(19) **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

PATENTSCHRIFT

(12) **Ausschließungspatent**

(11) **DD 285 760 A5**

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

4(51) **B 65 H 23/24**

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD B 65 H / 330 490 8	(22)	06.07.89	(44)	03.01.91

(71) siehe (73)
(72) Gellrich, Peter, Dipl.-Ing.; Matter, Günter, Dr. Dipl.-Ing., DD
(73) VEB Filmfabrik Wolfen, Fotochemisches Kombinat, Puschkinplatz, Wolfen 1, 4440, DD

(54) Vorrichtung zum berührungsfreien Abstützen und Umlenken von Materialbahnen

(55) Hohlkörper; zylinderschalenförmige Mantelfläche; Ausströmöffnungen; Beschichtungsanlage; fotografische Filme; druckproportionale Krümmung
(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum berührungsfreien Abstützen und Umlenken von Materialbahnen. Sie findet Anwendung, wenn eine Materialbahn ohne Kontakt mit festen Oberflächen geführt werden muß. Solche Bahnführungsaufgaben kommen in Beschichtungsanlagen vor, z. B. in Anlagen zur Herstellung fotografischer Filme. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Teil der Mantelfläche des zylinderförmigen Hohlkörpers, über den die Materialbahn geführt wird, ausgehend von den Kanten des Materialbahneinlaufes bzw. -auslaufes bis zu einer parallel zu ihr angeordneten Reihe von Ausströmöffnungen und weiter von Reihe zu Reihe bis zur Scheitellinie des Hohlkörpers eine proportional dem Druckverlauf zunehmende Krümmung aufweist. Fig. 1

