

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 308 212 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

07.05.2003 Patentblatt 2003/19(51) Int Cl.7: **B03C 3/16, B03C 3/53**(21) Anmeldenummer: **02024172.5**(22) Anmeldetag: **30.10.2002**

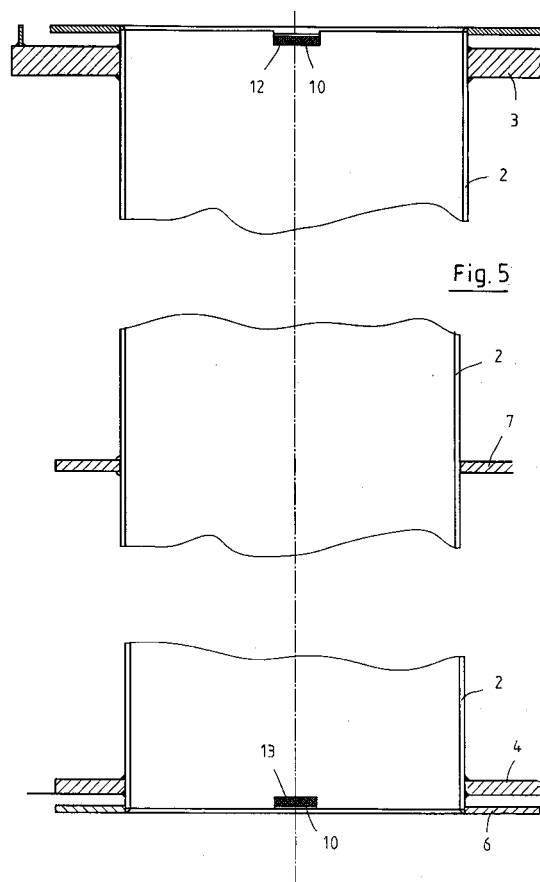
(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorität: **31.10.2001 DE 10153236****12.06.2002 DE 20209172 U**(71) Anmelder: **Plasticon Germany GmbH****46539 Dinslaken (DE)**(72) Erfinder: **van Laak, Hermann****46569 Hünxe (DE)**(74) Vertreter: **Ackmann, Günther, Dr.-Ing. et al****Ackmann, Menges & Demski,
Patentanwälte****Tonhallenstrasse 16****47051 Duisburg (DE)**(54) **Nasselektrofilter**

(57) Die Erfindung betrifft ein Erdungssystem, insbesondere für Nasselektrofilter 1 zur Abscheidung von Schwefeloxiden und Stäuben aus Abgasen, bestehend aus mehreren Niederschlagsrohren 2, die mit Erdungsmitteln ausgestattet sind. Zur Vermeidung von Transportschäden und für eine mögliche Begehung der Oberfläche des Nasselektrofilters 1 wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Niederschlagsrohre 2 zumindest an einer Endseite Durchbrüche 12 in das Rohrinne aufweisen, in welche Erdungselemente hineinragen, wobei die mittleren Erdungselemente wenigstens zwei benachbarte Niederschlagsrohre 2 elektrisch leitend miteinander verbinden. Hierdurch wird einerseits eine ausgezeichnete elektrische Kontaktierung in das Rohrinne hergestellt und andererseits wird durch die Erdungselemente und die vorgesehenen Verbindungsstreifen die Gefahr von Brüchen bei Begehungen weitestgehend ausgeschlossen.

**Fig. 5****EP 1 308 212 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Nasselektrofilter, insbesondere zur Abscheidung von Schwefeloxiden und Stäuben aus Abgasen, bestehend aus mehreren Niederschlagsrohren, die mit Erdungsmitteln ausgestattet sind, wobei die Niederschlagsrohre zumindest an einer Endseite Durchbrüche in das Rohrinne aufweisen und in einer Aufnahmeeinrichtung einhängbar ausgebildet ist.

[0002] Nasselektrofilter werden bevorzugt in Rauchgasanlagen eingesetzt, um eine Abscheidung von Schwefeloxiden und Stäuben aus den Abgasen vorzunehmen. Die Nasselektrofilter bestehen aus einem Bündel von vorzugsweise Kunststoffrohren, die durch geeignete Tragmanschetten und Führungsringe gehalten werden. In der Mitte eines jeden Rohres verläuft eine Elektrode, wobei im Betrieb des Filters die Innenwände der Rohre mit einer fließenden elektrisch leitfähigen Waschflüssigkeit benetzt werden und zwischen der Elektrode und der Wand des Rohres ein starkes elektrisches Feld ausgebildet ist. Durch das elektrische Feld wird eine Ionisation der Abgase erzielt, sodass diese elektrisch aufgeladen werden und den elektrischen Feldlinien folgend, zu den Rohrwänden wandern. Dort werden die geladenen Abgasteilchen von einer Waschflüssigkeit aufgenommen und über die Rohrenden nach außen transportiert. Aufgrund des hohen elektrischen Feldes ist es zur Vermeidung von elektrischen Durchschlägen hierbei erforderlich, dass die Rohre geerdet sind.

[0003] Aus der DE 41 02 732 A1 sind Niederschlagsrohrbündel bekannt, bei denen die einzelnen Rohre an ihren Außenwänden miteinander verklebt sind und jedes Rohr an seinen beiden Enden von außen von einem elektrisch leitfähigen Band als Erdungsleiter eingefasst ist. In der Wand des Rohres unterhalb des leitfähigen Bandes sind durchgehende Bohrungen angeordnet, die das leitfähige Band mit der Rohrinne verbinden. Als nachteilig hat sich erwiesen, dass eine Austauschbarkeit der einzelnen Rohre nicht gegeben, bzw. nur mit hohem Arbeitseinsatz durchgeführt werden kann.

[0004] Aus der DE 198 33 226 A1 ist ebenfalls ein Niederschlagsrohrbündel für Nasselektrofilter bekannt, bei dem zur Rohrerdung in jedem Niederschlagsrohr eine obere Erdung als innere Erdung und eine untere Erdung, die in die Oberfläche des Niederschlagsrohres eingeschweißt ist, vorhanden ist. Die einzelnen Erdungspunkte der Rohre werden hierbei elektrisch miteinander verbunden. Die innere Erdung besteht beispielsweise aus einem Polypropylen-Spritzgussring mit vier Graphiteinlege teilen und einer Graphitfolienummantelung, während die untere Erdung aus einer Kohlenstoffkordel oder einem Kohlenstoffschlauch besteht. Im praktischen Einsatz hat sich jedoch gezeigt, dass die Austauschbarkeit der Niederschlagsrohre nicht im gewünschten Umfang durchführbar ist. Bei geklebten Wabenbündeln ist ein Austausch gar nicht durchführbar

und bei geschweißten Wabenbündeln nur eingeschränkt möglich.

[0005] Bei Kompaktbündeln ist es ferner bekannt im Allgemeinen geflochtene Kohle und Graphitbänder oder -schläuche einzusetzen, über die eine Erdung erfolgt. Bei dieser Ausführung, insbesondere bei eingebügelter Graphitbändern, treten gerade im oberen Bereich eventuelle Montageschäden oder auch Trittschäden bei wiederholten Begehungen der Niederschlagsrohrbündel auf. Hierdurch entstehen instabile elektrische Eigenschaften der verwendeten Kohlenstofffasern, die keine einwandfreie Erdung mehr gewährleisten. Zur sicheren Erdung der Niederschlagsrohrbündel werden ferner Platindrähte um die Außenrohre herum geführt und aufgeschweißt, jedoch besteht hier aufgrund des hohen Platinpreises eine erhöhte Diebstahlgefahr und darüber hinaus kann das dünne Platinband ebenfalls bei der Montage beschädigt werden.

[0006] Die bekannten Lösungen zur Befestigung der Niederschlagsrohre gehen beispielsweise von einem Tragring aus, der zusätzlich an die außenliegenden Rohre angeschweißt wird. Der mittlere Bereich des Rohrbündels ist demzufolge aufgrund der vorhandenen gegenseitigen Abstützungen nur unzureichend gegenüber wechselnden Belastungen gesichert, sodass bei Begehungen der Niederschlagsrohrbündel Beschädigungen auftreten können. In einer weiteren Ausführung sind die einzelnen Niederschlagsrohre insoweit beabstandet, dass zusätzliche Querstreben zwischen den Niederschlagsrohren eingesetzt werden können. Hierdurch wird aber der effektiv nutzbare Querschnitt herabgesetzt.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfaches über den Querschnitt homogen aufgebautes Erdungssystem aufzuzeigen, welches die Gefahr von Transportschäden oder Begehungsschäden weitestgehend ausschließt und eine Reparatur durch ein Reliningrohr ermöglicht. Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Befestigung eines Niederschlagsrohrbündels aufzuzeigen, welches die Gefahr von Transportschäden oder Begehungsschäden weitestgehend ausschließt und darüber hinaus ein großer freier Querschnitt des Niederschlagsrohrbündels zur Verfügung steht.

[0008] Erfindungsgemäß ist zur Lösung der erstgenannten Aufgabe vorgesehen, dass mehrere, einzelne Erdungselemente vorgesehen sind, die umfangsverteilt um die Niederschlagsrohre angeordnet sind und in die vorhandenen Durchbrüche hineinragen, wobei die im mittleren Bereich der Niederschlagsrohre angeordneten Erdungselemente mindestens zwei benachbarte Niederschlagsrohre elektrisch leitend miteinander verbinden.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0010] Die Erdungselemente können an einer Endseite, vorzugsweise an beiden Endseiten, angeordnet sein, wobei die Erdungselemente an die Form der

Durchbrüche in ihrer Höhe und Breite in soweit angepasst sind, dass der Durchbruch nahezu vollständig verschlossen wird. Die Durchbrüche der Niederschlagsrohre befinden sich hierbei in der Zylinderfläche um jeweils 60° zueinander versetzt und reichen vorzugsweise bis zur Stirnseite der Niederschlagsrohre. Das Erdungssystem besteht in einer ersten Ausführungsform aus einzelnen Erdungselementen aus runden oder mehreckigen Erdungsverbindern, welche in die vorhandenen Durchbrüche der Niederschlagsrohre hineinragen und elektrisch leitend miteinander verbunden sind. Ein einzelner Erdungsverbinder kann hierbei in vorteilhafter Weise im mittleren Bereich der Niederschlagsrohre zwei oder ggf. drei Rohre elektrisch leitend miteinander verbinden. Die Montage der Niederschlagsrohrbündel erfolgt bevorzugt in der Form, dass zunächst einzelne Niederschlagsrohre durch eine obere Tragplatte und eine untere Führungsplatte miteinander zu einem Bündel zusammengesetzt und verschweißt werden, wobei eine oder mehrere Führungsplatten in Abhängigkeit von der Länge des Niederschlagsrohrbündels im mittleren Bereich eingesetzt werden. Hierbei ist es vorteilhaft, dass die einzelnen Rohrbündel aus der oberen Tragplatte und unteren Führungsplatte gegebenenfalls herausragen und einen kurzen Überstand aufweisen, welche die notwendigen Durchbrüche für die Erdungselemente besitzen, in welchen die Erdungselemente zwischen den einzelnen Niederschlagsrohren fixiert werden. Dies kann zumindest im oberen Bereich des Niederschlagsrohrbündels oder aber auch im unteren Bereich geschehen. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass im unteren Bereich eine herkömmliche bekannte Erdungstechnik angewendet wird, weil dort die Gefahr von Begehungsschäden äußerst gering ist, während im oberen Bereich das Niederschlagsrohrbündel mit seiner Tragplatte aufgehängt wird, welche wiederum durch eine Abschlussplatte abgedeckt ist, die gleichzeitig zum Begehen vorgesehen ist. Ein wesentlicher Vorteil dieser erfindungsgemäßen Ausführung besteht im Weiteren darin, dass das Erdungssystem zudem erst auf der Baustelle montiert werden kann, sodass Transportschäden oder Montageschäden vor dem ersten elektrischen Anschluss entfallen.

