



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 299 081 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) F 27 B 15/00
F 27 B 15/10

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD F 27 B / 337 911 3	(22)	16.02.90	(44)	26.03.92
(71)	siehe (73)				
(72)	Ijäs, Lasse, SF; Asikainen, Aimo, SF; Hotta, Arto, SF; Raskin, Neil, US; Stone, James, US; Beavers, Gregory, US; Watson, David, US				
(73)	A. Ahlstrom Corporation, Noormarkku, SF				
(74)	Hübner, Neumann, Radwer, Rechtsanwalt und Patentanwälte, Frankfurter Allee 286, O - 1130 Berlin, DE				
(54)	Wasserwände in einem Wirbelschichtreaktor				

(55) Wirbelschichtreaktor; Wasserwände; Erosion; Feuerfestauskleidung; Wasserrohre; Wasserrohr Ausbildung; Wasserwandabschnitt

(57) Ein wärmeerzeugender Wirbelschichtreaktor weist in seinem Bodenabschnitt einen Rost zur Eingabe von Fluidisierungsgas in den Reaktor und Wände auf, die als Wasserwand aufgebaut sind, in denen vertikale Wasserrohre durch flaches Plattenmaterial miteinander verbunden sind. Die Wasserwände sind an ihrem unteren Teil feuerfest ausgekleidet, um Wärme und Erosion standzuhalten. Die Wasserrohre sind im Zwischenabschnitt zwischen dem unbeschichteten oberen Wasserwandabschnitt und der feuerfest ausgekleideten unteren Wasserwandabschnitt um einen Winkel zur Vertikalebene auswärts gebogen, um Erosion zu minimieren, die durch die Wände des Reaktors entlang abwärtsfließenden Partikel verursacht wird.

Patentansprüche:

1. Reaktorkammer in einem Wirbelschichtreaktor mit einem Rost im Boden der Reaktorkammer und Wänden, die die Reaktorkammer horizontal festlegen, wobei die genannten Wände im oberen Teil einen hauptsächlich vertikalen oberen Wasserwandabschnitt aufweisen, wobei die Rohre der Wasserwand zur Bildung der Wasserwand mit Flossen oder flachen Platten verbunden sind; im unteren Teil einen feuerfest ausgekleideten unteren Wandabschnitt aufweisen, und zwischen dem oberen Wasserwandabschnitt und dem feuerfest ausgekleideten unteren Abschnitt einen Wasserwand-Zwischenabschnitt aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Wasserwand im Wasserwand-Zwischenabschnitt um einen Winkel zur Vertikalebene auswärts gebogen ist.
2. Reaktorkammer gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Wasserwand im Wasserwand-Zwischenabschnitt erstens nach außen und zweitens zurück zur Vertikalen gebogen ist.
3. Reaktorkammer gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Wasserwand im Wasserwand-Zwischenabschnitt erstens nach außen und zweitens zurück zur Vertikalen gebogen ist, um einen Winkel zur Vertikalebene zu bilden.
4. Reaktorkammer gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer vorderen und/oder hinteren Wand in einer Reaktorkammer eine Wasserwand im Wasserwand-Zwischenabschnitt erstens nach außen und zweitens zurück zur Vertikalen gebogen ist, um einen Winkel zur Vertikalebene zu bilden.
5. Reaktorkammer gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Innenfläche der feuerfesten Auskleidung am Wasserwand-Zwischenabschnitt auf derselben Ebene ist wie die Vertikalebene der Flossen oder der flachen Platten im oberen Wasserwandabschnitt oberhalb der feuerfesten Auskleidung.
6. Reaktorkammer gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Abschirmplatte als vertikale Fortsetzung der vertikalen Flossen oder der flachen Platten angeordnet ist, um die feuerfeste Auskleidung an ihrem obersten Teil zu schützen.
7. Reaktorkammer gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Innenfläche der feuerfesten Auskleidung am Wasserwand-Zwischenabschnitt eine nach unten und innen geneigte Fläche bildet, die auf einer Vertikalebene außerhalb von der Vertikalebene der Flossen oder der flachen Platten beginnt.
8. Reaktorkammer gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die feuerfeste Auskleidung am Wasserwand-Zwischenabschnitt in einem Abstand unterhalb der ersten Biegung der Wasserwand beginnt und eine Kante mit der Wasserwand bildet.
9. Reaktorkammer gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Höhe des feuerfest ausgekleideten Abschnittes gleich 1:3 bis 1:10 von der Höhe des Wasserwandabschnittes ist.
10. Reaktorkammer gemäß Anspruch 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand zwischen der ersten Biegung und der zweiten Biegung 200 bis 400 mm beträgt.
11. Reaktorkammer gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wasserwand erstens um einen Winkel von 5 bis 30° von der Vertikalen auswärts gebogen ist.
12. Reaktorkammer gemäß Anspruch 3 oder 4, und **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wasserwand zweitens um einen Winkel von 5 bis 30° von der Vertikalen einwärts gebogen ist.
13. Reaktorkammer gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Ecken der Reaktorkammer am Wasserwand-Zwischenabschnitt gabelförmig verzweigte Wasserrohre installiert sind, um die Wasserwand an der Biegung in der Wasserwand abzudichten.
14. Wand in einer Reaktorkammer in einem Wirbelschichtreaktor, wobei die genannte Wand eine Wasserwand umfaßt, welche an ihrem unteren Teil feuerfest ausgekleidet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die genannte Wasserwand an einer Stelle unmittelbar oberhalb des feuerfest ausgekleideten Wasserwandabschnittes auswärts gebogen ist.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