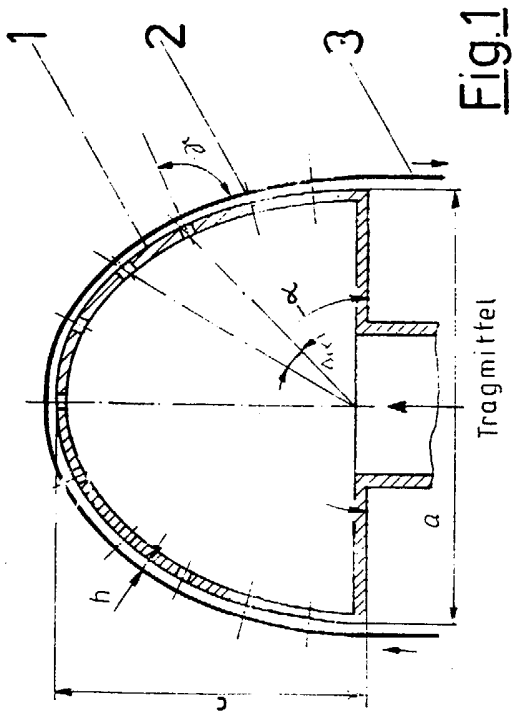


Fig.1

ISSN 0433-6461

7 Seiten

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum berührungsfreien Abstützen und Umlenken von flexiblen Materialbahnen, bestehend aus einem zylinderförmigen Hohlkörper mit Ausströmöffnungen für ein Fluid, **gekennzeichnet dadurch,** daß der Teil der Mantelfläche des zylinderförmigen Hohlkörpers, über den die Materialbahn geführt wird, ausgehend von den Kanten des Materialbahneinlaufes bzw. -auslaufes bis zu einer parallel zu ihr angeordneten Reihe von Ausströmöffnungen und weiter von Reihe zu Reihe bis zur Scheitellinie des Hohlkörpers eine proportional dem Druckverlauf zunehmende Krümmung aufweist.
2. Vorrichtung zum berührungsfreien Abstützen und Umlenken von flexiblen Materialbahnen nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Ausströmöffnungen als Schlitze, Kreislochdüsen oder Langlochdüsen ausgeführt sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum berührungsfreien Abstützen und Umlenken von Materialbahnen. Sie findet Anwendung, wenn eine Materialbahn ohne Kontakt mit festen Oberflächen geführt werden muß. Solche Bahnführungsaufgaben kommen in Beschichtungsanlagen vor, z.B. in Anlagen zur Herstellung fotografischer Filme.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es sind Vorrichtungen bekannt, mit denen flexible Materialbahnen ohne Kontakt mit festen Oberflächen abgestützt und umgelenkt werden können. Diese Vorrichtungen bestehen im wesentlichen aus einem Hohlkörper, dessen Innenraum mit einem Aggregat zum Fördern eines Tragmittels in Verbindung steht. In dem Teil der Mantelfläche des Hohlkörpers, der von der Materialbahn überdeckt wird, befinden sich Öffnungen unterschiedlicher Form und Anordnung. Aus ihnen wird das Tragmittel, z.B. Luft, unter die Materialbahn gedrückt. Dabei entsteht ein Druckfeld, das die Materialbahn im Gleichgewicht zu den Kräften, mit denen sie gespannt ist, in der Schwebe hält. Die Fläche des Hohlkörpers, über der das tragende Druckfeld erzeugt wird, wird im folgenden als Basisfläche bezeichnet. Bei allen bekannten Vorrichtungen zum berührungsfreien Abstützen und Umlenken von Materialbahnen ist der Hauptteil dieser Basisfläche wie die Mantelfläche eines Kreiszylinders gekrümmt. Diese Vorrichtungen gewährleisten entweder keine sichere berührungsfreie Bahnführung oder es wird das Tragpolster so erzeugt, daß qualitätsmindernde Einwirkungen auf Schichten nicht ausgeschlossen sind, die sich auf den Materialbahnen befinden. Eine derartige Vorrichtung wird mit der US-PS 2689196 beschrieben. Die Öffnungen zum Ausblasen des Tragmittels sind bei ihr als Lochdüsen ausgeführt, die auf der kreisbogenförmig gekrümmten Basisfläche gleichmäßig verteilt angeordnet sind. Mit der US-PS 3267017 wird eine Umlenkvorrichtung beschrieben, bei der die Öffnungen zum Ausblasen des Tragmittels in vier Reihen angeordnet sind, die auf der kreiszylinderförmigen Basisfläche ein Rechteck bilden, so daß im vierseitig abgeschirmten Raum unter der Materialbahn ein Feld mit gleichem Druck erzeugt werden kann.
In der Praxis zeigte sich, daß mit derartigen Vorrichtungen eine vollkommen berührungsfreie Bahnführung nur sehr schwierig erreicht werden kann. Abhängig von der Bahnspannung wölbt sich die Materialbahn entweder birnenförmig aus, wobei sie im Bereich des Materialbahneinlaufes bzw. -auslaufes Kontakt mit der Basisfläche bekommt oder es entstehen sehr kleine Tragpolsterhöhen, verbunden mit Flattereffekten.
Bei Materialbahnen aus Papier oder Gewebe können solche Berührungen toleriert werden. Wenn aber die Gebrauchseigenschaften einer Materialbahn durch Kratzer und ähnliche mechanische Beschädigungen in Frage gestellt werden, wie das z.B. bei fotografischen Filmen der Fall ist, so ist es notwendig, ein zusammenhängendes Tragpolster sicher zu gewährleisten. Besonders wichtig ist das bei Materialbahnen mit Schichten, die noch nicht ihre volle Festigkeit erlangt haben.
Um diesen Mängeln zu begegnen, wurden eine Reihe von Verbesserungen vorgeschlagen. So wird z.B. in der DD-PS 132482 beansprucht, die Blasdüsen auf Basisflächensegmenten anzuordnen, die voneinander durch Abströmkanäle getrennt sind, die in Umfangsrichtung verlaufen. Auf diese Weise soll das Tragpolster durch Luftströmungen erzeugt werden, die in axialer Richtung zu den Abströmkanälen führen. Mit dieser Vorrichtung ist es zwar möglich, ein stabiles, zusammenhängendes Tragpolster und eine flatterfreie Bahnführung zu erreichen, um aber den notwendigen Druck zu erzeugen, der die Materialbahn in der Schwebe hält, sind jedoch Luftmengen notwendig, die in den Blasdüsen hohe Luftgeschwindigkeiten bewirken. Diese hohen Luftgeschwindigkeiten verhindern es, diese Vorrichtung im Bereich einer Beschichtungsanlage einzusetzen, in dem die aufgetragenen Schichten z.B. durch Trocknung noch nicht ihre volle Festigkeit erlangt haben. Wenn die beschichtete Materialbahn schichtseitig über diese Vorrichtung geführt wird, kommt es zu streifenförmigen Verblasungen. Den gleichen Mangel hat die Vorrichtung gemäß DD-PS 231325. Durch die spezielle Form der Basisfläche im Bereich des Materialbahneinlaufes bzw. -auslaufes konnte zwar die Stabilität der Bahnführung weiter verbessert werden, aber auch diese Vorrichtung kann nicht dazu verwendet werden, eine Materialbahn schichtseitig über die Basisfläche zu führen. Insbesondere die wiederholte Prallstrahleinrichtung der Längsdüsenreihen beeinflußt die Gleichmäßigkeit der noch nicht völlig festen Schichten. Es konnte sogar festgestellt werden, daß die Gleichmäßigkeit einer noch nicht festerstarrten fotografischen Schicht beeinträchtigt wird, wenn die Filmbahn rückseitig über diese Vorrichtung geführt wird und die Temperatur der Tragluft deutlich niedriger ist als die Schichttemperatur.
Ebenso muß man bei der Vorrichtung gemäß DE-OS 3049790 erwarten, daß die Luftdüsen in den V-förmigen Nuten zu streifenförmigen Schichtstörungen führen.