[0011] Ein besonderer Vorteil ergibt sich dadurch, dass keine faserförmigen Gebilde verwendet werden, die durch Materialbeanspruchung oder Transportschäden ihren eigentlichen Zweck der elektrischen Kontaktgebung nicht mehr erfüllen können. Vorzugsweise bestehen die Erdungselemente aus runden oder mehreckigen, beispielsweise annähernd dreieckförmigen, Erdungsverbindern, wobei die Randfläche der Erdungselemente drei konkave Teilflächen aufweisen, die in die korrespondierenden Durchbrüche der Niederschlagsrohre hineinragen und somit einen großflächigen Erdungsanschluss innerhalb des Niederschlagsrohrs bilden. Die in die Durchbrüche hineinragenden konkaven Teilflächen der Erdungselemente können zur Innenfläche bündig oder zurückstehend angeordnet sein. Vor-

zugsweise bestehen die Erdungselemente aus gepresstem Kohlenstoff (Graphit), der eine hervorragende elektrische Leitfähigkeit besitzt. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass ein Trägermaterial mit Kohlenstoff beschichtet wird.

[0012] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass zwei benachbarte Erdungsverbinder durch einen oder mehrere elektrisch leitende Verbindungsstreifen, vorzugsweise Kohlenstoffstreifen, Kohlenstoffstangen oder Verbundstreifen aus einer homogenen Kohlenstoffschicht mit einer chemisch und thermisch resistenten Trägerschicht oder einer kompakten Trägerschicht mit einer C-Faser verstärkten Matrix aus Kohlenstoff oder Fluorkunststoff, verbunden sind, wobei die Verbindungsstreifen in Einschnitten der Erdungselemente einklemmbar gehalten sind oder die Kohlenstoffstangen über Erdanziehung den Kontakt bilden. Der verwendete Kohlenstoff bzw. Graphit besitzt hierbei einerseits hervorragende elektrische Eigenschaften und ist andererseits homogen und flexibel, während die Verbindungsstreifen für dauerhafte Biegefestigkeit ausgelegt sind, sodass Brüche der Verbindungsstreifen vermieden werden. Die Verbindungsstreifen sind bei einer ersten Ausführungsform des Erdungssystems zur elektrisch leitenden Verbindung einzelner Erdungselemente vorgesehen, wobei mindestens ein oder mehrere Verbindungsstreifen jeweils zwei benachbarte Erdungselemente miteinander verbinden können. Die Verbindungsstreifen werden hierbei in Einschnitten der Erdungselemente einklemmbar gehalten und führen somit zu einer sicheren Kontaktierung. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass mehrere Erdungselemente durch eine elektrisch leitende stirnseitige Abschlussplatte miteinander verbunden sind, welche auf den äußeren Seitenflächen der Erdungselemente zu liegen kommt. Die Abschlussplatte kann hierbei aus einem Trägermaterial und einer elastisch aufgeklebten Kohlenstoffschicht bestehen, sodass auch bei späteren Begehungen eine ausreichende Trittfestigkeit gegeben ist.

[0013] Der besondere Vorteil der erfindungsgemäßen Ausführung eines Erdungssystems besteht darin, dass eine Reparatur defekter Niederschlagsrohre innerhalb eines Rohrbündels im gegebenenfalls eingebauten Zustand vorgenommen werden kann. Eine Reparatur kann beispielsweise dann erforderlich sein, wenn durch eine Überhitzung infolge eines elektrischen Spannungsdurchschlags heiße Rauchgasstränge innerhalb des Niederschlagsrohrs gebildet werden. Hier besteht beispielsweise die Möglichkeit, dass defekte Rohr durch ein sogenanntes Reliningrohr zu reparieren, wobei das Reliningrohr in das vorhandene Rohr einfach eingeschoben werden kann und korrespondierende Durchbrüche für die Erdungselemente aufweist. Die Erdungselemente können im Reparaturfall durch an das Reliningrohr angepasste Erdungselemente mit längeren, hervorstehenden Vorsprüngen ausgetauscht werden.

[0014] In besonderer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Erdungselemente aus einer elek-

trisch leitenden stirnseitigen Abschlussplatte bestehen, die zu den Durchbrüchen der Niederschlagsrohre korrespondierende konkave ausgebildete Vorsprünge aufweisen. Bei dieser Ausführung wird auf einzelne Erdungselemente verzichtet und stattdessen eine elektrisch leitende Abschlussplatte verwendet, die durch entsprechend konkave ausgebildete Vorsprünge unmittelbar in die Durchbrüche der Niederschlagsrohre hineinragen und damit für eine ausreichende Erdung sorgen. Ähnlich wie bei den Erdungselementen sind die ausgebildeten Vorsprünge an die Abmessungen der Durchbrüche angepasst, sodass diese nahezu vollständig verschlossen werden und aufgrund ihrer konkaven Ausbildung ein flächenbündigen Abschluss innerhalb des Niederschlagsrohrs bilden. Die Abschlussplatte kann hierbei aus einem Trägermaterial und einer elastisch aufgeklebten Kohlenstoffschicht bestehen, wobei die Kohlenstoffschicht den Niederschlagsrohren zugewandt ist, oder aber es kann in vorteilhafter Weise bei alleiniger Erdung zur Vermeidung von Schäden eine Sandwichbauweise verwendet werden, die eine Abschlussplatte mit einer mittleren Kohlenstoffschicht und zwei äußeren Trägerschichten aufweist. Diese Ausführungsform zeichnet sich durch besonders hohe Tritteigenschaften aus und ermöglicht eine wiederholte Begehung des Niederschlagsrohrbündels ohne das entsprechende Schäden auftreten können. Die Abschlussplatte ist hierbei so aufgebaut, dass der Zwischenraum zwischen den einzelnen Niederschlagsrohren vollständig abgedeckt ist, während hingegen die lichte Öffnungsweite der Niederschlagsrohre durch entsprechende Bohrungen freigehalten wird, damit die Rauchgase hindurch geführt werden können. Die Niederschlagsrohre selbst können aus Rundrohren bestehen, die zu einer möglichst kompakten Struktur zusammengefügt sind.

[0015] Um eine Beschädigung des Nasselektrofilters im oberen begehbaren Bereich auszuschließen ist zur Lösung der zweiten Aufgabe vorgesehen, dass die Niederschlagsrohre zumindest mit einer oberen Tragplatte verbunden sind, die fluchtend zu den Niederschlagsrohren korrespondierende Durchbrüche und einen Flanschkragen aufweist, der in einem Tragrahmen und/oder Gehäuse einhängbar ist. Gegenüber einem Tragring wird zur Stabilitätserhöhung eine Tragplatte verwendet, die das gesamte Eigengewicht des Rohrbündels aufnimmt und darüber hinaus bei entsprechender Dimensionierung die Kräfte in das vorhandene Gehäuse beziehungsweise den Tragrahmen direkt einleiten kann, und zwar auch zusätzliche Kräfte, die durch die Begehung des Niederschlagsrohrbündels auftreten können. Dadurch, dass die einzelnen Niederschlagsrohre mit der Tragplatte verbunden sind wird eine selbsttragende Konstruktion geschaffen, wobei die Rohrwandungen durch eine Verschweißung mittragend ausgebildet sind. Die aufzunehmende Last wird somit nicht von Niederschlagsrohr zu Niederschlagsrohr übertragen, sondern insgesamt von der Tragplatte aufgenommen und die einzelnen Niederschlagsrohre sind lediglich

mit dieser einzeln verbunden, sodass die Niederschlagsrohre in der vorgesehenen Position sicher gehalten werden und ferner keiner zusätzlichen Belastung ausgesetzt sind.

[0016] Um die Tragfähigkeit des Niederschlagsrohrbündels weiter zu erhöhen und eine mögliche Durchbiegung auszuschließen ist in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass eine zweite obere Tragplatte vorhanden ist, die vorzugsweise in einem Abstand von ca. 300 bis 500 mm zur ersten Tragplatte angeordnet ist und ebenso mit den Niederschlagsrohren verbunden, beispielsweise verschweißt, ist. Durch die zweite Tragplatte, welche jedoch nicht auskragend auf dem Tragrahmen und Gehäuse aufliegt, wird der obere Endbereich der Niederschlagsrohre zur Aussteifung benutzt, wobei die einzelnen Niederschlagsrohre und die beiden beabstandeten Tragplatten konstruktionsverstärkend wirken und quasi die Funktion eines Doppel-T-Trägers erfüllen, sodass eine extrem hohe Eigenstabilität erzielt wird. Zu diesem Zweck ist unter anderem die obere erste und zweite Tragplatte mit den Niederschlagsrohren verschweißt. Zur besseren Handhabung und Befestigung der einzelnen Niederschlagsrohre im Rohrbündel ist in vorteilhafter Weise vorgesehen, dass die Niederschlagsrohre gegenüber der oberen ersten Tragplatte herausragen, bündig abschließen oder zurückgesetzt sind und mit der Tragplatte verbunden, beispielsweise verschweißt, sind. Durch die unterschiedlichen Anordnungen der Niederschlagsrohre gegenüber der oberen Tragplatte besteht die Möglichkeit eine flächige oder stumpfwinklige Verschweißung je nach notwendiger Anordnung vorzunehmen.

[0017] Um die Niederschlagsrohre in einem definierten Abstand zueinander zu fixieren und das über die gesamte Rohrlänge, ist in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass entlang der Niederschlagsrohre mehrere Führungsplatten angeordnet sind, deren Abstand durch Distanzstäbe festgelegt ist, wobei die Führungsplatten gegenüber den Niederschlagsrohren einen vergrößerten Durchbruch aufweisen, sodass ein ausreichendes Spiel vorhanden ist und somit keine Spannungen zwischen den Führungsplatten und den Niederschlagsrohren entstehen können. Zur ausreichenden Befestigung der Führungsplatten sind hierbei mehrere Distanzstäbe im Rohrbündel zwischen den Niederschlagsrohren verteilt angeordnet. Durch die Distanzstäbe werden die Führungsplatten und die zweite Tragplatte somit zu einem Aufnahmesystem verbunden, in dem die einzelnen Niederschlagsrohre frei hängend aufgenommen und nur mit einer oder den beiden oberen Tragplatten verbunden sind. Hierdurch können in vorteilhafter Weise bei Temperaturschwankungen durch Temperatursträhnen die sich hieraus ergebenen Längenänderungen einzelner Niederschlagsrohre aufgefangen werden.

[0018] Alternativ können anstelle der Distanzstäbe Verriegelungselemente, beispielsweise an die Nieder-

schlagsrohre angeschweißte Sperrklinken und Ausnehmungen in den Durchbrüchen der Führungsplatte, vorgesehen sein, die für einen ausreichenden Halt sorgen und genügend Bewegungsspiel ermöglichen.

