

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 695 368 A5

(51) Int. Cl.: B08B 3/12 (2006.01)

## Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

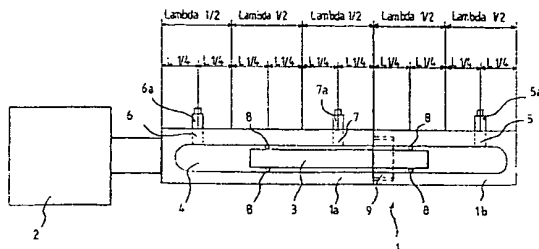
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## (12) PATENTSCHRIFT

|                                    |                            |                 |                                                                                       |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) Gesuchsnummer:                | 00952/01                   | (73) Inhaber:   | Martin Walter Ultraschalltechnik AG, Hardstrasse 13<br>75334 Straubenhardt (DE)       |
| (22) Anmeldedatum:                 | 22.05.2001                 | (72) Erfinder:  | Klaus Kern, 75335 Dobel (DE)                                                          |
| (30) Priorität:                    | 13.07.2000 DE 100 34 064.4 | (74) Vertreter: | Riederer Hasler & Partner Patentanwälte AG,<br>Kappelestrasse 634<br>9492 Eschen (LI) |
| (24) Patent erteilt:               | 28.04.2006                 |                 |                                                                                       |
| (45) Patentschrift veröffentlicht: | 28.04.2006                 |                 |                                                                                       |

### (54) Vorrichtung zur Reinigung von porösem Material mittels Ultraschall.

(57) Eine Vorrichtung zur Reinigung von porösem Material 3, insbesondere von Feinfilterelementen, weist wenigstens einen Ultraschallwandler 2 auf, an welchem ein stabförmiger Resonator 1 gekoppelt ist. Der Resonator 1 weist einen Hohlraum 4 auf, in welchen das poröse Material 3 einbringbar ist, wobei der Hohlraum 4 wenigstens eine Einlassöffnung 5 und wenigstens eine erste Auslassöffnung 6 aufweist. Die Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass Dichtungselemente 8 vorhanden sind, mittels der das poröse Material 3 gegenüber der Wandung des Hohlraums 4 abgedichtet im Hohlraum 4 anordenbar ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, zur Reinigung von porösem Material, insbesondere von Feinfilterelementen, mit wenigstens einem Ultraschallwandler, an welchem ein stabförmiger Resonator gekoppelt ist.

**[0002]** Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der EP 0 455 837 bekannt. Mittels der bekannten Vorrichtung werden Ultraschallwellen in eine Flüssigkeit eingeleitet, in welcher sich zur Reinigung bestimmte Elemente befinden. Durch die im Ultraschallbereich schwingenden Partikel der Flüssigkeit wird Schmutz, welcher sich auf den zu reinigenden Elementen befindet, gelöst und von den Elementen wegtransportiert.

**[0003]** Zwar lässt sich mit einer derartigen Vorrichtung auch poröses Material reinigen, jedoch ist die Reinigung noch nicht optimal. Insbesondere die Reinigung von Feinfilterelementen ist noch relativ umständlich. Zu reinigende Feinfilterelemente müssen regelmässig aus einer Anlage ausgebaut werden, um sie mittels der bekannten Vorrichtung zu reinigen.

**[0004]** Insbesondere müssen Feinfilterelemente, welche zur Entnahme von Proben einer Flüssigkeit verwendet werden, aus einer betreffenden Vorrichtung ausgebaut werden. Hierdurch wird der Betrieb der Anlage unterbrochen. Dies ist sehr nachteilig.

**[0005]** Die Filterelemente zur Entnahme von Proben einer Flüssigkeit bestehen aus einem hohlzylinderförmigen Rohr, dessen Wandung aus einem porösen Material besteht und das Filtermedium bildet. Im Normalbetriebszustand wird die Flüssigkeit an einem Ende des hohlzylinderförmigen Rohrs in das Rohr geleitet und am anderen Ende wieder entnommen. Zur Entnahme einer Probe der Flüssigkeit wird das Ende des Rohrs, an dem die Flüssigkeit im Normalbetrieb austritt, verschlossen, so dass die Flüssigkeit durch die poröse Wandung des hohlzylinderförmigen Rohrs getrieben wird. Die derartig gefilterte Flüssigkeit kann dann als Probe für eine Analyse der Flüssigkeit verwendet werden.