Diese Erfindung betrifft eine neue Geometrie der umgrenzenden Wasserwände in einem vertikalen Wirbelschichtreaktor und im besonderen die Geometrie der Wasserwände in einem Zwischenbereich zwischen dem oberen unbeschichteten Wasserwandabschnitt und dem unteren feuerfest ausgekleideten Wasserwandabschnitt.

Wirbelschichtreaktoren werden in einer Vielzahl verschiedener Verbrennungs-, Wärmeübertragungs-, chemischen oder metallurgischen Prozessen eingesetzt. Je nach dem Prozeß werden im System verschiedene Bettmaterialien fluidisiert oder zirkuliert. Bei Verbrennungsprozessen können partikelförmige Brennstoffe wie Kohle, Koks, Lignit, Holz, Holzabfall, Kohleabfall oder Torf wie auch andere partikelförmige Materialien wie etwa Sand, Asche, Schwefelabsorbens, Katalysatoren oder Metalloxide die Bestandteile der Wirbelschicht sein.

Ein wärmeerzeugender Wirbelschichtreaktor umfaßt eine senkrechte Reaktorkammer mit hauptsächlich vertikalen Umfassungswänden. Die Wände sind als Wasserwände oder Rohrwände ausgeführt, in denen vertikale Rohre durch flaches Plattenmaterial oder „Flossen“ miteinander verbunden sind. Die Wände im unteren Teil des Reaktors sind gewöhnlich feuerfest ausgekleidet, um Wärme und Erosion standzuhalten. Die Aggressivität der abrasiven Partikel und die relativ hohe Konzentration festen Materials führen zu erosivsten Verhältnissen im Bodenabschnitt des Reaktors.

An bestimmten Stellen im Reaktor gibt es Strömungen des Bettmaterials sowohl nach unten als oben. Der absolute Massenstrom variiert in radialer und axialer Richtung in der Reaktorkammer. Der abwärtsfließende Massenstrom ist am höchsten in der Nähe der Umfassungswände. Wenn die Partikeldichte weiter nach unten in der Reaktorkammer zunimmt, wächst auch der die Umfassungswände entlang abwärtsfallende Partikelfilm. Der abwärtsfallende Film kann 10 bis 50 mm dick oder dicker sein. Jede Richtungsänderung des abwärtsfallenden Films ruft Erosion hervor.