[0019] In weiterer besonderer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass oberhalb der ersten Tragplatte eine vorzugsweise parallel verlaufende Abschlussplatte aufgesetzt und mit der ersten Tragplatte verschraubt ist, wobei die Abschlussplatte ebenso wie die Tragplatte zu den Niederschlagsrohren fluchtende Durchbrüche aufweist, welche nach außen hin abgerundet ausgeführt sind. Die obere Abschlussplatte wird praktisch auf die Tragplatte aufgesetzt und ist mit dieser verschraubt, sodass bei einer möglichen Begehung die darunter liegende Tragplatte und die Niederschlagsrohre nicht beschädigt werden können. Hierbei sind die Durchbrüche der Abschlussplatte etwas größer als die Innenbereiche der Niederschlagsrohre ausgebildet, sodass die Abschlussplatte auf den Stirnflächen der Niederschlagsrohre zumindest teilweise aufliegt. Durch diese Maßnahme wird eine großflächige Auflage der Abschlussplatte auf den Niederschlagsrohrbündel erzielt, sodass einerseits die Einleitung der auftretenden Kräfte unmittelbar in die obere Tragplatte erfolgen kann und andererseits durch die teilweise Auflage der Abschlussplatte auf den Niederschlagsrohren eine großflächige Unterstützung vorliegt. Zum Ausgleich von eventuellen baulichen Toleranzen zwischen der ersten Tragplatte und der Abschlussplatte sind im weiteren Distanzscheiben vorgesehen, welche zumindest im Bereich der Verschraubungsbolzen um die vorhandenen Bohrungen herum angeordnet sind.

[0020] In weiterer besonderer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Niederschlagsrohre im unteren Bereich zumindest ein Flanschstück aufweisen, das gegenüber der Stirnfläche der Niederschlagsrohre um die Plattenstärke einer unteren Klemmplatte zurückgesetzt angeordnet und mit den Niederschlagsrohren verbunden, beispielsweise verschweißt, ist. Die vorgesehenen Flanschstücke sind unmittelbar mit den Enden der Niederschlagsrohre verbunden, beispielsweise verschweißt, und dienen im weiteren zur Aufhängung und Stabilisierung der unteren Abschlussplatte durch die Klemmplatten, wobei die verwendeten Klemmplatten die Niederschlagsrohre ähnlich wie die Führungsplatten zur Positionierung aufnehmen. Durch diese besondere Ausgestaltung der Endbereiche ist eine Längenänderung einzelner Niederschlagsrohre durch eine lokale Erwärmung infolge heißer Gasströmen mit einer Ausdehnung nach unten durch die Flexibilität des Klemmsystems möglich. Zu diesem Zweck liegt an der oberen und unteren Stirnfläche der Flanschteile jeweils eine Klemmplatte an, die über mehrere Schraubbolzen miteinander verbunden sind, wobei über den Schraubbolzen eine an der unteren Klemmplatte parallel anliegende zweite Abschlussplatte im Weiteren befestigt ist. Die Klemmplatten liegen nur mit einer geringen Auflagefläche auf den Flanschteilen auf, welche ferner innerhalb

des Rohrbündels so verteilt sind, dass eine hohe Flexibilität gegeben ist und eine Durchbiegung der Klemmplatten und der Abschlussplatte aufgrund einer lokalen Erwärmung möglich ist. Daher wird jedes Niederschlagsrohr bevorzugt nur mit einem Flanschteil versehen, welche darüber hinaus innerhalb des Rohrbündels versetzt liegen. Zur weiteren Erhöhung der Flexibilität kann die untere Klemmplatte durch die Abschlussplatte ersetzt werden.

[0021] In Ausgestaltung der Erfindung ist hierbei ferner vorgesehen, dass die Klemmplatten zu den Niederschlagsrohren korrespondierende Durchbrüche aufweisen, die an das Außenmaß der Niederschlagsrohre angepasst sind, sodass die Klemmplatten über die Niederschlagsrohre schiebbar sind und dass zumindest eine Klemmplatte einen vergrößerten Durchbruch mit Spiel zu den Niederschlagsrohren aufweist. Die zweite Abschlussplatte weist ebenso wie die erste Abschlussplatte einen nach außen abgerundeten Durchbruch auf, der in diesem Fall jedoch an das Außenmaß der Niederschlagsrohre angepasst ist, sodass die Abschlussplatte ebenfalls über die Niederschlagsrohre schiebbar ist. Die untere Klemmplatte weist zudem auf der nach unten gerichteten Seite Aussparungen auf, damit weitere Befestigungsmittel der Abschlussplatten aufgenommen werden können und in keinem unmittelbaren Kontakt mit der Klemmplatte stehen. Durch die vorgenannten Maßnahmen ist sichergestellt, dass die Niederschlagsrohre bei einer Erwärmung durch eine lokale Temperatursträhne spannungsfrei in den Führungsplatten aufgenommen sind. Darüber hinaus bilden die Klemmplatten und die untere Abschlussplatte ein äußerst flexibles System, sodass Längenänderungen der einzelnen Rohre zueinander zur keiner Verspannung des gesamten Niederschlagsrohrbündels führen, sondern aufgrund der vorhandenen Plattenstärke der Klemmplatten und Abschlussplatte diese verformbar sind und somit Längenänderungen flexibel aufgenommen werden.

[0022] In weiterer besonderer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Abschlussplatten als Sandwichplatte mit einer inneren und äußeren aus Kunststoff bestehenden Platte ausgebildet sind und dass zwischen den Kunststoffplatten eine Erdungsschicht aus einer Kohlenstoffschicht vorhanden ist, wobei vorzugsweise flexibler Kohlenstoff (Graphit) eingesetzt beziehungsweise Kohlenstoffbahnen verwendet werden. Die Ausbildung der Abschlussplatte als Sandwichplatte führt zu dem wesentlichen Vorteil, dass die empfindliche und begrenzt biegsame Graphitschicht zwischen den außenliegenden Kunststoffschichten sicher eingebettet ist. Eventuelle Transportschäden oder Begehungsschäden bei der oberen Abschlussplatte können auf diese Weise vermieden beziehungsweise sogar ausgeschlossen werden.

[0023] Ferner wird die Fertigung der Abschlussplatten mit der Erdungsschicht wesentlich vereinfacht und bietet ferner den Vorteil, dass eine nachträgliche Montage an dem fertiggestellten Niederschlagsrohrbündel

mit einem leichten Austausch erfolgen kann. In einer ersten Ausführung der Abschlussplatten ist hierbei vorgesehen, dass die Erdungsschicht zumindest abschnittsweise bis zum Rand der Durchbrüche reicht und bündig mit der oberen und unteren Kunststoffplatte abschließt. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass die Erdungsschicht über den gesamten Randbereich der Durchbrüche ausgebildet ist. Durch beide Ausführungsvarianten ist aufgrund der nach unten abfließenden Reinigungsflüssigkeit sichergestellt, dass eine ausreichende Benetzung zur Erdung der Niederschlagsrohre erfolgt. Die obere und untere Abschlussplatten können wahlweise gleiche oder unterschiedliche Durchbrüche aufweisen. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass die untere und obere aufgezeigte Ausführungsform vertauscht angeordnet sind.

[0024] Um auftretende Spannungen nicht in die Erdungsschicht einzuleiten ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Abschlussplatten im Bereich der vorhandenen Bohrungen zusätzliche Verbindungselemente, beispielsweise Nieten, aufweisen, die umfangsverteilt um die Bohrungen herum angeordnet sind und im Falle der unteren Abschlussplatte in den vorhandenen Aussparungen der Klemmplatte zu liegen kommen.

[0025] Die erfindungsgemäße Ausführung einer Rohrbündelaufnahmeeinrichtung ermöglicht somit eine kompakte Bauform des Niederschlagsrohrbündels mit einem großen freien Querschnitt zum Durchlass der Rauchgase und somit bei der aufgezeigten Konstruktion eine Verbesserung des Wirkungsgrades. Zudem sichert eine obere Abschlussplatte das in einem Gehäuse oder Rahmen eingehängte Rohrbündel insoweit ab, dass eine Begehung jederzeit ohne die Gefahr von Beschädigungen erfolgen kann. Durch die besondere Art der Aufhängung erfolgt eine Aussteifung im oberen Bereich, wodurch sichergestellt ist, dass auftretende Zug- oder Druckspannungen weitestgehend kompensiert werden. Darüber hinaus werden lokale Temperaturunterschiede mit einer Längenänderung der Niederschlagsrohre durch die flexibel ausgebildeten Klemmplatten und die untere Abschlussplatte aufgenommen. Ein weiterer wesentlicher Vorteil ergibt sich durch das neuartige Erdungssystem, welches basierend auf einer einfachen konstruktiven Lösung eine sichere Erdung ohne Kontaktprobleme ermöglicht. Vorhandene Fertigungstoleranzen werden in vorteilhafter Weise durch eine Abschlussplatte aufgefangen, die auf die Niederschlagsrohre aufschiebbar ausgebildet ist.

[0026] Eine weitere Erläuterung der Erfindung folgt anhand der Figuren.

[0027] Es zeigt:

Figur 1 eine Seitenansicht eines Nasselektrofilters, bestehend aus mehreren zusammengeführten Niederschlagsrohren,

Figur 2 eine Draufsicht auf den Nasselektrofilter ge-

mäß Figur 1,

Figur 3 eine geschnittene Draufsicht gemäß der Verbindungslinie A-A,

Figur 4 eine geschnittene Draufsicht gemäß der Verbindungslinie B-B auf eine Abschlussplatte mit erfindungsgemäßem Erdungssystem,

Figur 5 in einer vergrößerten Seitenansicht den Endbereich eines einzelnen Niederschlagsrohr mit oberem und unterem Erdungssystem,

Figur 6 ein einzelnes Erdungselement in einer Draufsicht,

Figur 7 ein weiteres Erdungselement ebenfalls in einer Draufsicht,

Figur 8 in einer Seitenansicht ein in einem Gehäuse beziehungsweise Rahmenelement eingehängtes Niederschlagsrohrbündel,

Figur 9 in einer geschnittenen vergrößerten Seitenansicht den oberen Eckpunkt zwischen einem Niederschlagsrohr und der Trag- und Abschlussplatte und

Fig. 10 in einer geschnittenen vergrößerten Seitenansicht einen unteren Eckpunkt zwischen einem Niederschlagsrohr mit unteren Klemmplatten und einer Abschlussplatte.

[0028] Figur 1 zeigt in einer Seitenansicht ein Nasselektrofilter 1, welches aus mehreren einzelnen Niederschlagsrohren 2 besteht. Die Niederschlagsrohre 2 sind im gezeigten Ausführungsbeispiel rund ausgeführt und werden durch eine obere Tragplatte 3 und eine untere und mittlere Führungsplatte 4,7 gehalten. An den Stirnenden der Niederschlagsrohre 2 befindet sich ferner jeweils eine Abschlussplatte 5,6. Die obere Tragplatte 3 sowie die untere und mittlere Führungsplatte 4,7 sind zur Befestigung der einzelnen Niederschlagsrohre 2 untereinander vorgesehen und werden nach dem Zusammenbau mit den Niederschlagsrohren 2 entweder verklebt oder verschweißt, sodass eine möglichst kompakte Bauform entsteht. Die obere Tragplatte 3 ist in ihrem Durchmesser und ebenso die obere Abschlussplatte 5 etwas größer als die Führungsplatten 4,7 ausgebildet, sodass das gesamte Niederschlagsrohrbündel in eine entsprechende Vorrichtung mit einem Flanschkragen 9 aufgehängt werden kann. Bevorzugt erfolgt die Montage in einer vertikalen Position, sodass die aufsteigenden Rauchgase durch die Innendurchmesser der Niederschlagsrohre 2 entweichen können. Zur Montage des Erdungssystems und der Abschlussplatte 5,6 ragen die einzelnen Niederschlagsrohre 2 über die obere Tragplatte 3 bzw. untere Führungsplatte 4 hinaus und

ermöglichen einerseits die Anbringung des Erdungssystems und andererseits eine einfache Verklebung bzw. Verschweißung.