**[0006]** Aus der DE 19 706 007 C1 ist eine Vorrichtung zum Reinigen von fadenförmigen Erzeugnissen bekannt, bei welcher ein sogenannter Biegeschwinger mittels einer Ultraschall-Sonotrode in Schwingungen versetzt wird. Der Biegeschwinger ist zylinderförmig ausgebildet und weist in axialer Richtung eine Bohrung auf. Durch diese Bohrung wird das zu reinigende Erzeugnis wie beispielsweise ein Draht geführt.

**[0007]** In die Bohrung münden weitere Bohrungen, welche der Zufuhr einer geeigneten Reinigungsflüssigkeit dienen.

**[0008]** Wenngleich mittels der bekannten Vorrichtung auch hohlzylinderförmige Feinfilterelemente gereinigt werden könnten, so ist deren Reinigung noch nicht optimal. Denn der sich in der porösen Wandung abgesetzte Schmutz lässt sich durch eine Beschallung nur sehr schwer entfernen. Des Weiteren müssten die Feinfilterelemente zur Reinigung aus einer betreffenden Anordnung der entsprechenden Vorrichtung ausgebaut werden, wodurch der Betrieb der Vorrichtung unterbrochen wird.

**[0009]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine eingangs genannte Vorrichtung derart auszubilden, dass sie besser zur Reinigung von porösem Material, insbesondere von Feinfilterelementen, geeignet ist.

**[0010]** Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

**[0011]** Gemäss der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Reinigung von porösem Material, insbesondere von Feinfilterelementen, welche wenigstens einen Ultraschallwandler aufweist, an welchem ein stabförmiger Resonator gekoppelt ist, welcher einen Hohlraum aufweist, in welchen das poröse Material einbringbar ist, wobei der Hohlraum wenigstens eine Einlassöffnung und wenigstens eine erste Auslassöffnung aufweist dadurch gekennzeichnet, dass Dichtungselemente vorhanden sind, mittels der das poröse Material gegenüber der Wandung des Hohlraums abdichtet im Hohlraum anordenbar ist.

**[0012]** Dadurch, dass Dichtungselemente vorhanden sind, mittels der das poröse Material gegenüber der Wandung des Hohlraums abdichtet im Hohlraum anordenbar ist, wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass eine mittels der Einlassöffnung in den Hohlraum eingeleiteten Flüssigkeit oder Gas nicht mehr das poröse Material umströmen kann, sondern durch das Material hindurchtreten muss, um zur Auslassöffnung zu gelangen. Hierdurch wird während der Beschallung des porösen Materials das poröse Material mit einer Flüssigkeit oder einem Gas durchströmt, wodurch eine sehr intensive Reinigung des porösen Materials erreicht wird. Durch die hohe Intensität wird zur Reinigung des Materials nur noch sehr wenig Zeit benötigt.

**[0013]** Als besonders vorteilhaft hat sich eine Ausführungsform der Erfindung herausgestellt, bei welcher eine zweite Auslassöffnung vorhanden ist. Durch die zweite Auslassöffnung wird erreicht, dass beispielsweise hohlzylinderförmige Filterelemente sehr effizient gereinigt werden können. Denn mittels der zweiten Auslassöffnung lässt sich in einfacher Weise eine Umschaltung des Flüssigkeits- oder Gasstroms erreichen. So kann beispielsweise, wenn die zweite Auslassöffnung geschlossen und die erste Auslassöffnung geöffnet ist, die Flüssigkeit oder das Gas das hohlzylindrische Filterelement in axialer Richtung durchströmen, wodurch eine Filterung der Flüssigkeit oder des Gases nicht erfolgt.

**[0014]** Ist die zweite Auslassöffnung geöffnet und die erste Auslassöffnung geschlossen, durchströmt beispielsweise die Flüssigkeit die Wandung des Filterelements, wodurch sie gefiltert wird. Der zweiten Auslassöffnung lässt sich somit gefilterte Flüssigkeit entnehmen.