Ein bahnbreit gleichmäßigerer Wärme- und Stoffübergang kann erreicht werden, wenn das Tragmittel aus Schlitzdüsen geblasen wird, die quer zur Laufrichtung der Materialbahn angeordnet sind. Mit der DE-OS 3331856 wird eine Vorrichtung zum Trocknen und Umlenken von Materialbahnen beschrieben, die solche querangeordnete Schlitzdüsen hat. Diese Schlitzdüsen sind als Coanda-Düsen gestaltet und paarweise auf einem Kreisbogenabschnitt so angebracht, daß sie auf einer leistenförmigen Basisfläche – in der Patentschrift als Luftbalken bezeichnet – gegeneinanderwirkend das bahntragende Druckfeld erzeugen. Zwischen den Luftbalken mit den Coanda-Düsen-Paaren sind Abströmkanäle angeordnet, in denen das Tragmittel zu den Bahnrändern abströmen kann.
Mit der beschriebenen Vorrichtung soll die Materialbahn nicht nur umgelenkt, sondern vor allem auch getrocknet werden. Um eine hohe Trocknungsintensität zu erreichen, ist ein hoher Turbulenzgrad der Trocknungsluft notwendig, der im allgemeinen mit entsprechend hohen Strömungsgeschwindigkeiten erreicht wird. Mit der Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit besteht die Gefahr, daß noch nicht völlig feste Schichten auf der Materialbahn zerstört werden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, beim Führen von Materialbahnen qualitätsmindernde Einwirkungen zu vermeiden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die es ermöglicht, Materialbahnen so zu führen, daß jeder Kontakt mit den festen Oberflächen dieser Vorrichtung zuverlässig ausgeschlossen ist.
Diese Abgabe wird durch eine Vorrichtung zum berührungsfreien Abstützen und Umlenken von flexiblen Materialbahnen bestehend aus einem zylinderförmigen Hohlkörper mit Ausströmöffnungen für ein Fluid erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Teil der Mantelfläche des zylinderförmigen Hohlkörpers, über den die Materialbahn geführt wird, ausgehend von den Kanten des Materialbahneinlaufes bzw. -auslaufes bis zu einer parallel zu ihr angeordneten Reihe von Ausströmöffnungen und weiter von Reihe zu Reihe bis zur Scheitellinie des Hohlkörpers eine proportional dem Druckverlauf zunehmende Krümmung aufweist.
Die Ausströmöffnungen sind vorzugsweise als Schlitze gestaltet. Sie können aber auch als Kreislochdüsen oder Langlochdüsen ausgeführt sein.
Die Kreislochdüsen oder Langlochdüsen, die auf Reihen parallel zu den Kanten des Materialeinlaufes bzw. -auslaufes angeordnet sind, sind so lang, daß sie gerade von der Materialbahn überdeckt sind. Sie können in Richtung der Bahnränder und/oder in Richtung der Scheitellinie einen größeren Querschnitt haben. Werden als Ausströmöffnungen Schlitze angeordnet, so können sie in Richtung der Bahnränder und/oder in Richtung der Scheitellinie eine größere Weite haben.
Um die Materialbahn in der Schwebe zu halten, wird das Tragmittel, z.B. Luft, mit Hilfe eines geeigneten Förderaggregates, z.B. mit einem Ventilator, in den Innenraum des Hohlkörpers gedrückt. Aus diesem Raum strömt das Tragmittel über die Ausströmöffnungen unter die Materialbahn. Das dabei entstehende Druckfeld hebt sie an, so daß ein Spalt zwischen der Materialbahn unter der Basisfläche entsteht. In diesem Spalt strömt das Tragmittel zu den Kanten des Materialbahneinlaufes bzw. -auslaufes, aber auch zu den Rändern der Materialbahn. Dabei fällt der statische Druck unter der Materialbahn auf den Umgebungsdruck ab.
Aus den Gesetzen der Mechanik ist ableitbar, daß eine flexible Materialbahn der Breite b, die mit der Kraft z gespannt ist, unter der Wirkung eines konstanten Druckes p kreiszylinderschalenförmig mit dem Radius $r_B = Z/(b \cdot p)$ zwischen zwei Stützlinien gekrümmt wird, wenn das Flächengewicht q der Materialbahn im Vergleich zum wirkenden Druck vernachlässigt werden kann, wirkt in Längsrichtung s der Materialbahn auf Flächenelemente $b \cdot (dS)$ ein örtlich unterschiedlicher Druck p(s), so wird die Materialbahn ebenfalls örtlich unterschiedlich gekrümmt.
Die Form der Basisfläche $r(\varphi)$ ist dabei das Ergebnis der Lösung der Differentialgleichung.