[0029] Figur 2 zeigt den erfindungsgemäßen Nasselektrofilter 1 in einer Draufsicht, aus der die einzelnen Niederschlagsrohre 2 sowie die obere Trägerplatte 3 und die Abschlussplatte 5 ersichtlich ist. Sowohl die Trägerplatte 3, als auch die Abschlussplatte 5 weisen jeweils sieben Bohrungen 8 auf, welche an den Innendurchmesser der einzelnen Niederschlagsrohre 2 angepasst sind. Die gegenüber liegende Führungsplatte 4 bzw. Abschlussplatte 6 ist ebenso aufgebaut, sodass die Rauchgase durch die Niederschlagsrohre 2 hindurch geleitet werden können.

[0030] Figur 3 zeigt in einer geschnittenen Ansicht gemäß Schnittlinie A-A die Niederschlagsrohre 2 sowie die mittlere Führungsplatte 7.

[0031] Figur 4 zeigt in einer geschnittenen Ansicht gemäß Schnittlinie B-B die Niederschlagsrohre 2 und die untere Abschlussplatte 5 mit dem erfindungsgemäßen Erdungssystem. Um die einzelnen Niederschlagsrohre 2 ist jeweils in einem Winkelabstand von 60° ein einzelnes Erdungselemente in Form eines Erdungselements 10 angeordnet, welcher durch einen Durchbruch der Niederschlagsrohre 2, wie insbesondere aus Figur 5 ersichtlich, in den Innenraum hineinragt und einen Erdungskontakt zur Innenfläche der Niederschlagsrohre 2 herstellt. Die mittleren Erdungselemente 10 verbinden jeweils drei nebeneinander liegende Niederschlagsrohre 2, während die außen liegenden teilweise nur zwei Niederschlagsrohre miteinander verbinden bzw. einzelne am Rand befindliche Erdungselemente 10 nur ein einzelnes Niederschlagsrohr 2 kontaktieren. Jedes einzelne Erdungselement 10 ist mit dem benachbarten Erdungselement 10 über einen Verbindungsstreifen 11 elektrisch leitend verbunden, sodass die gesamten Erdungsverbinder untereinander homogen elektrisch leitend verbunden sind und über entsprechende Anschlussklemmen geerdet werden können.

[0032] In einer bevorzugten Herstellungsform werden die Erdungselemente 10 unmittelbar zwischen den Niederschlagsrohren 2 auf der oberen Trägerplatte 3 oder unteren Führungsplatte 7 fixiert, beispielsweise temporär geklebt und mit den Verbindungsstreifen 11 versehen, sodass anschließend die Abschlussplatten 5,6 auf die Rohrenden des Niederschlagsrohrbündels aufgesetzt und befestigt werden können. Eine Befestigung kann beispielsweise durch eine Schraubbefestigung erfolgen. Alternativ besteht die Möglichkeit, das anstelle der Verbindungsstreifen die Abschlussplatte 5,6 mit einer elastisch aufgeklebten Kohlenstoffschicht versehen ist und so eine unmittelbare elektrisch leitende Verbindung mit den einzelnen Erdungselementen 10 hergestellt wird.

[0033] Figur 5 zeigt in einer vergrößerten geschnittenen Seitenansicht das obere und untere Ende eines Niederschlagsrohrs 2. Das Niederschlagsrohr 2 wird durch die mittlere Führungsplatte 7 und die obere Trag-

platte 3 sowie eine untere Führungsplatte 4 mit den weiteren Niederschlagsrohren 2 des Nasselektrofilters verbunden. Eine Befestigung zwischen Niederschlagsrohr 2 und Tragplatte 3 bzw. Führungsplatte 4,7 erfolgt beispielsweise durch eine Schweißverbindung. Die Niederschlagsrohre 2 weisen endseitig jeweils einen rechteckförmigen Durchbruch 12 auf, in den das Erdungselement 10 mit einer konkaven Teilfläche 13 hineinragt. Die konkave Teilfläche 13 ist hierbei an den Innendurchmesser des Niederschlagsrohrs 2 angepasst, sodass auf der Innenseite ein flächenbündiger Übergang entsteht oder die Erdungselemente geringfügig gegenüber der Rohrrinnenfläche zurückstehen. Um jedes Niederschlagsrohr 2 sind am oberen und unteren Ende jeweils sechs Erdungselemente angeordnet die, wie bereits ausgeführt, elektrisch leitend miteinander verbunden sind. Der besondere Vorteil besteht bei diesem Erdungssystem darin, dass im Falle eines Defekts in ein einzelnes Niederschlagsrohr 2 ohne Probleme ein etwas kleineres Reliningrohr eingeschoben werden kann.

[0034] In einer alternativen Ausführungsform kann anstelle einzelner Erdungselemente 10 eine Abschlussplatte, bestehend aus einem Trägermaterial und einer aufgeklebten Kohlenstoffschicht verwendet werden, wobei die Kohlenstoffschicht entsprechende Vorsprünge aufweist, die in die Durchbrüche 12 der Niederschlagsrohre 2 mit konkaven Teilflächen flächenbündig oder geringfügig gegenüber der Rohrrinnenfläche zurückstehend eingreifen. Gegebenenfalls kann die Abschlussplatte auch aus einer Sandwichplatte bestehen, die eine mittlere Kohlenstoffschicht mit entsprechenden Vorsprüngen aufweist.

[0035] Figur 6 zeigt beispielsweise die Form eines Erdungselements 10, welcher aus gepressten Kohlenstoff (Graphit) besteht. Das Erdungselement 10 ist annähernd rund ausgeführt und besitzt unter einem Winkel von jeweils 120° eine konkave Teilfläche 13, die innerhalb der Niederschlagsrohre 2 flächenbündig oder leicht zurückgesetzt zu liegen kommt. Somit können mit einem Erdungselement 10 ggf. bis zu drei Niederschlagsrohre 2 elektrisch leitend miteinander verbunden werden. Zwischen den konkaven Teilflächen 13 sind Vorsprünge 14 als Verdrehsicherung ausgebildet, die einen Einschnitt in Form eines Schlitzes 15 für die Verbindungsstreifen 11 aufweisen. Alternativ besteht die Möglichkeit eine Bohrung oder eine andere eckige Aussparung vorzusehen. Für den Fall, dass die Kontaktierung der einzelnen Erdungselemente 10 durch eine Abschlussplatte 5,6 mit Kohlenstoffbeschichtung erfolgt, können auch runde Erdungselemente mit jeweils drei konkaven Fläche 13 ohne Verbindungsstreifen verwendet werden.

[0036] Figur 7 zeigt eine solche Form des Erdungselements 20, welcher von seiner Formgebung dem Erdungselement 10 aus Figur 6 entspricht, jedoch keine Schlitz aufweist. Dieser Erdungsverbinder wird im Zusammenhang mit kohlenstoffbeschichteten Abschlussplatten eingesetzt, welche über den flächigen Kontakt

die elektrische homogene Verbindung der einzelnen Erdungselemente 20 untereinander herstellen.

[0037] Figur 8 zeigt in einer Seitenansicht ein Nas-selektrofilter 101, welches aus mehreren einzelnen Niederschlagsrohren 102 besteht, die zu einem Niederschlagsrohrbündel 109 zusammengefasst sind. Die Niederschlagsrohre 102 sind im gezeigten Ausführungsbeispiel rund ausgeführt und werden durch eine erste und zweite obere Tragplatte 103, 104 und mehrere Führungsplatten 105, von denen nur eine dargestellt ist, in ihrem Abstand zueinander fixiert und durch die obere Tragplatten 103, 104 gehalten. Es ist denkbar, dass anstelle eines runden Niederschlagsrohres auch eckige Niederschlagsrohre eingesetzt werden. Die obere Tragplatte 103 ist in ihrem Durchmesser größer als die zweite Tragplatte 104 ausgebildet und liegt zumindest teilweise mit ihrem freien Ende 106 auf einer Konsole 107 eines Gehäuses oder eines Tragrahmens 108 auf. Auf die obere Tragplatte 103 wird nach erfolgter Einhängung eine Abschlussplatte aufgelegt und mit dieser verschraubt, wie beispielsweise aus der Figur 9 ersichtlich. Im unteren Bereich erfolgt ebenfalls die Befestigung einer unteren Abschlussplatte an den Rohrenden, wie beispielsweise aus Figur 10 ersichtlich. Die obere und untere Abschlussplatte können, wie die Blitzsymbole andeuten, gleichzeitig als Erdungsplatte ausgebildet sein. Die beiden oberen Tragplatten 103, 104 sind mit dem Niederschlagsrohr 102 verschweißt, sodass über die Niederschlagsrohre 102 und Tragplatten 103, 104 eine sehr stabile Tragkonstruktion vorliegt.

[0038] Figur 9 zeigt in einer geschnittenen Seitenansicht den oberen Eckbereich zwischen einem Niederschlagsrohre 102, der oberen Tragplatte 103 sowie einer Abschlussplatte 110. Die Tragplatte 103 ist mit den Niederschlagsrohren 102 verschweißt, wie aus einer Schweißnaht 111, 112 ersichtlich, während die Abschlussplatte 110 über einen selbstschneidenden Schraubbolzen 113, der durch eine Bohrung 114 der Abschlussplatte 110 hindurchragt und in die obere Tragplatte 103 eingedreht ist. Zur Einhaltung eines vorgegebenen Abstandes zwischen der oberen Tragplatte 103 und Abschlussplatte 110 ist eine Distanzscheibe 115 vorgesehen. Auf den Enden der Niederschlagsrohre 102 beziehungsweise der Distanzscheibe 115 liegt die Abschlussplatte 110 auf, welche im gezeigten Ausführungsbeispiel als Sandwichplatte ausgebildet ist, und zwar besteht die Abschlussplatte 110 aus einer unteren und oberen Kunststoffplatte 116, 117 sowie einer mittleren aus Graphit bestehenden Erdungsschicht 118. Zur Verschraubung mit der oberen Tragplatte 103 weist die Abschlussplatte 110 eine Bohrung 114 auf, durch welche hindurch der Schraubbolzen 113 in die Tragplatte 103 eingeschraubt ist. Zur Vermeidung von Beschädigungen im Bereich der Bohrung 114 sind in der Nähe oder umfangsverteilt in vorhandenen Bohrungen 119 Niete 120 eingesetzt, die die Abschlussplatte 110 im Bereich der Bohrungen 114 stabilisieren. Die Abschlussplatte 110 weist ferner fluchtend zu den Niederschlags-

rohren 102 jeweils einen Durchbruch 121 auf, wobei dieser geringfügig größer als das Innenmaß der Niederschlagsrohre 102 ausgebildet ist und nach außen hin eine Rundung 122 aufweist. Im Bereich des Durchbruches 121 ist somit aufgrund des konstruktiven Aufbaus der Abschlussplatte 110 die Erdungsschicht 118 bis an den Rand des Durchbruchs 121 herangeführt und erzeugt im Falle einer Benetzung durch eine Waschflüssigkeit einen Erdungskontakt. Alternativ besteht die Möglichkeit die Abschlussplatte 110 so auszubilden, dass sie über die Niederschlagsrohre 102 aufgeschoben werden kann. Die Tragplatte 103 kann gegenüber der gezeigten Befestigungsposition bündig mit den Niederschlagsrohren 102 angeordnet sein oder gegebenenfalls in einer erhöhten Position, wobei wahlweise die Schweißnähte in der Stirnfläche oder im Eckbereich ausgebildet sind.