Die obere Kante der feuerfesten Auskleidung in der Wasserwandkonstruktion bildet eine Schulter in der Reaktorkammer und erzeugt turbulente Strömung im abwärtsfallenden Film des Bettmaterials. Die Richtung des Films, der die zwei benachbarte Rohre verbindenden „Flossen“ entlang vertikal abwärtsfließt, wird teilweise geändert und zum Fließen die Grenzlinie der feuerfesten Auskleidung entlang veranlaßt. Der verwirbelte und der horizontale Partikelstrom die Grenzlinie entlang verursachen starke Erosion der Wasserwandrohre insbesondere dicht an der feuerfesten Auskleidung. Die Erosion ist besonders problematisch in mit festem Brennstoff beheizten Kesseln mit hocheerosiven Verhältnissen.

Die Rohre der Wasserwände sollen zeitweise überprüft und eventuell mit Opfermaterial neu überzogen oder gegen neue ausgetauscht werden. Ein längerer Stillstand ist erforderlich für das Herausschneiden von beschädigten und für die Installation von neuen Rohren oder für die Erneuerung des Opfermaterials. Beide sind arbeitsaufwendige und zeitraubende Prozesse. Obwohl das Problem der Erosion von Rohren in Wirbelschichtreaktoren wohl bekannt ist und verschiedene Lösungen zur Minimierung der Erosion vorgeschlagen werden sind, sind solche Lösungen nicht vollkommen erfolgreich gewesen. Eine feuerfeste Auskleidung, die die Rohre hoch in den Reaktor hineinabschirmt, würde die Erosion vermindern, aber auch den Wärmeübergang auf die Rohre verschlechtern.

In besonders verwundbaren Bereichen hat man versucht, den Rohren eine Opferschicht aufzuschweißen. Die Verschweißungen würden in hocherosiver Umgebung jedoch nicht sehr lange halten. Es ist auch vorgeschlagen worden, die Rohre mit widerstandsfähigem Material, d. h. mit gesintertem Metall oder keramischen Stoffen zu beschichten. Dies ist eine teure Lösung und verschlechtert den Wärmeübergang auf die Rohre.

Man hat auch vorgeschlagen, die Strömungsgeschwindigkeit an den Rohrwänden durch Anschweißung von Stiften oder anderen Hindernissen zu verlangsamen, die die Strömungsgeschwindigkeit der Partikel auf den Rohren herabsetzen. Die hohe Geschwindigkeit im Reaktor ist jedoch von Vorteil für den Wärmeübergang auf die Rohrwände und sollte nicht unbedingt reduziert werden. Im schwedischen Patent Nr. SE 454,725 hat man auch vorgeschlagen, den Rohren gekrümmte Segmente an Stellen mit besonders starkem Verschleiß aufzuschweißen.

Man hat im schwedischen Patent Nr. SE 452,360 ferner vorgeschlagen, die ganzen Reaktorwände nach oben und innen geneigt auszuführen, um Erosion an den Wänden zu vermindern. Dies ist eine sehr eigenartige Konstruktion und nicht sehr leicht zu verwirklichen.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Anordnung der Rohrwände in einem Wirbelschichtreaktor vorzusehen, die Erosion an den Stellen minimiert, die dicht am feuerfest ausgekleideten Teil der Wände liegen.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Ausfallzeit bei Wirbelschichtkesseln infolge von Rohraustausch zu verkürzen.

Um die obigen Ziele zu erreichen, ist die Rohrwand in der Zwischenzone zwischen der nicht feuerfest ausgekleideten Rohrwand und der feuerfest ausgekleideten Rohrwand um einen Winkel zur Vertikalebene nach unten und außen gebogen.

Die Rohrwand ist in einem Abstand unterhalb der ersten Biegung der Rohrwand entweder zurück zur Vertikalen gebogen oder aber die Rohrwand kann um einen Winkel einwärts gebogen sein, um eine nach innen geneigte Wand der Brennkammer zu bilden. Besonders könnten die vordere und hintere Wand als geneigte Wände ausgebildet sein, die Seitenwände könnten vertikal sein.

