

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

**2 474 332**

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 01681**

---

(54) Dispositif séparateur de matières, notamment d'isotopes, à l'état de gaz ou vapeur.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). B 01 D 45/04, 59/18.

(22) Date de dépôt..... 29 janvier 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 30 janvier 1980, n° P 30 03 202.1.

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 31 du 31-7-1981.

---

(71) Déposant : Société dite : NUSTEP TRENNDUSEN ENTWICKLUNGS- UND PATENTVERWER-  
TUNGSGESELLSCHAFT MBH & CO., KG, résidant en RFA.

(72) Invention de : Werner Grossstück.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Barnay,  
80, rue Saint-Lazare, 75009 Paris.

L'invention concerne un dispositif pour la séparation de matières, notamment d'isotopes, à l'état de gaz ou vapeur, comportant :

- un groupe de canaux ayant, en coupe transversale et en plan, un contour rectangulaire et comportant des canaux de gaz initial et des canaux d'extraction de fraction lourde, et
  - des éléments de séparation, sous la forme de bords de tuyère, bords de séparation par "écorçage", et rainures formant paroi de tuyère,
- ledit groupe de canaux présentant des cloisons qui forment les canaux, lesquels sont ouverts sur une face frontale et sont formés sur l'autre face frontale par une paroi terminale, des listels étant en outre appliqués sur le groupe de canaux et pénétrant, par leur arête formant bord de tuyère, ou par leur bord constituant un organe de séparation par écorçage, dans les rainures formant paroi de tuyère qui leur sont associées, ces listels laissant subsister entre eux une fente. De tels dispositifs sont utilisés notamment pour la séparation isotopique et en particulier pour l'enrichissement en isotope léger  $U^{235}$  de l'uranium. La séparation repose sur la ségrégation spatiale partielle des composantes de poids différents d'un gaz ou d'une vapeur en écoulement rapide sur une trajectoire courbe. L'arête formant bord de tuyère constitue alors, avec la rainure formant paroi de tuyère, une tuyère en forme de fente dans laquelle le gaz ou la vapeur à soumettre à séparation se détend. Le gaz ou vapeur en écoulement subit la déviation ou déflexion nécessaire dans cette rainure. A la fin de cette déflexion, le gaz ou vapeur en écoulement est partagé en deux fractions par la paroi de séparation par écorçage ("paroi écorçeuse"). La fraction la plus légère sort par l'interstice d'extraction de fraction, et la fraction / la plus lourde est amenée, par la fente de raccordement associée, à l'un des canaux du groupe. Ce groupe de canaux possède, pour le gaz ou vapeur initial à séparer, et pour la fraction lourde à évacuer, des canaux qui se succèdent tour à tour (en alternat). L'ensemble opère

avec un rendement correct si la géométrie des différents éléments de l'agencement est respectée avec une précision suffisante, les tolérances admissibles étant, en certains endroits, de 0,01 mm, voire moins (cf. brevet allemand n° 24 19 192, colonne 2, lignes 32 à 41). Dans un dispositif connu du genre précité (brevet allemand n° 11 98 328, figures 3 et 4), les cloisons formant les canaux de l'ensemble sont des composants rapportés qui sont maintenus par des plaques frontales, lesquelles présentent en même temps des orifices d'entrée et de sortie pour le gaz ou vapeur de départ et pour la fraction lourde. Les bords de tuyère et les bords de séparation par écorçage sont formés sur des listels de recouvrement des canaux, placés sur ces derniers comme des couvercles. Il en résulte que, dans le dispositif connu, l'ensemble des tuyères est constitué par l'assemblage de composants multiples. Les tolérances étroites, impératives pour obtenir un rendement satisfaisant, ne peuvent être tenues qu'avec difficulté, du moins si l'on tient compte du point de vue économique. En fait, des erreurs ou écarts incontrôlables surviennent lors de la fabrication et s'ajoutent lors de l'assemblage. Elles résultent en particulier de ce que les divers composants du groupe des canaux, c'est-à-dire ~~quels~~ plaques frontales, et les cloisons formant les canaux, reçoivent inéluctablement, sur la machine d'usinage, des serrages de fixation et des positionnements sur montage inégalement précis. A cela peuvent s'ajouter d'autres défauts lors de l'assemblage. Dans la forme de réalisation connue, il y a une rainure formant paroi de tuyère, et par conséquent une déviation ou déflexion, pour chaque élément de séparation. On connaît aussi en théorie, et à l'échelle du laboratoire, des éléments de séparation avec deux rainures de tuyère, et donc avec deux déflexions, qui se succèdent (voir l'exposé de Rosenbaum intitulé "Entmischung der Uranisotope in einem Trenndüsensystem mit Zweifacher Strahlumlenkung und trifraktionärer Gasabsaugung", c'est-à-dire "Séparation des isotopes de l'uranium dans un système à tuyère de séparation avec deux déviations de jet et aspiration du