[0039] Figur 10 zeigt in einer geschnittenen Seitenansicht den unteren Eckbereich zwischen einem Niederschlagsrohr 102, zwei unteren Klemmplatten 130, 139 und der Abschlussplatte 131. Die Abschlussplatte 131 ist ebenfalls wieder als Sandwichplatte aufgebaut und weist zwei äußere Kunststoffplatten 132, 133 auf, die eine mittlere Erdungsschicht 134 einbetten. Die Befestigung der Abschlussplatte 131 erfolgt über einen Schraubbolzen 135, der durch eine Bohrung 136 der Abschlussplatte 130 sowie eine Bohrung 137 der Klemmplatte 130 hindurch in eine weitere Bohrung 138 der Klemmplatte 139 eingeschraubt ist. Die Abschlussplatte 131 weist mehrere Durchbrüche 140 auf, die jedoch in diesem Fall an den Außendurchmesser der Niederschlagsrohre 102 angepasst sind, sodass die Abschlussplatte 131 über die Niederschlagsrohre geschoben werden kann. Im Bereich des Durchbruches 140 ist die Abschlussplatte 131 ebenfalls mit einer Rundung 141 versehen. Um die Bohrungen 136 herum sind weitere Bohrungen 142 vorgesehen, in denen jeweils ein Niet 143 eingesetzt ist, der zur Stabilisierung der Abschlussplatte 131 im Bereich der Bohrungen 136 vorgesehen ist.

[0040] Damit unabhängig von der Temperaturentwicklung der Niederschlagsrohre 102 ein flexibler Längenausgleich erfolgen kann ist der untere Bereich elastisch ausgebildet, sodass keine Verspannungen zwischen dem oberen und unteren Bereich entstehen. Hierbei ist an die Niederschlagsrohre 102 jeweils ein Flanschteil 144 angeschweißt. Das Flanschteil 144 ist unmittelbar mit dem Niederschlagsrohr 102 durch eine Schweißnaht 145 verbunden und besitzt eine obere und untere Stirnfläche 146, 147 an die jeweils die Klemmplatten 130, 139 anliegen. Die beiden Klemmplatten 130, 139 weisen fluchtende Durchbrüche 148, 149 zu den Niederschlagsrohren aus, sodass diese ebenfalls über die Niederschlagsrohre 102 schiebbar sind und zur Anlage an das Flanschteil 144 gelangen. In gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Durchbruch 149 etwas größer bemessen als der Durchbruch 148, sodass ein Spiel zwischen der Klemmplatte 139 und den Niederschlags-

rohr 102 entsteht. Die beiden Klemmplatten 130, 139 werden über den Schraubbolzen 135 in derart verspannt, dass diese an den Stirnflächen 146, 147 angepresst werden und gleichzeitig zum Halt der Abschlussplatte 131 verwendet werden können. Damit die Niete 143 nicht in Kontakt mit der unteren Klemmplatten 130 gelangen weist diese im gezeigten Ausführungsbeispiel eine dreieckförmige Aussparung 150 auf. Durch den Sandwichaufbau der unteren Abschlussplatte 131 ist wiederum die Erdungsschicht 134 bis an den Rand des Durchbruches 140 herangeführt und es erfolgt somit aufgrund einer nach unten abfließenden Waschflüssigkeit eine Benetzung der Erdungsschicht 134 und damit die Herstellung eines Erdungskontaktes. Das aufgezeigte Erdungssystem zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass eine nachträgliche Montage an das Niederschlagsrohrbündel 109 vorgenommen und somit auch ein leichter Austausch eventuell beschädigter Abschlussplatten 110, 131 unproblematisch durchgeführt werden kann. Insbesondere brauchen die Abschlussplatten 110, 131 erst zum Ende der Montage aufgeschraubt zu werden, sodass Beschädigungen während des Transportes oder während der Montage ausgeschlossen werden können. Darüber hinaus zeichnet sich das derartige Erdungssystem durch die zwischen zwei Kunststoffplatten einliegende Erdungsschicht aus, die bis an den Rand der Durchbrüche ragt und somit einen großflächigen Erdungskontakt für jedes einzelne Niederschlagsrohr 102 ermöglicht. Durch die größeren Durchbrüche 140 der unteren Abschlussplatte 130 können sehr gut Fertigungstoleranzen ausgeglichen werden, wobei die konstruktiven Details im oberen und unteren Bereich gleich ausgebildet oder gegebenenfalls vertauscht werden können.

Bezugszeichenliste

[0041]

- 1 Nasselektrofilter
- 2 Niederschlagsrohr
- 3 obere Tragplatte
- 4 Führungsplatte
- 5 Abschlussplatte
- 6 Abschlussplatte
- 7 Führungsplatte
- 8 Bohrung
- 9 Flanschkragen
- 10 Erdungselement
- 11 Verbindungsstreifen
- 12 Durchbruch
- 13 Teilfläche
- 14 Vorsprung
- 15 Einschnitt
- 20 Erdungselement
- 101 Nasselektrofilter
- 102 Niederschlagsrohr
- 103 Tragplatte

- 104 Tragplatte
- 105 Führungsplatte
- 106 Ende
- 107 Konsole
- 5 108 Tragrahmen
- 109 Niederschlagsrohrbündel
- 110 Abschlussplatte
- 111 Schweißnaht
- 112 Schweißnaht
- 10 113 Schraubbolzen
- 114 Bohrung
- 115 Distanzscheibe
- 116 Kunststoffplatte
- 117 Kunststoffplatte
- 15 118 Erdungsschicht
- 119 Bohrung
- 120 Niete
- 121 Durchbruch
- 122 Rundung
- 20 130 Klemmplatte
- 131 Abschlussplatte
- 132 Kunststoffplatte
- 133 Kunststoffplatte
- 134 Erdungsschicht
- 25 135 Schraubbolzen
- 136 Bohrung
- 137 Bohrung
- 138 Bohrung
- 139 Klemmplatte
- 30 140 Durchbruch
- 141 Rundung
- 142 Bohrung
- 143 Niet
- 144 Flanschteil
- 35 145 Schweißnaht
- 146 Stirnfläche
- 147 Stirnfläche
- 148 Durchbruch
- 149 Durchbruch
- 40 150 Aussparung

Patentansprüche

- 45 1. Nasselektrofilter (1,101), insbesondere zur Abscheidung von Schwefeloxiden und Stäuben aus Abgasen, bestehend aus mehreren Niederschlagsrohren (2,102), die mit Erdungsmitteln ausgestattet sind, wobei die Niederschlagsrohre (2,102) zumindest an einer Endseite Durchbrüche (12) in das Rohrrinnere aufweisen und in einer Aufnahmeeinrichtung einhängbar ausgebildet sind,
- 50 **dadurch gekennzeichnet,**
- 55 **dass** mehrere, einzelne Erdungselemente (10,20) vorgesehen sind, die umfangsverteilt um die Niederschlagsrohre (2,102) angeordnet sind und in die vorhandenen Durchbrüche (12) hineinragen, wobei die im mittleren Bereich der Niederschlagsrohre

(2,102) angeordneten Erdungselemente (10,20) mindestens zwei benachbarte Niederschlagsrohre (2,102) elektrisch leitend miteinander verbinden.

2. Nasselektrofilter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Durchbrüche (12) in der Zylinderfläche der Niederschlagsrohre (2,102) um jeweils 60° versetzt angeordnet sind und/oder dass die Durchbrüche (12) bis zur Stirnseite der Niederschlagsrohre (2,102) reichen. 10
3. Nasselektrofilter nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erdungselemente (10,20) aus runden oder mehreckigen, beispielsweise annähernd dreieckförmigen, Erdungsverbindern bestehen, wobei die Randfläche der Erdungselemente (10,20) drei konkave Teilflächen (13) aufweisen, die in die korrespondierenden Durchbrüche (12) der Niederschlagsrohre (2,102) hineinragen. 20
4. Nasselektrofilter nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erdungselemente (10,20) bzw. Erdungsverbinder aus gepresstem Kohlenstoff (Graphit) bestehen und/oder dass der Kohlenstoff auf einem Trägermaterial aufgeklebt ist. 25
5. Nasselektrofilter nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwei benachbarte Erdungselemente (10,20) durch einen oder mehrere elektrisch leitende Verbindungsstreifen (11), vorzugsweise Kohlenstoffstreifen, Kohlenstoffstangen oder Verbundstreifen aus einer homogenen Kohlenstoffschicht mit einer chemisch und thermisch resistenten Trägerschicht oder einer kompakten Trägerschicht mit einer C-Faser verstärkten Matrix aus Kohlenstoff oder Fluorkunststoff, verbunden sind. 30 35 40
6. Nasselektrofilter Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verbindungsstreifen (11) in Einschnitten (15) der Erdungselemente (10,20) einklemmbar gehalten sind. 45
7. Nasselektrofilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere Erdungselemente (10,20) durch eine elektrisch leitende stirnseitige Abschlussplatte (5,6,110,131) miteinander verbunden sind, welche auf den äußeren Seitenflächen der Erdungselemente (10,20) zu liegen kommt oder dass die Erdungselemente (10,20) aus einer elektrisch leitenden stirnseitigen Abschlussplatte (5,6,110,131) bestehen, die zu den Durchbrüchen (12) der Nieder-

schlagsrohre (2,102) korrespondierende konkav ausgebildete Vorsprünge aufweisen.

8. Nasselektrofilter nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abschlussplatte (5,6,110,131) aus einem Trägermaterial und einer elastisch aufgeklebten Kohlenstoffschicht besteht, wobei die Kohlenstoffschicht den Erdungselementen (10,20) zur elektrischen Kontaktierung zugewandt ist, wobei die Abschlussplatten in Sandwichbauweise hergestellt, eine mittlere Kohlenstoffschicht und zwei äußere Trägerschichten aufweisen.
9. Nasselektrofilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die in die Durchbrüche (12) hineinragenden konkaven Teilflächen der Erdungselemente (10,20) zur Innenfläche der Niederschlagsrohre (2,102) bündig oder zurückstehend verlaufen, wobei die Niederschlagsrohre (2,102) aus Rundrohren bestehen, die zu einer möglichst kompakten Struktur zusammengefügt sind.
10. Nasselektrofilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Niederschlagsrohre (2,102) zumindest mit einer oberen Tragplatte (3,103) verbunden sind, die fluchtend zu den Niederschlagsrohren (2,102) korrespondierende Durchbrüche (121) und einen Flanschkragen aufweist, der in einem Tragrahmen (108) und/oder Gehäuse einhängbar ist.
11. Nasselektrofilter nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine zweite obere Tragplatte (104) vorhanden ist, die vorzugsweise in einem Abstand von ca. 300 bis 500 mm zur ersten Tragplatte (3,103) angeordnet ist und ebenso mit den Niederschlagsrohren (2,102) verbunden, beispielsweise verschweißt, ist und dass die Niederschlagsrohre (2,102) gegenüber der oberen ersten Tragplatte (3,103) herausragen, bündig abschließen oder zurückgesetzt sind und mit dieser verbunden, beispielsweise verschweißt, sind.
12. Nasselektrofilter nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass entlang der Niederschlagsrohre (2,102) mehrere Führungsplatten (7,105) angeordnet sind, deren Abstand durch Distanzstäbe festgelegt ist oder gegenüber den Niederschlagsrohren (2,102) durch Verriegelungselemente, beispielsweise an den Niederschlagsrohren (2,102) angeschweißte Sperrklinker und Ausnehmung in den Durchbrüchen der Führungsplatten (7,105), gehalten sind. 55