**[0015]** Als besonders vorteilhaft hat sich auch eine Ausführungsform der Erfindung herausgestellt, bei der die Öffnungen über Fittings zugänglich sind. Durch die Fittings lässt sich die erfindungsgemässe Vorrichtung sehr einfach handha-

ben. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Öffnungen und somit gegebenenfalls auch die Fittings und/oder die Dichtungselemente in einem Abstand von der Stirnseite des Resonators angebracht sind, welcher einem ungeraden Vielfachen der viertel Wellenlänge ( $1/4 \text{ Lambda}$ ) entspricht. Denn dadurch befinden sich die Öffnungen beziehungsweise die Dichtungen in einem Knoten der sich im Resonator ausbildenden stehenden Welle. Hierdurch werden die Fittings beziehungsweise die Dichtungselemente mechanisch nahezu nicht beansprucht. Dies wirkt sich besonders vorteilhaft auf die Zuverlässigkeit als auch die Lebensdauer der Vorrichtung aus.

[0016] Bei einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Resonator aus wenigstens zwei Teilelementen besteht, welche mittels einer Verschraubung miteinander verbunden sind. Hierdurch lässt sich der Hohlraum in vorteilhafter Weise als geschlossener Hohlraum ausbilden, was sich sehr günstig auf die Betriebsweise der Vorrichtung auswirkt. Dadurch, dass der Hohlraum geschlossen ist, lässt er sich sehr leicht abdichten.

[0017] Dadurch, dass die Teilelemente mittels einer Verschraubung miteinander verbunden sind, ist der Hohlraum einerseits sehr gut zugänglich, und andererseits besteht zwischen den Teilelementen eine sehr feste Verbindung, was sich im Hinblick auf die Schwingungseigenschaften des Resonators sehr günstig auswirkt.

[0018] Bei einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Länge der Teilelemente einem Vielfachen der halben Wellenlänge ( $1/2 \text{ Lambda}$ ) entspricht. Hierdurch befinden sich die Verschraubungen an einem Ort mit minimaler radialer Ausdehnung des Resonators, was sich als sehr günstig für die Verbindung der Teilelemente herausgestellt hat.

[0019] Dadurch, dass der Hohlraum als geschlossener Hohlraum ausgebildet sein kann, stehen die Stirnseiten des Resonators zur Ankopplung eines Ultraschallwandlers zur Verfügung. Es ist somit möglich, dass zwei Ultraschallwandler vorhanden sind, welche an beiden Stirnseiten des Resonators angekoppelt sind, wie dies bei einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung vorgesehen ist. Dadurch, dass zwei Ultraschallwandler verwendet werden können, steht sehr viel Beschallungsleistung zur Verfügung.

[0020] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines besonderen Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

[0021] Es zeigt

Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung in schematischer Darstellung und

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung in schematischer Darstellung.

[0022] Wie der Fig. 1 entnommen werden kann, ist ein Resonator 1 mit einer seiner Stirnseiten an einen Schallwandler 2 gekoppelt. Der Schallwandler 2 regt den Resonator 1 somit in longitudinaler Richtung an. Hierdurch bildet sich eine stehende Welle der Wellenlänge  $\text{Lambda}$  im Resonator 1 aus. Der Resonator 1 besteht aus einem ersten Teilelement 1a und einem zweiten Teilelement 1b, welche mittels einer Verschraubung 9 miteinander verbunden sind. Die Länge des ersten Teilelements 1a beträgt dreimal  $\text{Lambda}/2$ , die Länge des zweiten Teilelements 1b zweimal  $\text{Lambda}/2$ .

[0023] Der Resonator 1 weist einen sich in axialer Richtung erstreckenden geschlossenen Hohlraum 4 auf. Vom Hohlraum 4 erstrecken sich in radialer Richtung eine Einlassöffnung 5, eine erste Auslassöffnung 6 und eine zweite Auslassöffnung 7. An den Öffnungen 5, 6, 7 sind Fittings 5a, 6a, 7a angeordnet. Die Einlassöffnung 5 beziehungsweise der entsprechende Fitting 5a ist in einem Abstand von neunmal  $\text{Lambda}/4$  von der Stirnseite des Resonators 1 angeordnet. Die erste Auslassöffnung 6 beziehungsweise der entsprechende Fitting 6a ist in einem Abstand von einmal  $\text{Lambda}/4$  von der Stirnseite des Resonators 1 angeordnet. Die zweite Auslassöffnung 7 beziehungsweise der entsprechende Fitting 7a ist in einem Abstand von fünfmal  $\text{Lambda}/4$  von der Stirnseite des Resonators 1 angeordnet.