$$r''' + r' - 2 \cdot r'' r' \frac{1}{r} + a \cdot r^3 = 0$$

mit den Randbedingungen:

Stelle $\varphi = 0$ (Kante des Materialbahneinlaufes bzw. -auslaufes):

$$r(0) = r_0 = \frac{a}{2} \cdot \sin(\alpha/_2)$$
$$r''(0) = r_0$$

Stelle $\varphi = \alpha/_2$ (Scheitellinie des Hohlkörpers)

$$r'(\alpha/_2) = 0$$

und mit

$$a = \frac{\lambda}{4} \cdot \frac{q \cdot \dot{v}_i^2}{z \cdot h^3} \; ; h \ll r$$

bzw. für den Fall einer laminaren Spaltströmung

$$a = \frac{12 \cdot \eta \cdot \dot{v}_i}{z \cdot h^3}$$

in diesen Beziehungen bedeuten:

h – Höhe des Tragpolsters in m
z – Bahnspannkraft in N/m
η – dyn. Viskosität des Tragmittels in Pas
ϱ – Dichte des Tragmittels in kg/m³
a – Kantenabstand in m
α – Umlenkwinkel
λ – Reibungsbeiwert
v_i – Volumenstrom des Tragmittels in $m^3/m \cdot s$,

bezogen auf die Breiteneinheit des Strömungsfeldes jeweils im Bereich „i" zwischen zwei Blasschlitzen bzw. zwischen dem letzten Blasschlitz und der Kante des Materialbahneinlaufes bzw. -auslaufes.
Mit der erfindungsgemäßen Form der Basisfläche wird erreicht, daß die Materialbahn in konstantem Abstand h zu ihr in der Schwebe gehalten werden kann. Das Druckfeld entsteht, wenn das Tragmittel in einem Spalt mit konstanter Höhe h vorzugsweise laminar allseitig in die Umgebung abströmt. Dabei strömt die überwiegende Tragmittelmenge in Richtung der Kanten des Materialbahneinlaufes bzw. -auslaufes.
Im Bereich der Bahnränder entsteht in Verbindung mit der Querabströmung des Tragmittels ebenfalls ein Druckfeld, das in Richtung zu den Bahnrändern auf den Umgebungsdruck abfällt. Es könnte angenommen werden, daß in diesem Bereich die notwendige Tragwirkung nicht gegeben sei. Es hat sich aber gezeigt, daß auch in diesem Bereich eine berührungsfreie Bahnführung gesichert werden kann, wenn das Verhältnis der abgewikelten Länge der Basisfläche zur Bahnbreite kleiner als 1:2 gewählt wird.
Unter dieser Bedingung wird kein Randflattern beobachtet.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 und Fig. 2: den Schnitt und die Draufsicht auf eine Umlenkvorrichtung für 180° mit Blasschlitzen
Fig. 3 und Fig. 4: den Schnitt und die Draufsicht auf eine Umlenkvorrichtung für 90° mit Blasdüsen