13. Nasselektrofilter nach Anspruch 10, 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Führungsplatten (7,105) gegenüber den Niederschlagsrohren (2,102) einen vergrößerten Durchbruch aufweisen, sodass ein ausreichendes Spiel vorhanden ist und dass die Distanzstäbe im Rohrbündel zwischen den Niederschlagsrohren (2,102) verteilt angeordnet sind und dass die zweite Tragplatte (104) und die benachbarte Führungsplatte (7,105) sowie die Führungsplatten (7,105) untereinander durch Distanzstäbe oder Verriegelungselemente verbunden, beispielsweise verschweißt, sind.
14. Nasselektrofilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass oberhalb der ersten Tragplatte (3,103) eine vorzugsweise parallel verlaufende Abschlussplatte (5,6,110,131) aufgesetzt und mit der ersten Tragplatte (3,103) verschraubt ist und dass die Abschlussplatte (5,6,110,131) ebenso wie die Tragplatte (3,103) zu den Niederschlagsrohren (2,102) fluchtende Durchbrüche (121) aufweist, welche nach außen hin abgerundet ausgeführt sind.
15. Nasselektrofilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Durchbrüche (121) der Abschlussplatte (5,6,110,131) etwas größer als die Innenbereiche der Niederschlagsrohre (2,102) ausgebildet sind und die Abschlussplatte (5,6,110,131) auf der Stirnfläche der Niederschlagsrohre (2,102) zumindest teilweise aufliegt und dass zwischen der ersten Tragplatte (3,103) und der Abschlussplatte (5,6,110,131) Distanzscheiben (115) angeordnet sind.
16. Nasselektrofilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Niederschlagsrohre (2,102) im unteren Bereich zumindest ein Flanschteil (144) aufweisen, das gegenüber der Stirnfläche der Niederschlagsrohre (102) um die Plattenstärke einer unteren Klemmplatte (130) zurückgesetzt angeordnet und mit den Niederschlagsrohren (2,102) verbunden, beispielsweise verschweißt, ist und dass an der oberen und unteren Stirnfläche (146,147) der Flanschteile (144) jeweils eine Klemmplatte (130,139) anliegt, die über mehrere Schraubbolzen (135) miteinander verbunden sind, wobei über den Schraubbolzen (135) eine an der unteren Klemmplatte (130) parallel anliegende zweite Abschlussplatte (6,131) befestigt ist, wobei die untere Klemmplatte (130) durch die Abschlussplatte (6,131) ersetzbar ist und dass die Klemmplatten (130,139) zu den Niederschlagsrohren (2,102) korrespondierende Durchbrüche (148,149) aufweisen, die an das Außenmaß der Niederschlagsrohre (2,102) angepasst sind, sodass die Klemmplatten (130,139) über die Niederschlagsrohre (2,102) schiebbar sind und dass zumindest eine Klemmplatte (139) einen vergrößerten Durchbruch (149) mit Spiel zu den Niederschlagsrohren (2,102) aufweist.
17. Nasselektrofilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Abschlussplatte (6,131) einen nach außen abgerundeten Durchbruch (140) aufweist, der an das Außenmaß der Niederschlagsrohre (2,102) angepasst ist, sodass die Abschlussplatte (6,131) über die Niederschlagsrohre (2,102) schiebbar ist und dass die untere Klemmplatte (130) Aussparungen (150) für weitere Befestigungsmittel der Abschlussplatte (6,131) aufweist.
18. Nasselektrofilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abschlussplatten (6,131) als Sandwichplatte mit einer inneren und äußeren aus Kunststoff bestehenden Platte (116,117,132,133) ausgebildet sind und dass zwischen den Kunststoffplatten (116,117,132,133) eine Erdungsschicht (118,134) aus einer Kohlenstoffschicht vorhanden ist, wobei vorzugsweise elastisch gepresster Kohlenstoff (Graphit) vorgesehen ist.
19. Nasselektrofilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erdungsschicht (118,134) zumindest abschnittsweise bis zum Rand der Durchbrüche (121,140) reicht und bündig mit der oberen und unteren Kunststoffplatte (116,117,132,13) abschließt oder dass die Erdungsschicht (118,134) über den gesamten Randbereich der Durchbrüche (121,140) ausgebildet ist.
20. Nasselektrofilter nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abschlussplatten (6,131) im Bereich der vorhandenen Bohrungen (118,145) zusätzliche Verbindungselemente, beispielsweise Nieten (120,143), aufweisen, die umfangsverteilt um die Bohrungen (114, 136) herum angeordnet sind und im Falle der unteren Abschlussplatte (6,131) in den vorhandenen Aussparungen (150) zu liegen kommen.

