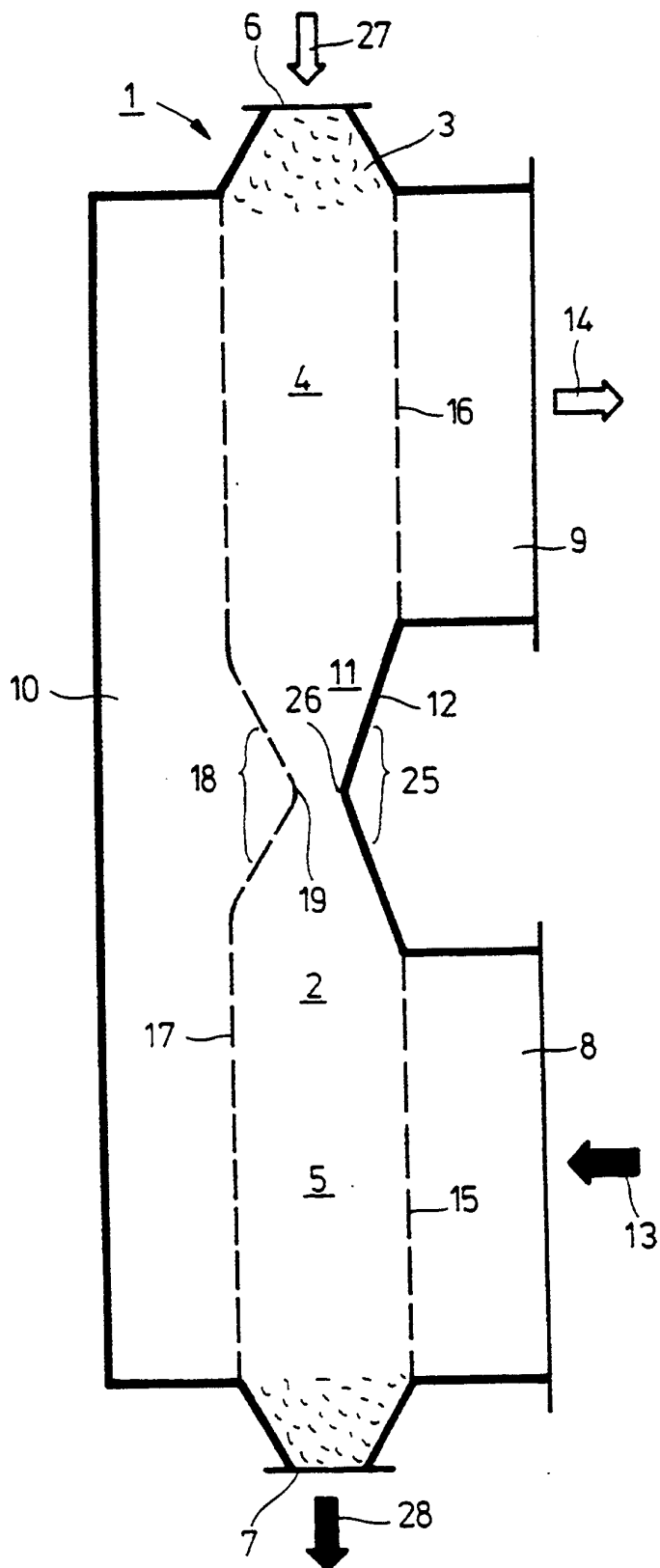




Fig. 5