[0024] Im Hohlraum 4 ist ein hohlzylinderförmiges Feinfilterelement 3 angeordnet. An beiden Enden des Feinfilterelements 3 sind O-Ringe 8 angeordnet, welche einerseits das Feinfilterelement 3 dicht umschliessen und andererseits dicht an der Wandung des Hohlraums 4 anliegen.

[0025] Im Normalbetrieb wird über den ersten Fitting 5a und die Einlassöffnung 5 in den Hohlraum 4 eine Flüssigkeit eingeleitet. Die zweite Auslassöffnung 7 ist geschlossen. Somit gelangt die Flüssigkeit durch das Innere des hohlzylinderförmigen Feinfilterelements 3 und die erste Auslassöffnung 6 ungefiltert wieder aus dem Hohlraum 4. Soll der Flüssigkeit eine gefilterte Probe zur Analyse entnommen werden, wird die erste Auslassöffnung 6 kurzzeitig geschlossen und die zweite Auslassöffnung 7 kurzzeitig geöffnet. Hierdurch wird die Flüssigkeit durch die Wandung des hohlzylinderförmigen Filterelements 3 gedrückt und gelangt durch die zweite Auslassöffnung 7 wieder aus dem Hohlraum 4.

[0026] Zur Reinigung des hohlzylinderförmigen Filterelements 3 wird der Resonator 1 mittels eines Ultraschallwandlers 2 kurzzeitig in Schwingungen versetzt. Während der Schwingungsphase ist die erste Auslassöffnung 6 geschlossen und die zweite Auslassöffnung 7 geöffnet. Die sich im Hohlraum 4 befindliche Flüssigkeit wird somit durch die Wandung des Filterelements 3 getrieben. Da das Filterelement 3 ebenfalls in Schwingungen versetzt ist, lösen sich die Schmutzpartikel und werden aus der Wandung des hohlzylinderförmigen Filterelements 3 getrieben. Sehr günstig ist es auch, wenn die Flüssigkeit im Hohlraum 4 während des Reinigungsvorgangs beispielsweise mit Luft unter Druck gesetzt wird, das heisst, wenn über die Einlassöffnung 5 kurzzeitig Luft in den Hohlraum 4 geleitet wird. Hierdurch ist es auch möglich, dass das Filterelement 3 während des Schwingens mit Luft durchströmt wird, was sich ebenfalls sehr günstig auf die Reinigung auswirkt.

[0027] Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform besteht ein Resonator 11 aus einem ersten Teilelement 11a, einem zweiten Teilelement 11b und einem dritten Teilelement 11c. Das erste Teilelement 11a ist mittels einer Verschrau-

bung 19a mit dem zweiten Teilelement 11b verbunden. Das dritte Teilelement 11c ist mittels einer zweiten Verschraubung 19b mit dem zweiten Teilelement 11b verbunden. Die beiden Verschraubungen 19a, 19b sind jeweils in einem Abstand von zweimal  $\lambda/2$  von einer Stirnseite des Resonators 11 angeordnet.

[0028] Der Resonator 11 ist an beiden Stirnseiten mit einem Schallwandler 12a, 12b gekoppelt.

[0029] Der Resonator 11 weist einen sich axial erstreckenden geschlossenen Hohlraum 14 auf. Vom Hohlraum 14 erstreckt sich in radialer Richtung eine Einlassöffnung 15 sowie eine erste Auslassöffnung 16 und eine zweite Auslassöffnung 17. An den Öffnungen 15, 16, 17 sind jeweils Fittings 15a, 16a, 17a angeordnet.