Die obere Kurzbeschreibung sowie weitere Aufgaben, Eigenschaften und Vorzüge der vorliegenden Erfindung weiß man mehr zu schätzen anhand der folgenden detaillierten Beschreibung der derzeit bevorzugten Ausführungsformen in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen, worin

Fig. 1: einen Querschnitt durch den unteren Teil eines Wirbelschichtreaktors darstellt,

Fig. 2: eine vergrößerte schematische Ansicht eines Teils der Zwischenzone zwischen der oberen unbeschichteten Rohrwand und der unteren feuerfest ausgekleideten Rohrwand darstellt, und

Fig. 3: ein Querschnitt aus Fig. 2 ist.

Fig. 1 zeigt den unteren Teil eines Wirbelschichtreaktors mit einer Brennkammer 1 und umfassenden Rohrwänden 2 wie etwa Membranwänden. Das Partikelmaterial in der Brennkammer wird durch Luft fluidisiert, die aus einer Luftkammer 3 unterhalb der Brennkammer eingeführt wird. Die Luft wird aus der Luftkammer in die Brennkammer durch Düsen 4 in einer Rostplatte 5 verteilt. Falls zur Fluidisierung des Partikelmaterials in der Brennkammer anderes Gas als Luft verwendet wird, soll Luft oder oxidierendes Gas durch andere, nicht dargestellte Einlässe eingegeben werden. Brennstoff, Zusätze und anderes Partikelmaterial oder Sekundärgas werden bei Bedarf durch Einlässe eingegeben, die in der Fig. nicht dargestellt sind.

Die Wasserwände sind im oberen Teil der Brennkammer 6 unbeschichtet. Im unteren Teil der Brennkammer 7 sind die Wasserwände mit feuerfestem Material 8 ausgekleidet. In einer Zwischenzone 9 zwischen der oberen unbeschichteten Wasserwand 10 und der unteren feuerfest ausgekleideten Wasserwand 11 sind die Wasserwände auswärts gebogen. Die Höhe des feuerfest ausgekleideten Wandabschnittes zur Höhe der gesamten Vertikalwand in der Brennkammer ist in der Regel 1:3 bis 1:10.

Die Zwischenzone ist in Einzelheiten aus Fig. 2 und 3 ersichtlich. Die Wasserwand 10 ist am Punkt 12, dem Übergang zur Zwischenzone zwischen der unbeschichteten und feuerfest ausgekleideten Wasserwand um einen Winkel α ab- und auswärts gebogen. Der Winkel α zwischen der gebogenen Wasserwand und der Vertikalebene kann 5 bis 30° betragen. In den meisten Fällen reicht ein Winkel von ca. 10 bis 20° aus.

Die feuerfeste Auskleidung 8 der Wasserwand beginnt an der Biegung. Die Innenfläche 13 der Auskleidung bildet eine gerade, nach unten erstreckende Verlängerung der Innenfläche 14 der flachen Platten oder der Flossen 15, die zwei benachbarte Rohre 10 verbinden. Die Innenfläche der feuerfesten Auskleidung ist auf derselben Vertikalebene wie die Vertikalebene der flachen Platten oder der Flossen. Die Konstruktion vermeidet die Schulter, die gewöhnlich durch die feuerfeste Auskleidung in einer geraden vertikalen Wasserwand gebildet wird und läßt den abwärtsfallenden Film die Rohre ohne Turbulenzen des Partikelstromes durchfließen. Ein die Flossen 15 entlang abwärtsfließender Partikelstrom kann dann die feuerfeste Auskleidung entlang weiter nach unten fließen, ohne zu einer Richtungsänderung veranlaßt zu werden. Auch die Rohre 10 entlang abwärtsfließenden Partikel können die Strömung ohne Störungen fortsetzen. Die Biegung der Wasserwand schützt die Wandrohre sehr wirksam. Die oberste relativ dünne Schicht der feuerfesten Auskleidung kann durch einen Überzug oder eine Abschirmplatte 17 geschützt werden, die als vertikale Verlängerung mit der Platte 15 verschweißt ist, in Fig. 4 dargestellt um die feuerfeste Auskleidung an ihrem obersten Teil zu schützen.