gaz en trois fractions", 1975, université de Karlsruhe). Ces éléments de séparation autorisent une séparation en trois fractions, qui, pour des raisons technologiques, est <sup>avantageuse</sup> pour des fins diverses. Si l'on désirait convertir le

5 dispositif connu pour une séparation en trois fractions, en conservant le principe de construction connu précité, le nombre des composants discrets serait encore accru, et les problèmes sus-mentionnés inhérents aux tolérances seraient encore plus importants.

10 L'invention a pour but de perfectionner un dispositif du genre précité, pour la séparation en trois fractions ("séparation trifractionnaire"), de façon que ce dispositif, notamment le groupe ou ensemble de canaux, puisse être fabriqué avec une grande précision et que les  
15 défauts non maîtrisables inhérents à l'usinage de composants discrets et à leur assemblage soient éliminés.

Pour atteindre ce but, l'invention préconise que le groupe de canaux soit réalisé sous la forme d'un composant unitaire comportant, formées avec lui, des  
20 obisons qui forment les canaux, des parois terminales et des couvertures de canaux, les canaux de gaz initial, les canaux d'extraction de fraction moyenne, et les canaux d'extraction <sup>/de fraction/</sup> lourde étant agencés l'un à côté de l'autre selon une suite alternée, et présentant des fentes de  
25 raccordement aux éléments de séparation, et que, dans la région des fentes de raccordement, ce composant unitaire soit muni de surfaces d'ajustement ou surfaces d'adaptation auxquelles sont raccordés des composants des éléments de  
30 système de canaux comportant un canal de gaz initial et un canal d'extraction de fraction moyenne et un canal d'extraction de fraction lourde, un élément de séparation avec deux rainures formant chacune paroi de tuyère. Essentiel pour le dispositif selon l'invention, le groupe  
35 unitaire de canaux peut être fabriqué de diverses façons, sans que des impératifs de précision particuliers soient imposés à la fabrication. La précision nécessaire est obtenue à l'occasion de l'usinage final des surfaces

d'assemblage ajusté. On peut alors opérer avec des machines de précision et, d'une façon générale, toutes les surfaces d'assemblage ajusté pourront même être obtenues avec un seul montage ou un seul serrage. Les composants des éléments de séparation, bien entendu, sont exécutés de leur côté en tant que composants précis et peuvent être raccordés, avec une grande précision d'ajustement à ces surfaces d'adaptation très précises. L'ensemble unitaire des canaux peut être réalisé de diverses façons, par exemple aussi par forgeage. Dans une forme de réalisation préférée, le groupe unitaire de canaux est réalisé sous la forme d'une pièce obtenue par moulage, dont les surfaces d'adaptation ("surfaces d'assemblage ajusté") sont usinées avec précision, par enlèvement de matière, par exemple par enlèvement de copeaux. La pièce moulée peut être une pièce moulée sous pression ou moulée par simple coulée en moule. Les composants des éléments de séparation sont avantageusement fabriqués en tant que composants galvanoplastiques ou électroformés de grande précision. Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, les composants des éléments de séparation consistent à chaque fois en