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann für unterschiedliche Bahnführungsaufgaben verwendet werden. Aus diesem unterschiedlichen Aufgaben resultieren verschiedene Ausführungsformen, die sich in folgenden Parametern bzw. Merkmalen unterscheiden:
- Umlenkwinkel α
- Anzahl der Blasöffnungsreihen n
- Winkelabstand der Blasöffnungsreihen Δα
- Kantenabstand a
- Form der Blasöffnungen
- Scheitelhöhe der Basisfläche c
- Blasrichtungswinkel γ

Fig. 1 zeigt den Schnitt einer Umlenkvorrichtung für φ = 180°. Auf der Basisfläche 1 sind die Blasschlitze 2 angeordnet. Die Draufsicht dieser Vorrichtung ist in Fig. 2 dargestellt. Die Materialbahn 3 überdeckt die Blasschlitze 2.
Diesem Ausführungsbeispiel liegen die in Tabelle 1 aufgeführten Parameter zugrunde.

Tabelle 1:

Hauptabmessungen:			
Umlenkwinkel:	α	=	180°
Anzahl der Blasöffnungsreihen:	n	=	11
Winkelabstand:	Δα	=	15°
Kantenabstand:	a	=	150 mm
Scheitelhöhe:	c	=	109 mm
Form der Blasöffnungen:	Schlitz		
Blasrichtungswinkel:	γ	=	90°
Tragmittel:	Luft		
Temperatur:	ϑ_2	=	20 °C
rel. Feuchte:	φ	=	60 %

Materialbahn:	CA-Folie		
Breite:	b	=	1200 mm
Dicke:	s	=	0,14 mm
Betriebsparameter			
Bahnspannung:	z	=	100 N/m
Luftmenge, spezifische:	$\dot{v}$	=	30 $m^3/m \cdot h$
Luftpolsterhöhe:	h	=	0,47 mm

Fig. 3 zeigt den Schnitt einer Umlenkvorrichtung für $\varphi = 90°$. Auf der Basisfläche 1 sind Lochdüsenreihen 4 angeordnet. Die Parameter für dieses Ausführungsbeispiel sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2:

Hauptabmessungen:			
Umlenkwinkel:	α	=	90°
Anzahl der Blasöffnungsreihen:	n	=	5
Winkelabstand:	$\Delta\alpha$	=	15°
Kantenabstand:	a	=	130 mm
Scheitelhöhe:	c	=	109 mm
Form der Blasöffnungen:	Kreislochdüsen		
Blasrichtungswinkel:	γ	=	90°

Tragmittel mit Materialbahn entsprechen dem Ausführungsbeispiel gemäß Tabelle 1

Betriebsparameter:			
Bahnspannung:	z	=	100 N/m
Luftmenge:	$\dot{v}$	=	30 $m^3/m \cdot h$
Luftpolsterhöhe:	h	=	0,40 mm