Bei Bedarf kann eine Abstützung auf die Außenfläche der Wasserwand aufgeschweißt werden, um die Wasserwand an der Biegung zu versteifen.

In der Zwischenzone 9 ist die Wasserwand an einem weiter nach unten gelegenen Punkt 16 zurück zur Vertikalen gebogen. Die Wasserwand kann auch weiter einwärts gebogen sein, wenn die Querschnittsfläche des unteren Teils der Brennkammer nach unten hin abnehmen soll, wie aus Fig. 1 und 5 zu ersehen ist. Wenn die Wasserwand weiter einwärts gebogen ist, bildet die Innenfläche der feuerfesten Auskleidung eine nach unten und innen geneigte Fläche der feuerfesten Auskleidung, die auf einer Vertikalebene außerhalb der Vertikalebene der Flossen beginnt.

Zweitens können die Wasserwände um einen Winkel von ca. 5 bis 30° von der Vertikalen nach innen gebogen sein. Der Abstand zwischen der ersten und zweiten Biegung kann ca. 200 bis 400 mm betragen.

Der Zwischenabschnitt 9 der Wasserwände kann leicht als Modulsystem mit verschiedenen Biegungen ausgeführt sein und mit den geraden Wandabschnitten leicht verbunden werden.

Die feuerfeste Auskleidung kann gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung mit einer Kante oder einem Schulterabschnitt ausgeführt sein, wie in Fig. 5 dargestellt, wobei die Auskleidung unterhalb der ersten Biegung in der Wasserwand beginnt. Die Schulter kann einen spitzen Winkel β zur Vertikalebene bilden. Der Winkel β ist vorzugsweise so gewählt, daß sich auf der Schulter keine Partikel anhäufen, es kann z.B. ein Winkel von ca. 45° verwendet werden. Bei dieser Ausführungsform kann die Oberfläche der feuerfesten Auskleidung durch eine Stahlplatte oder entsprechendes abgeschirmt sein, um die feuerfeste Auskleidung vor Beschädigung zu schützen.

Die feuerfeste Auskleidung kann gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung mit einem geneigten Schulterabschnitt ausgeführt sein, wie in Fig. 6 dargestellt, wobei die Auskleidung auch unterhalb der ersten Biegung der Wasserwand beginnt. Der die Wasserwand entlang abwärtsfallende Partikelfilm gleitet nach dem Auftreffen auf die feuerfeste Auskleidung abwärts.

Bei den in Fig. 5 und 6 gezeigten Ausführungsformen setzen die abwärtsfließenden Partikel ihre Strömung ohne starke Turbulenzen fort, die Erosion an der Grenzlinie der Auskleidung verursachen. Die Dicke der feuerfesten Auskleidung kann bei diesen Ausführungsformen unabhängig von den Biegungen der Wände gewählt werden. Die feuerfeste Schicht beginnt vorzugsweise unter der Ebene, auf der die Innenfläche der Rohre nach der Biegung die Vertikalebene der Platten 15 erreicht hat. Auf diesem Niveau verursachen die von den Platten 15 herabfließenden Partikel keine erodierende Turbulenzen an der Grenzlinie zwischen den Rohren und der feuerfesten Auskleidung.

Zusätzlich kann die Rohroberfläche an der Biegung durch Opfermaterial geschützt werden, das in diesem Fall nicht sehr leicht verschlissen wird, weil die turbulente Partikelströmung in der Nähe der Rohroberfläche zurückgegangen ist.