- une plaque montée côté groupe de canaux et comportant une rainure formant paroi de tuyère, une arête formant bord de tuyère, un bord constituant un organe écorceur, et un interstice ou fente d'extraction de fraction moyenne situé entre l'arête et le bord, et

- une plaque de couverture, elle aussi pourvue d'une arête formant bord de tuyère, d'un bord constituant un organe écorceur, d'une rainure constituant une paroi de tuyère, et d'un interstice ou fente d'extraction prévu, dans ce cas, pour l'extraction de fraction légère, situé entre l'arête et le bord,

ces composants laissant subsister entre eux un intervalle servant de trajet d'écoulement orienté sensiblement parallèlement au plan du groupe de canaux, et des interstices d'extraction de fraction moyenne étant raccordés à la fente de raccordement des canaux d'extraction de

fraction moyenne, et les interstices d'extraction de fraction légère conduisant à l'extérieur, selon l'usage. Il entre dans le cadre de l'invention de placer frontalement, sur le groupe de canaux, des pièces de liaison  
5 aux endroits où cela est opportun, par exemple pour l'évacuation de la fraction moyenne. Cela n'affecte pas les problèmes de précision décrits, puisque ces pièces de liaison rapportées n'ont rien à faire avec les éléments de séparation et la séparation.

10 Les avantages atteints résistent en premier lieu en ceci que le dispositif selon l'invention permet d'effectuer non pas seulement une séparation en deux fractions, mais une séparation en trois fractions, sans que le rendement soit compromis par des tolérances de fabri-  
15 cation et/ou de montage incontrôlées. Avec le dispositif selon l'invention, on peut renoncer à l'agencement de joints d'étanchéité souples. La fabrication est simple. Le montage ou l'intégration dans les appareillages correspondants ne présentent aucune difficulté. A cet égard,  
20 le fait que le dispositif puisse être très compact présente des avantages importants.

La description qui va suivre, en regard des dessins annexés à titre d'exemple non limitatif, permettra de bien comprendre comment l'invention peut être  
25 mise en pratique.

La figure 1 représente une vue partielle en coupe d'un dispositif selon l'invention.

La figure 2 représente l'objet de la figure 1 vu en coupe selon A-A.

30 La figure 3 représente une vue en élévation de l'objet de la figure 2, vu selon la flèche B.

La figure 4 représente une vue en élévation de l'objet de la figure 2 vu selon la direction de la flèche C.

35 Le dispositif représenté sur les figures sert à la séparation de matières à l'état de gaz ou vapeur, et notamment à la séparation d'isotopes. Dans sa structure fondamentale, le dispositif comporte :

- un groupe ou ensemble de canaux 1 ayant, en coupe transversale et en plan, un contour rectangulaire, et comportant des canaux 2 de gaz initial et des canaux 3 d'extraction de fraction lourde, et

5 - une pluralité d'éléments de séparation 4 comportant des arêtes 5, 6 constituant des bords de tuyère, des bords 7, 8 de séparation dite "par écorçage", et des rainures 9, 10 qui constituent des parois de tuyère. Le groupe 1 des canaux possède des cloisons 11 formant les  
10 canaux. Les canaux 2, 3, 12 sont ouverts sur une face frontale et sont fermés, à l'endroit de l'autre face frontale, par une paroi terminale 13. Les éléments de séparation 4 sont placés sur le groupe ou ensemble de canaux, 1, et pénètrent dans les rainures formant paroi  
15 de tuyère 9, 10, par leur arêtes 5, 6 constituant des bords de tuyère et <sup>par</sup> leur bords "écorceurs" 7, 8. Ils laissent subsister entre eux une fente 14, 15, ces fentes 14, 15 assumant toutefois, dans le cadre de l'invention, des fonctions différentes.