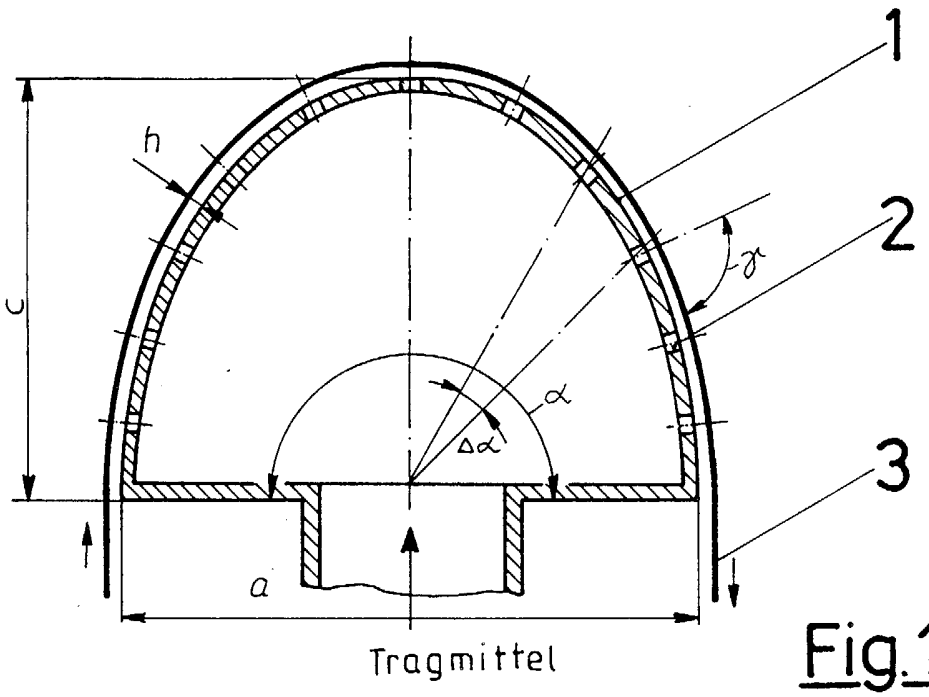


Fig.1

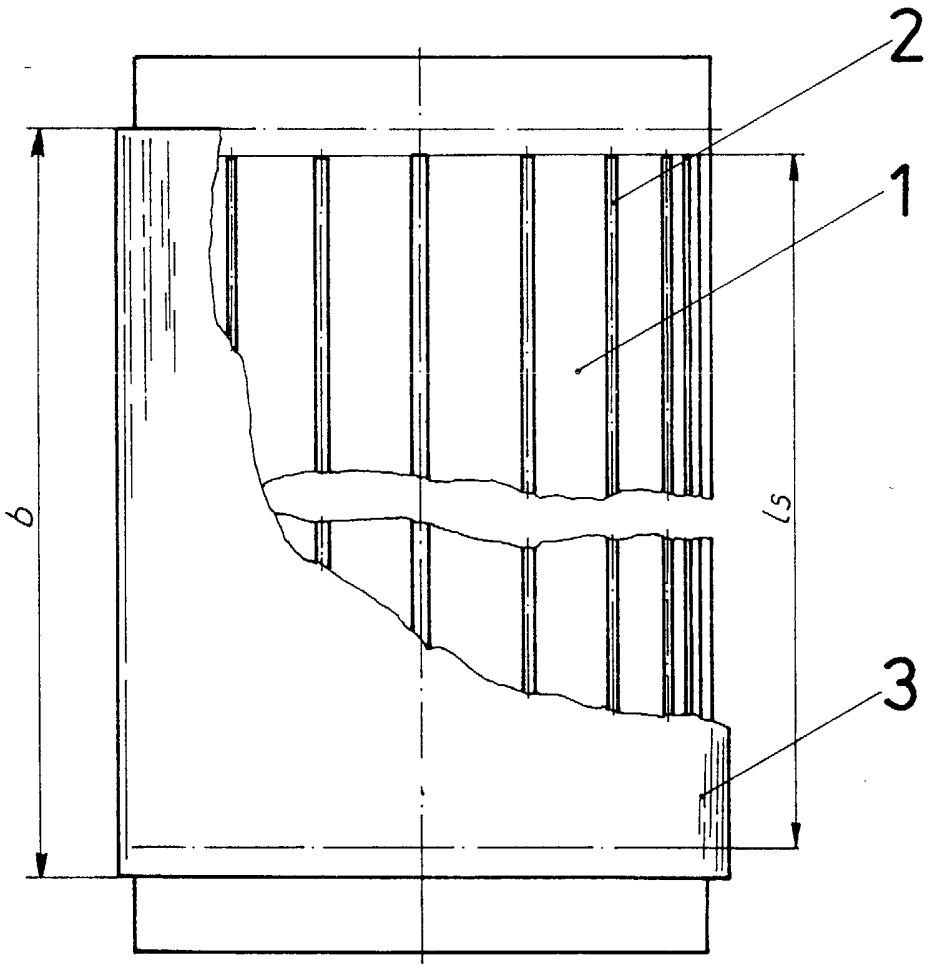


Fig.2