Gabelförmig verzweigte Rohre 18, wie in Fig. 6 dargestellt, können im Zwischenabschnitt in den Ecken der Reaktorkammer zur Abdichtung der Wasserwand an den Biegungen in den Ecken installiert werden. Die Abstände zwischen den Rohren nehmen in den Ecken zu, wenn die Rohre gebogen werden. Zusätzliche Rohre, z.B. gabelförmig verzweigte Rohre können eingesetzt werden, um die Räume zwischen den Rohren abzudichten.

Obwohl die vorliegende Erfindung in Verbindung mit den bevorzugten Ausführungsformen beschrieben ist, sollte es sich verstehen, daß sich natürlich weitere Ausgestaltungen, Formen und Modifikationen der Erfindung, die vom eigentlichen Schutzzumfang und Gedanken der beigefügten Ansprüche erfaßt werden, einem vom Fach leicht auf tun. Es sollte verstanden werden, daß alles hier Dargelegte oder in den beiliegenden Zeichnungen Gezeigte in einem illustrativen, aber nicht einschränkendem Sinne ausgelegt werden soll.

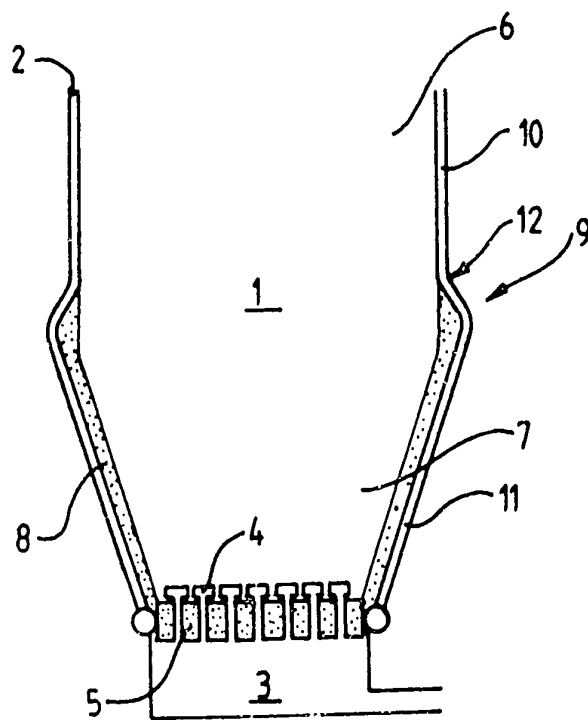


FIG. 1

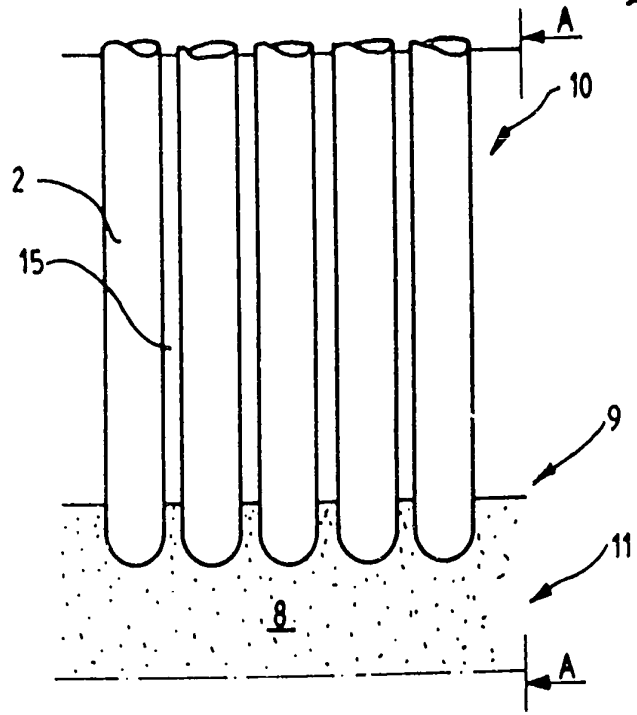


FIG. 2

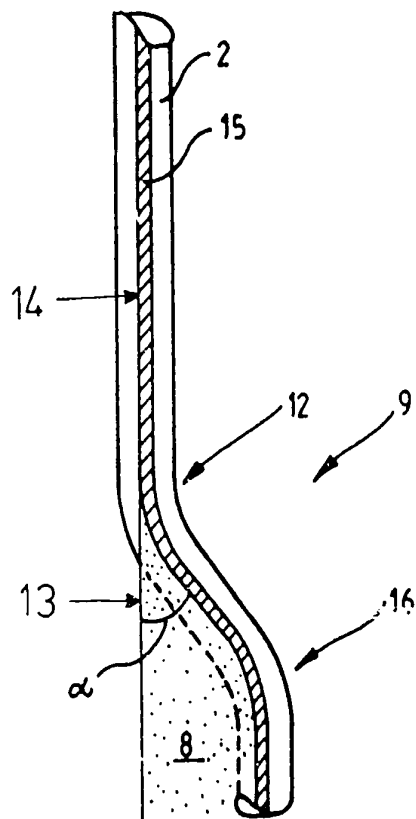


FIG. 3

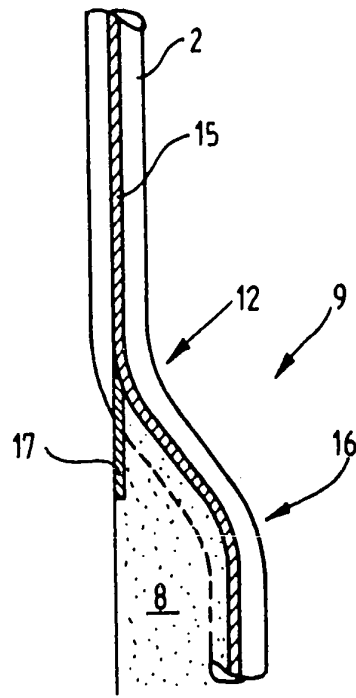


FIG. 4

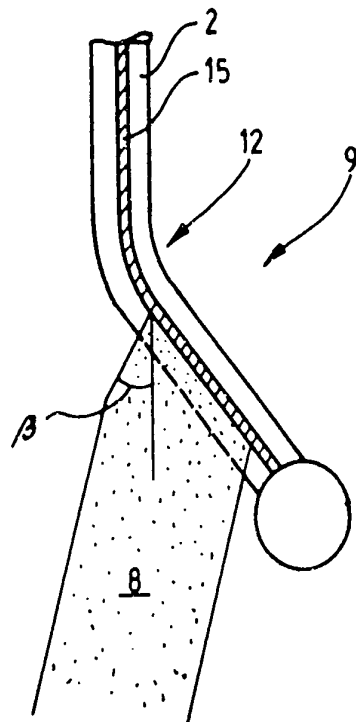


FIG. 5

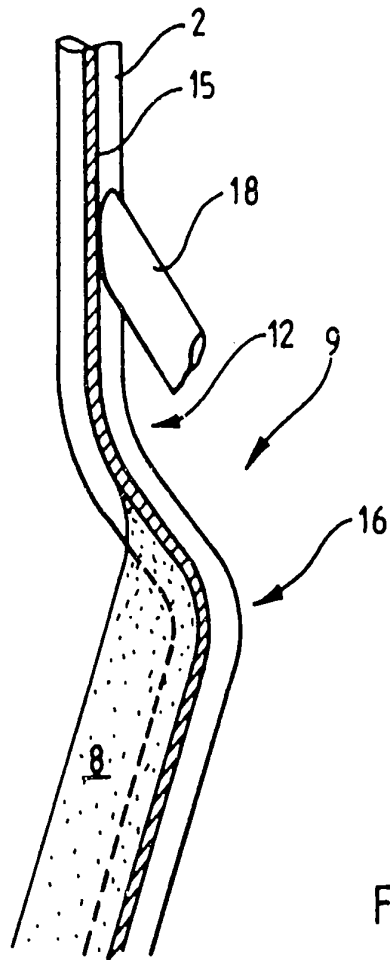


FIG. 6