[0030] Im Hohlraum 14 ist ein hohlzylinderförmiges Feinfilterelement 13 angeordnet. Das Feinfilterelement 13 weist an beiden Enden einen O-Ring 18 auf, welcher einerseits das Feinfilterelement 13 dicht umschliesst, und andererseits dicht an der Wandung des Hohlraums 14 anliegt.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Reinigung von porösem Material, insbesondere von Feinfilterelementen (3; 13), mit wenigstens einem Ultraschallwandler (2; 12a, 12b), an welchem ein stabförmiger Resonator (1; 11) gekoppelt ist, welcher einen Hohlraum (4; 14) aufweist, in welchen das poröse Material (3; 13) einbringbar ist, wobei der Hohlraum (4; 14) wenigstens eine Einlassöffnung (5; 15) und wenigstens eine erste Auslassöffnung (6; 16) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass Dichtungselemente (8; 18) vorhanden sind, mittels der das poröse Material (3; 13) gegenüber der Wandung des Hohlraums (4; 14) abgedichtet im Hohlraum (4; 14) anordenbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Auslassöffnung (7; 17) vorhanden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen (5, 6, 7; 15, 16, 17) über Fittings (5a, 6a, 7a; 15a, 16a, 17a) zugänglich sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen (5, 6, 7; 15, 16, 17) und/oder die Dichtungselemente (8; 18) in einem Abstand von der Stirnseite des Resonators (1; 11) angebracht sind, welcher einem ungeraden ganzen Vielfachen der viertel Wellenlänge ( $\lambda/4$ ) entspricht.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Resonator (1; 11) aus wenigstens zwei Teilelementen (1a, 1b; 11a, 11b, 11c) besteht, welche mittels einer Verschraubung (9; 19a, 19b) miteinander verbunden sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Teilelemente (1a, 1b; 11a, 11b, 11c) einem ganzen Vielfachen der halben Wellenlänge ( $\lambda/2$ ) entspricht.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Ultraschallwandler (12a, 12b) vorhanden sind, welche jeweils an einer der beiden Stirnseiten des Resonators (11) angekoppelt sind.