20 Un premier aspect essentiel de l'invention réside dans le fait que le groupe 1 des canaux, avec les cloisons 11 formant les canaux, les paroi terminales 13 et les couvertures 16 des canaux, constitue un composant unitaire. Les cloisons 11 formant les canaux, les parois  
25 terminales 13 et les couvertures 16 des canaux sont donc venus de formage, par exemple de moulage. Dans le groupe 1, les canaux 2 de gaz sortant, déjà mentionnés, des canaux supplémentaires 12 pour extraction de fraction moyenne, et les canaux 3 d'extraction de fraction lourde  
30 déjà mentionnés, sont agencés l'un à côté de l'autre, selon une suite alternée. Tous ces canaux 2, 3, 12 présentent des fentes de raccordement 17 pour les éléments de séparation 4. En outre, le composant unitaire comporte, dans la région des fentes de raccordement 17, des surfaces  
35 d'adaptation ou surfaces d'ajustement 18. A ces surfaces d'ajustement 18 sont raccordés des composants 19, 20 d'éléments séparateurs, ces composants étant fabriqués avec une grande précision et ajustés exactement.

L'agencement est tel que les composants 19, 20 des éléments séparateurs pour chaque système de canaux fait d'un canal 2 de gaz sortant, d'un canal 12 d'extraction de fraction moyenne et d'un canal 3 d'extraction de fraction lourde, 5 constituent un élément séparateur avec deux rainures 9, 10 formant paroi de tuyère. Le groupe ou ensemble 1 des canaux peut être une pièce moulée d'un seul tenant. Quant aux composants 19, 20 des éléments de séparation, ils peuvent - dans cet exemple de réalisation - être des 10 pièces électro-formées qui, comme on le sait, peuvent être fabriquées avec une grande précision. Par ailleurs, les composants 19, 20 des éléments de séparation 19, 20 ont ici un agencement particulier. On peut voir sur la figure 1 que ces composants 19, 20 consistent à chaque 15 fois en

- une plaque 19 montée côté groupe de canaux et comportant, en considérant la direction de l'écoulement, une rainure formant paroi de tuyère, 9, une arête 5 formant bord de tuyère, un bord constituant un organe 20 "écorceur" 7, et un interstice ou fente 14 d'extraction de fraction moyenne situé entre l'arête 5 et le bord 7, et
- une plaque de couverture 20 avec arête 6 formant bord de tuyère, bord 8 constituant un organe écorceur, rainure 10 constituant une paroi de tuyère, et fente 15 25 d'extraction de fraction légère, entre l'arête 6 et le bord 8.

Sur la figure 1, des hachures différentes permettent de faire une distinction entre plaques 19 côté groupe de canaux et plaques 20 de couverture. Ces hachures sont 30 différentes de celles du groupe 1 des canaux. On peut voir que la plaque 19 que les composants des éléments séparateurs comportent côté groupe de canaux, et leur plaque de couverture 20, laissent subsister entre elles des trajets 21 d'écoulement interstitiel qui sont sensiblement 35 parallèles au plan du groupe de canaux, les interstices 14 d'extraction de fraction moyenne des composants 19 étant raccordés à la fente de raccordement 17 des canaux 12 d'extraction de fraction moyenne. Sur le dessin, les

flèches indiquent les trajets d'écoulement et par conséquent aussi le fonctionnement du dispositif selon l'invention opérant avec une déflexion ou déviation double à laquelle est associée une séparation en trois fractions. Un examen  
5 des figures 2 et 3 montre que, dans l'exemple de réalisation, une pièce 22 de liaison entre canaux est placée frontalement sur le groupe de canaux 1. Cette pièce 22 est constituée de façon que le gaz initial puisse entrer sans problème dans les canaux <sup>/de gaz/</sup> de départ 2, mais que le  
10 gaz ou vapeur de la fraction moyenne puisse néanmoins être évacué des canaux 12 de fraction moyenne via un canal collecteur commun 23. La fraction lourde sort en 24, et les flèches 25 sur les figures 2 et 3 montrent où la fraction moyenne peut être extraite. Le groupe 1 des canaux  
15 est un composant unitaire. Il peut, par exemple, être coulé, forgé ou réalisé par électro-érosion.