Fig.1

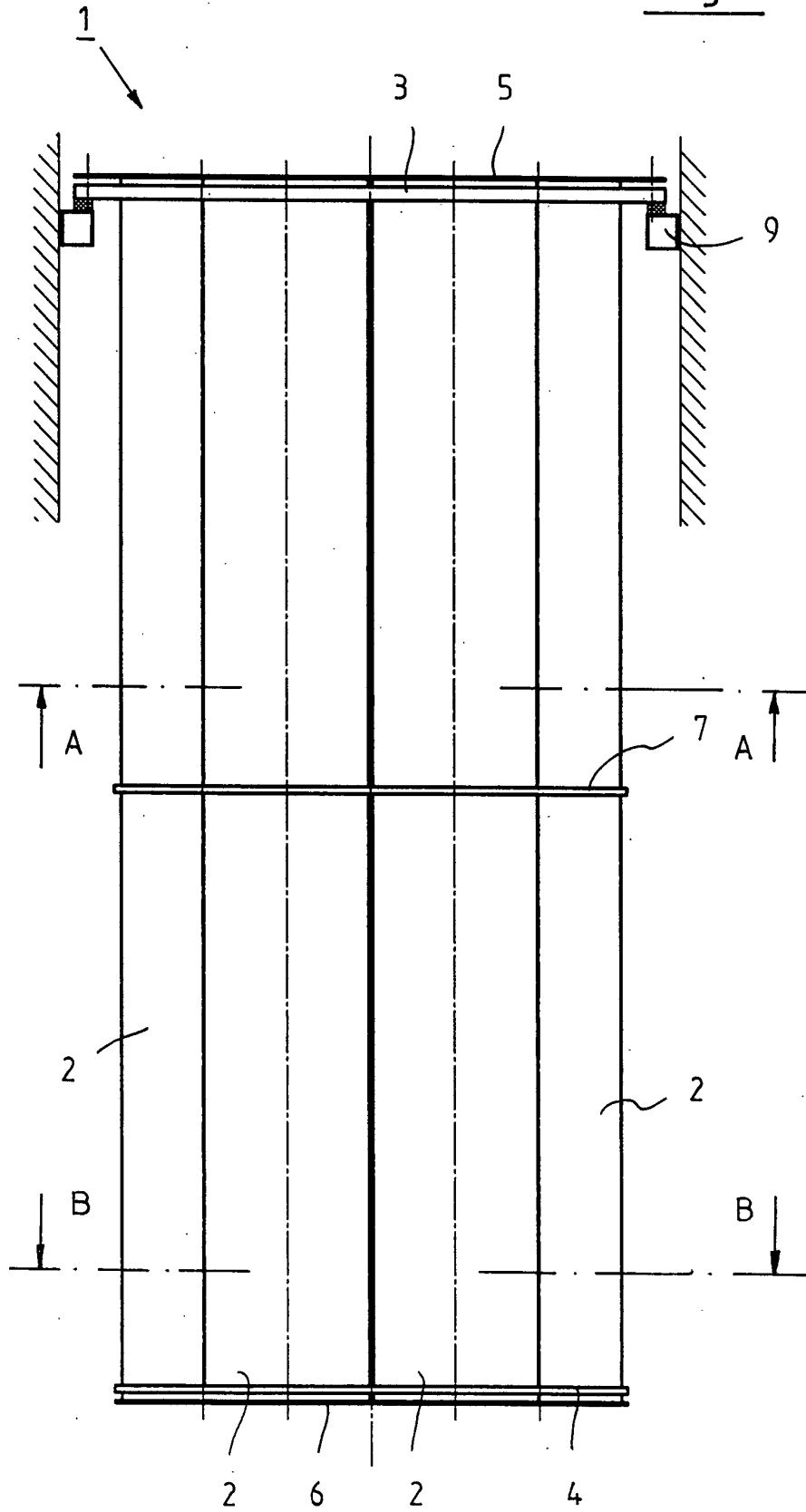


Fig. 2

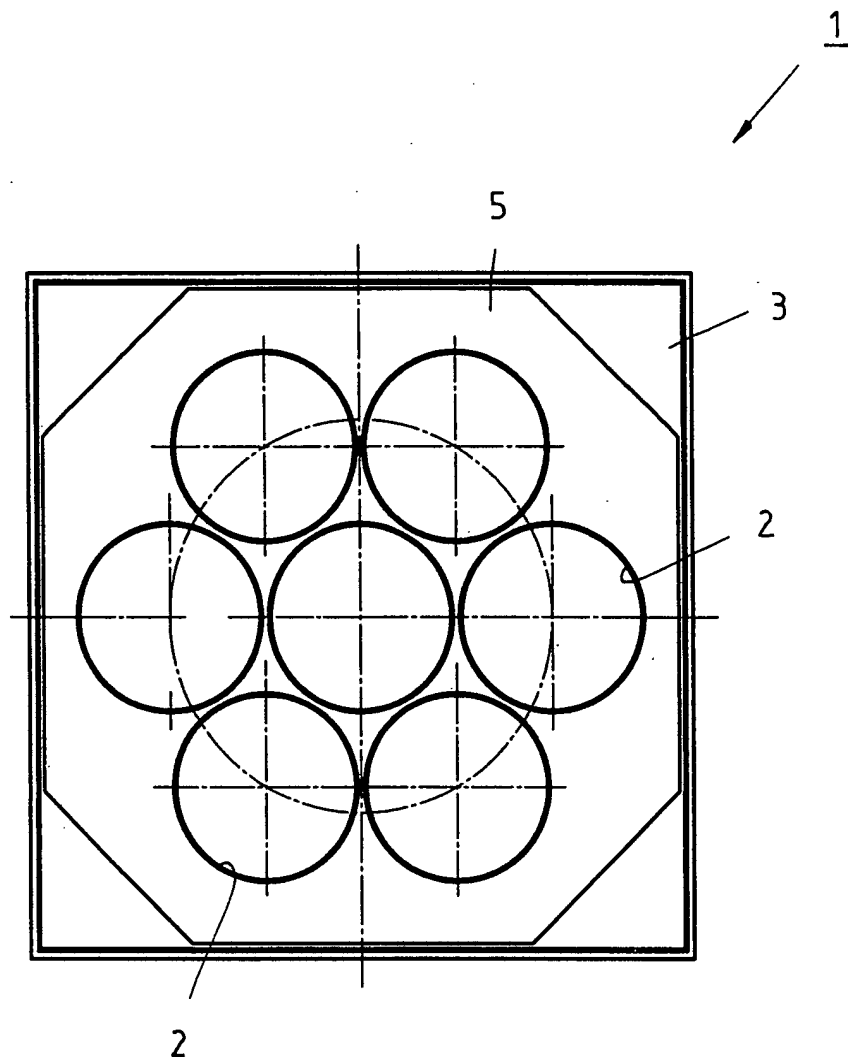


Fig.3

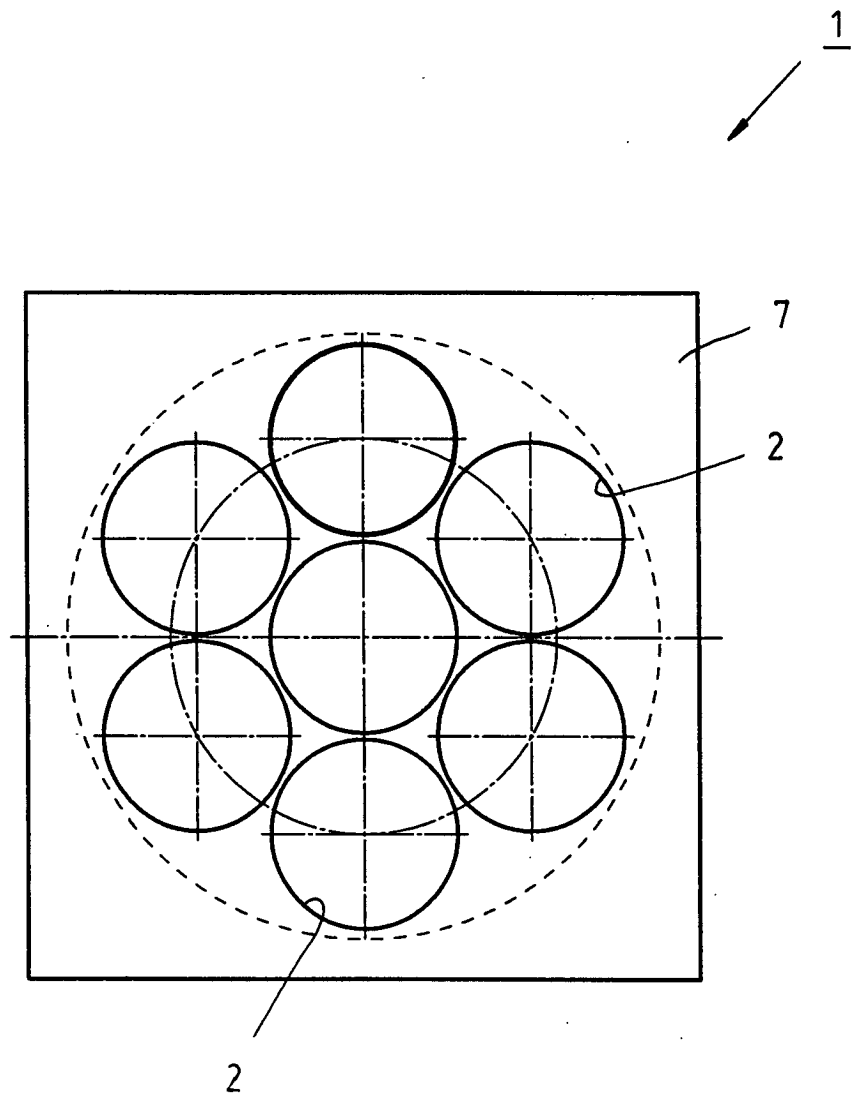
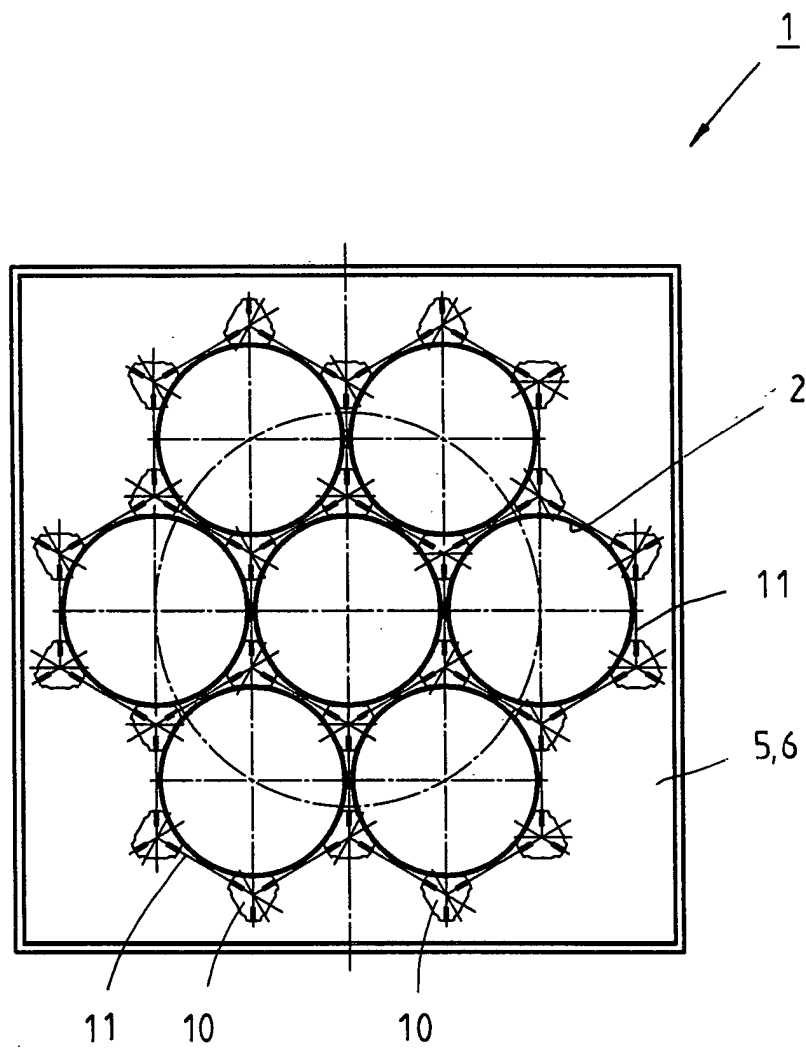


Fig. 4



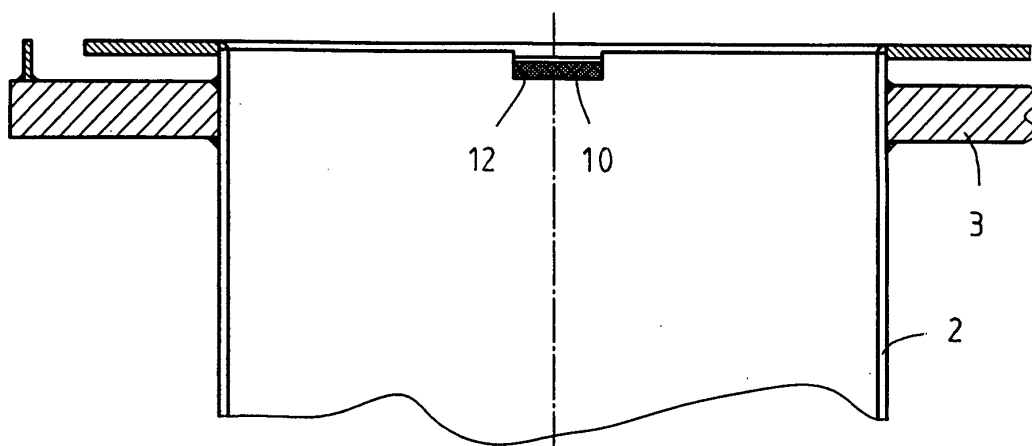


Fig. 5

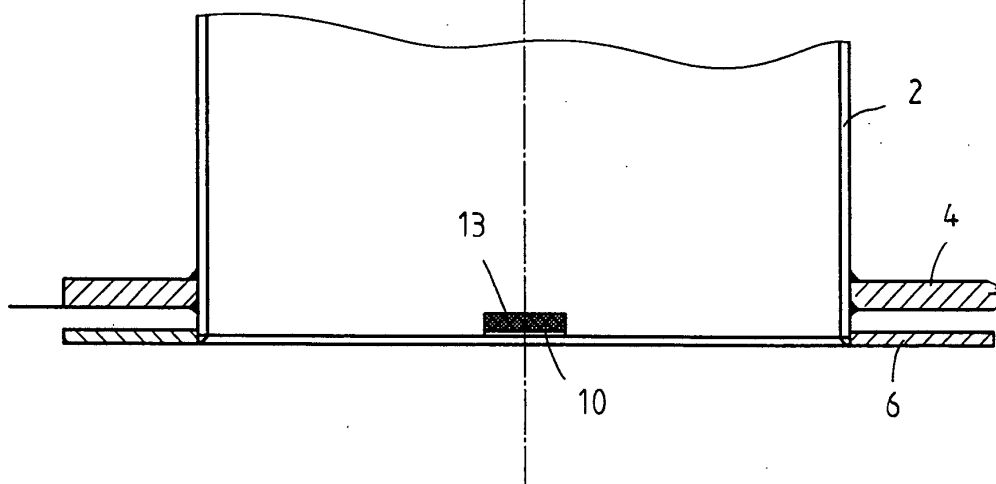
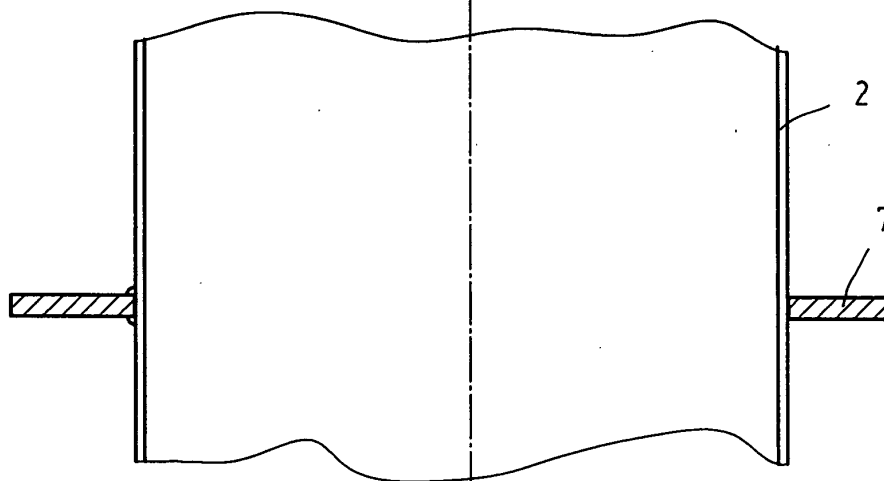