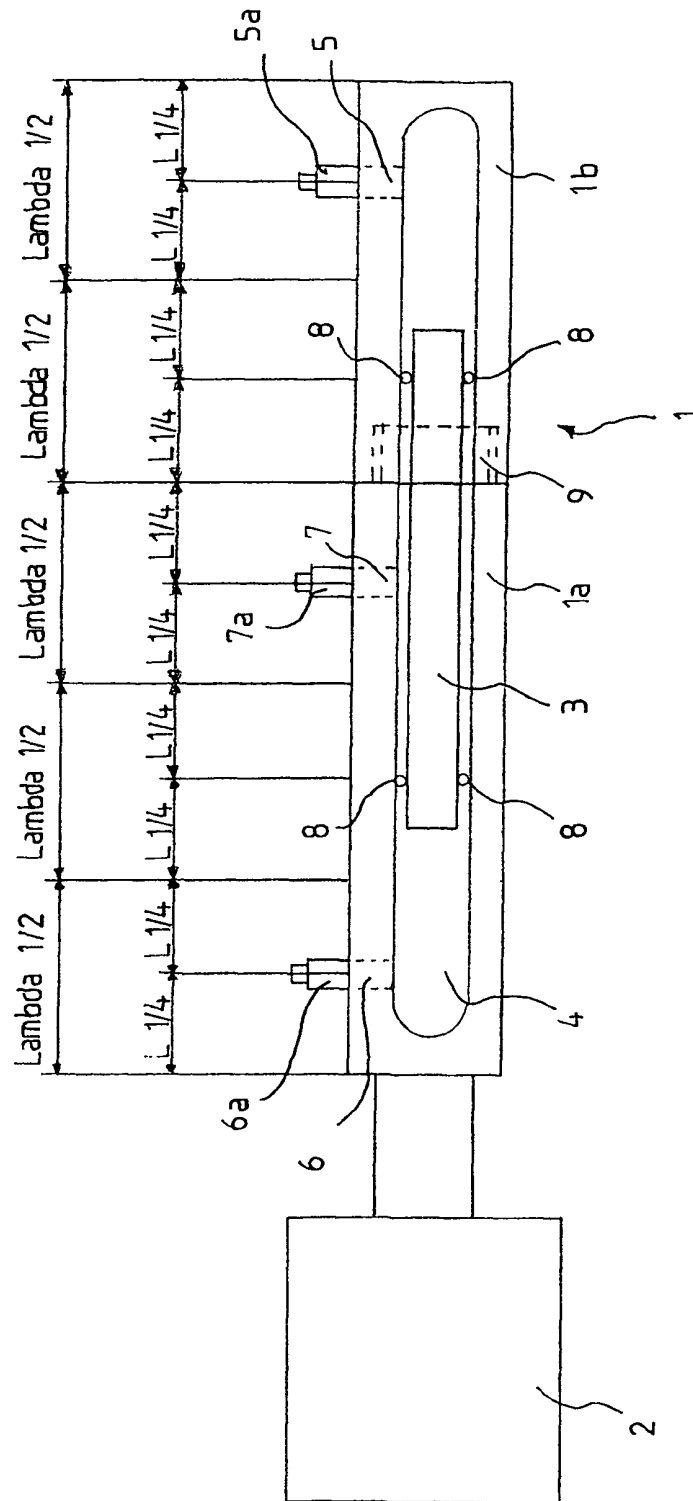


FIG 1

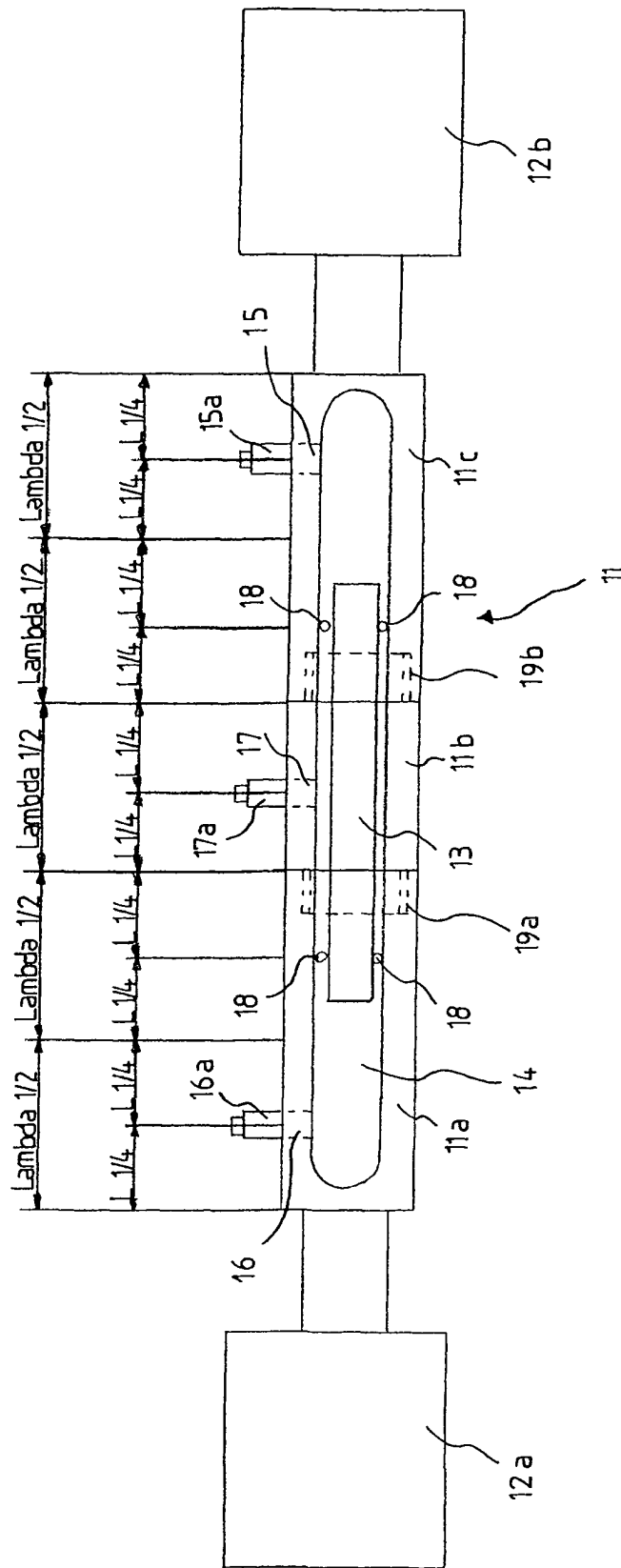


FIG 2