DE 3907725

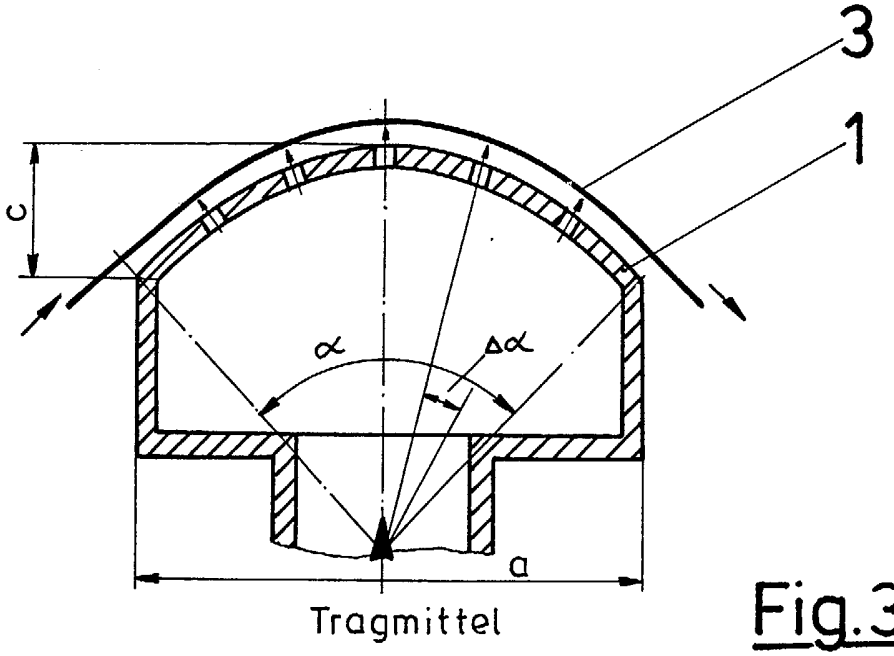


Fig.3

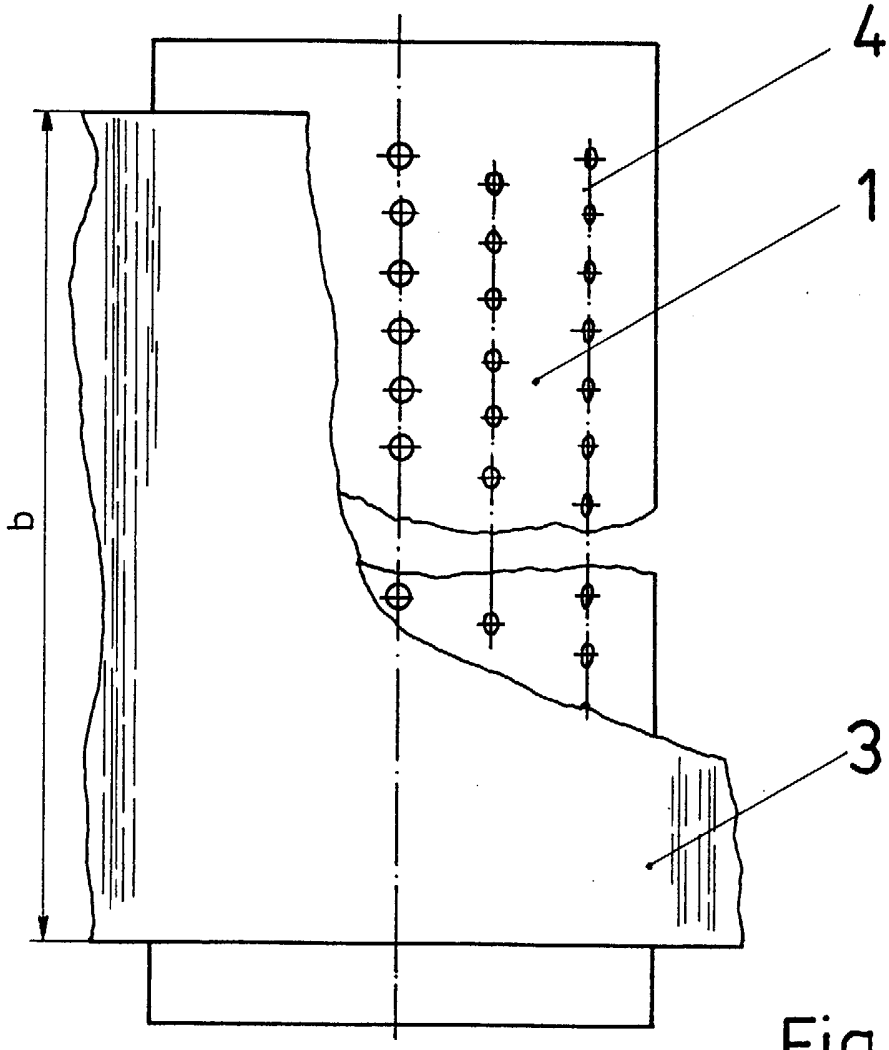


Fig 4