Fig.6

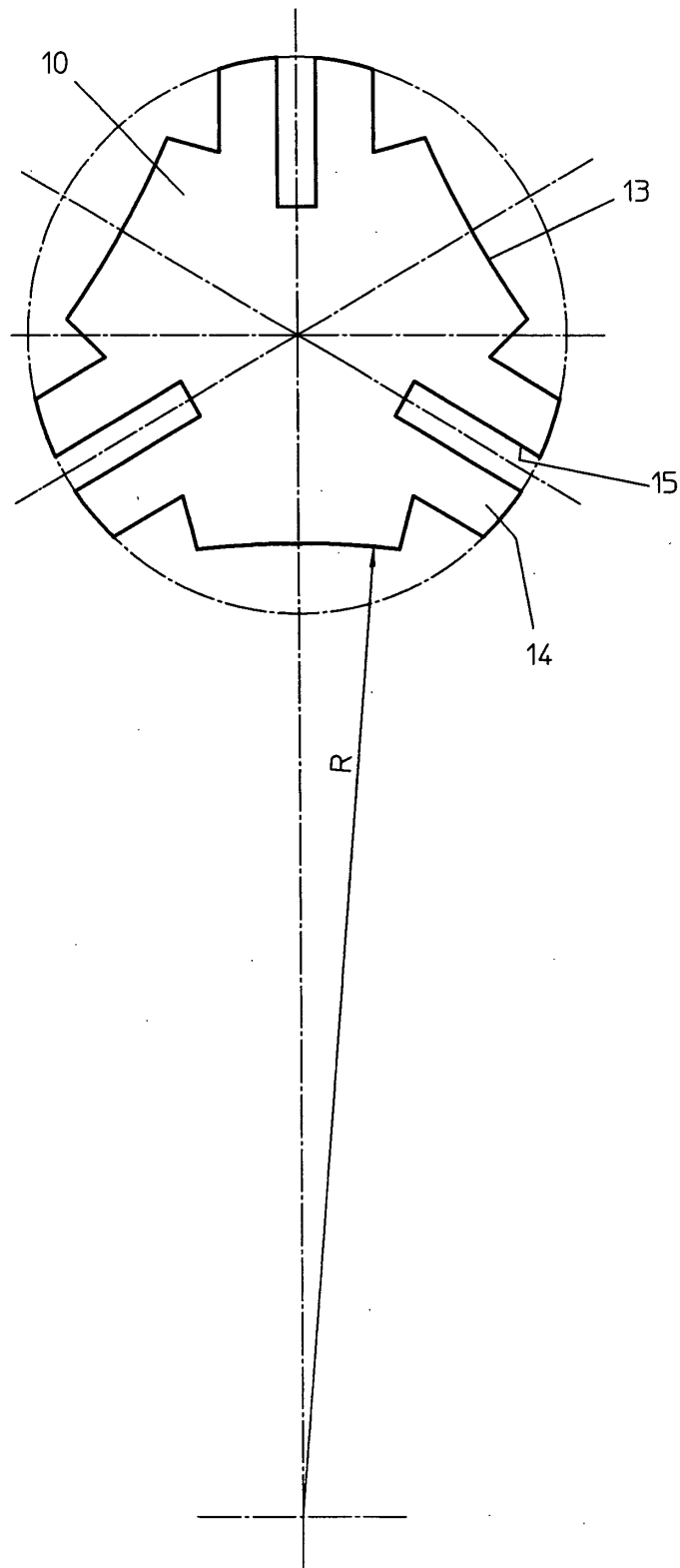


Fig.7

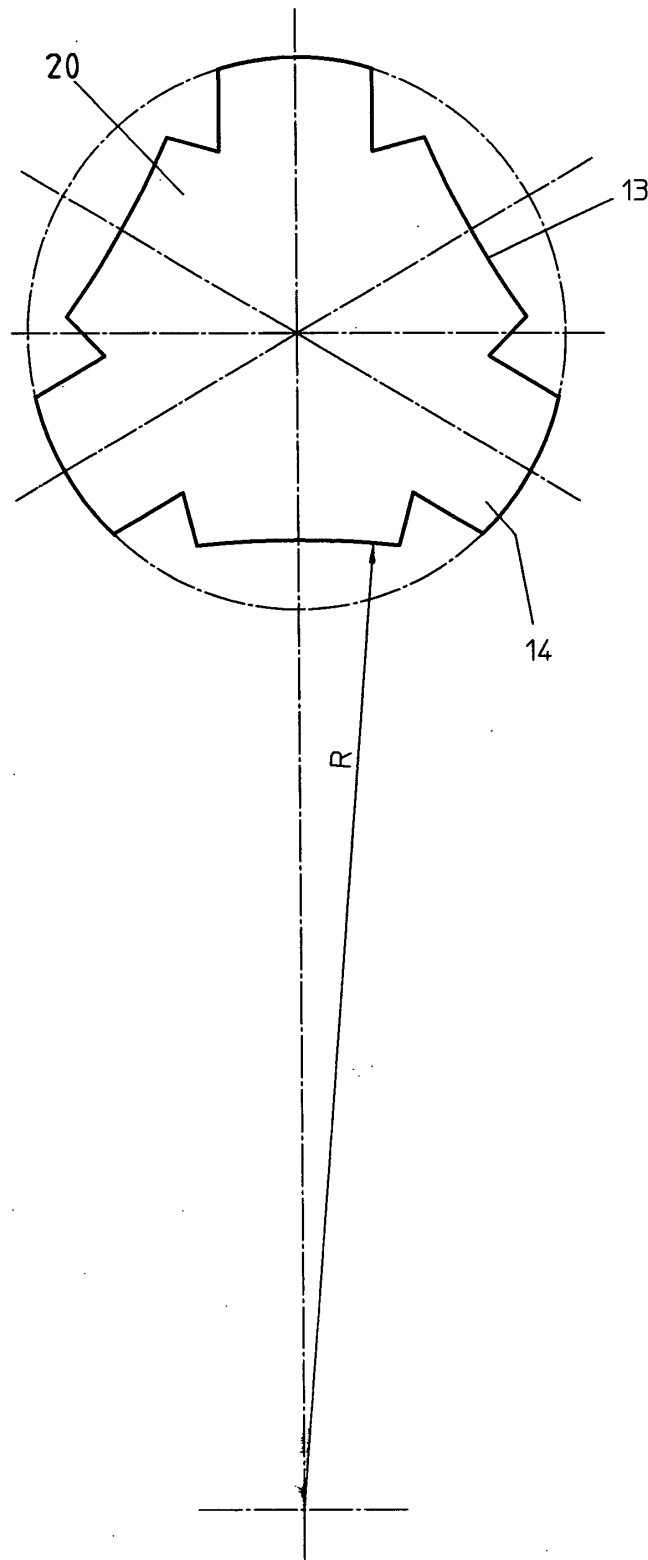


Fig. 8

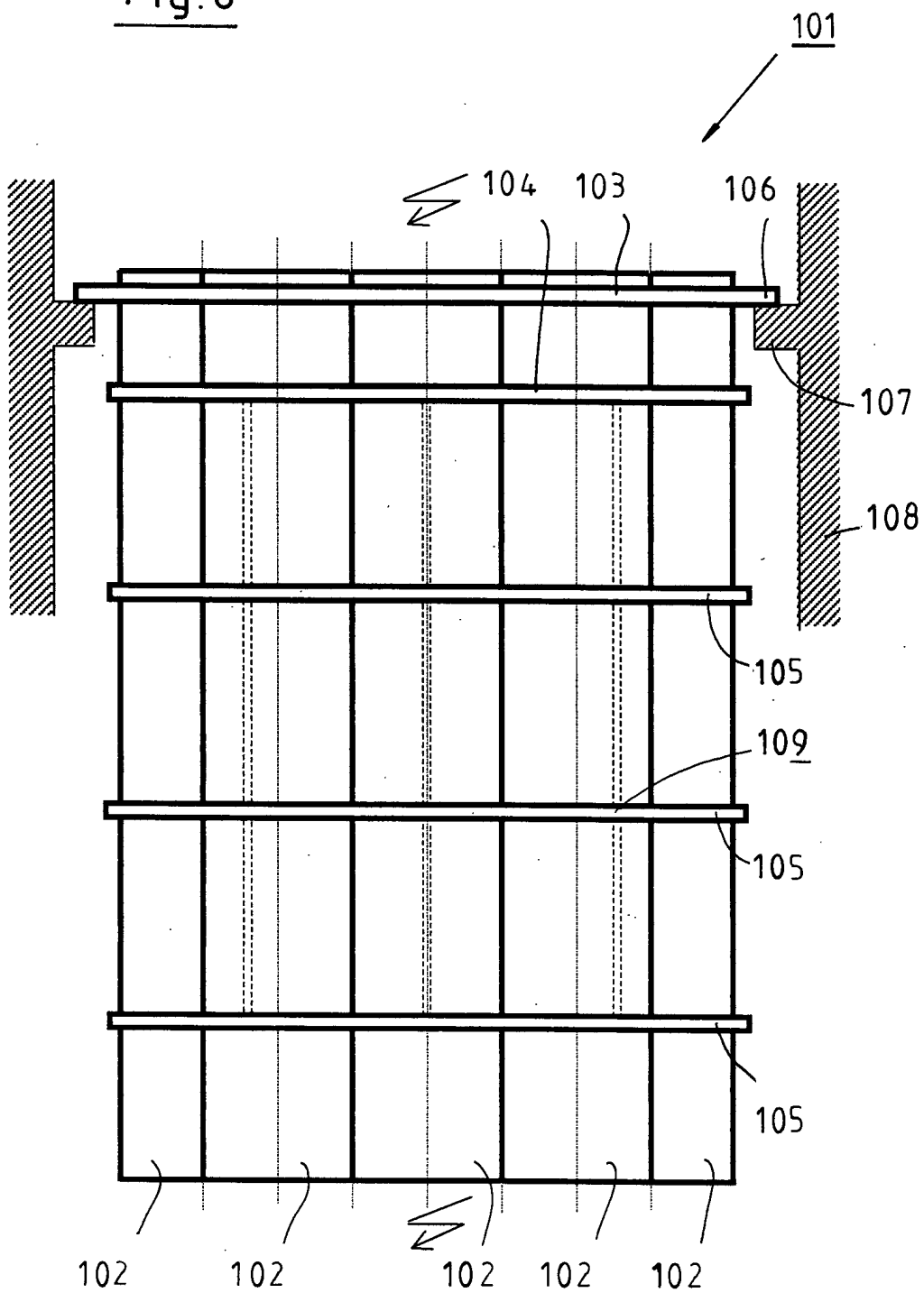


Fig. 9

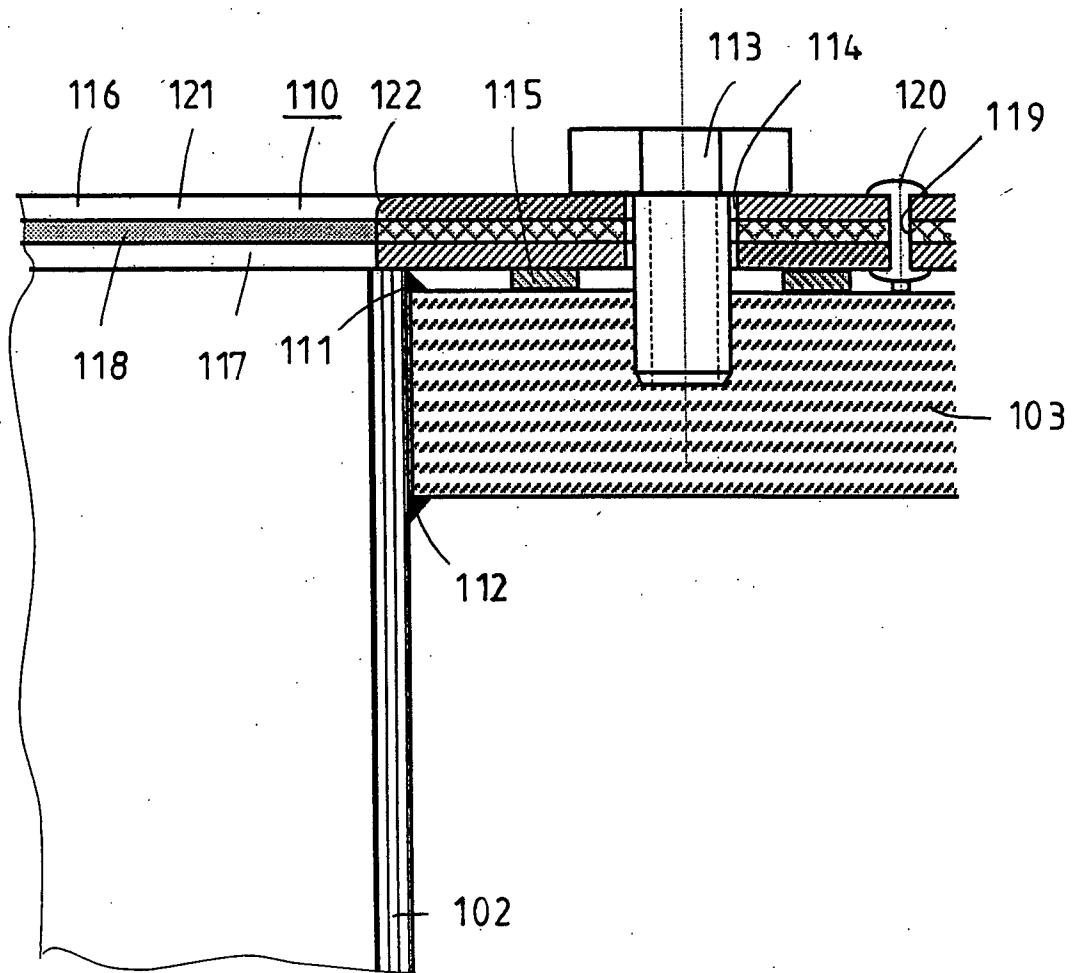


Fig.10