REVENDICATIONS

1.- Dispositif pour la séparation de matières notamment d'isotopes, à l'état de gaz ou vapeur, comportant :

- un groupe de canaux ayant, en coupe transversale et en plan, un contour rectangulaire et comportant des canaux de gaz initial et des canaux d'extraction de fraction lourde, et
  - des éléments de séparation, sous la forme de bords de tuyère, bords de séparation par "écorçage", et rainures formant paroi de tuyère,
- ledit groupe de canaux présentant des cloisons qui forment les canaux, lesquels sont ouverts sur une face frontale et sont fermés sur l'autre face frontale par une paroi terminale, des listels étant en outre appliqués sur le groupe de canaux et pénétrant, par leur arête formant bord de tuyère, ou par leur bord constituant un organe de séparation par écorçage, dans les rainures formant paroi de tuyère qui leur sont associées, ces listels laissant subsister entre eux une fente, ce dispositif étant caractérisé par le fait que le groupe (1) de canaux est réalisé sous la forme d'un composant unitaire comportant, formées avec lui, des cloisons (11) qui forment les canaux des parois terminales (13) et des couvertures (16) de canaux, les canaux (2) de gaz initial, les canaux (12) d'extraction de fraction moyenne, et les canaux (3) d'extraction de fraction lourde étant agencés l'un à côté de l'autre selon une suite alternée, et présentant des fentes de raccordement (17) aux éléments de séparation (4), et par le fait que, dans la région des fentes de raccordement (17), ce composant unitaire est muni de surfaces d'adaptation (18) auxquelles sont raccordés des composants (19, 20) des éléments de séparation, lesquels composants constituent - pour chaque système de canaux comportant un canal de gaz initial (2), un canal d'extraction de fraction moyenne (12) et un canal (3) d'extraction de fraction lourde - un élément de séparation avec deux rainures (9, 10) formant chacune paroi de tuyère.

2.- Dispositif selon la revendication 1,

caractérisé par le fait que les composants (19, 20) des éléments de séparation consistent à chaque fois en

- une plaque (19) montée côté groupe de canaux et comportant une rainure formant paroi de tuyère (9), une  
5 arête (5) formant bord de tuyère, un bord (7) constituant un organe écorceur, et un interstice ou fente (14) d'extraction de fraction moyenne situé entre l'arête (5) et le bord (7), et

- une plaque de couverture (20), elle aussi pourvue  
10 d'une arête (6) formant bord de tuyère, d'un bord (8) constituant un organe écorceur, d'une rainure (10) constituant une paroi de tuyère, et d'un interstice ou fente d'extraction (15) prévu, dans ce cas, pour l'extraction de fraction légère, situé entre l'arête (6) et le bord (8),  
15 ces composants laissant subsister entre eux un intervalle servant de trajet d'écoulement (21) orienté sensiblement parallèlement au plan du groupe (1) de canaux, et des interstices d'extraction de fraction moyenne (14) étant raccordés à la fente de raccordement (17) des canaux  
20 (12) d'extraction de fraction moyenne.

3.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait que le groupe de canaux (1) est une pièce moulée et que les  
25 surface (18) d'adaptation sont produites par usinage de précision par enlèvement de matière, par exemple par enlèvement de copeaux.

4.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les  
30 composants (19, 20) des éléments de séparation sont des pièces obtenues par électroformage.

5.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'une  
pièce (22) de liaison entre canaux est placée frontalement sur le groupe (1) de canaux.

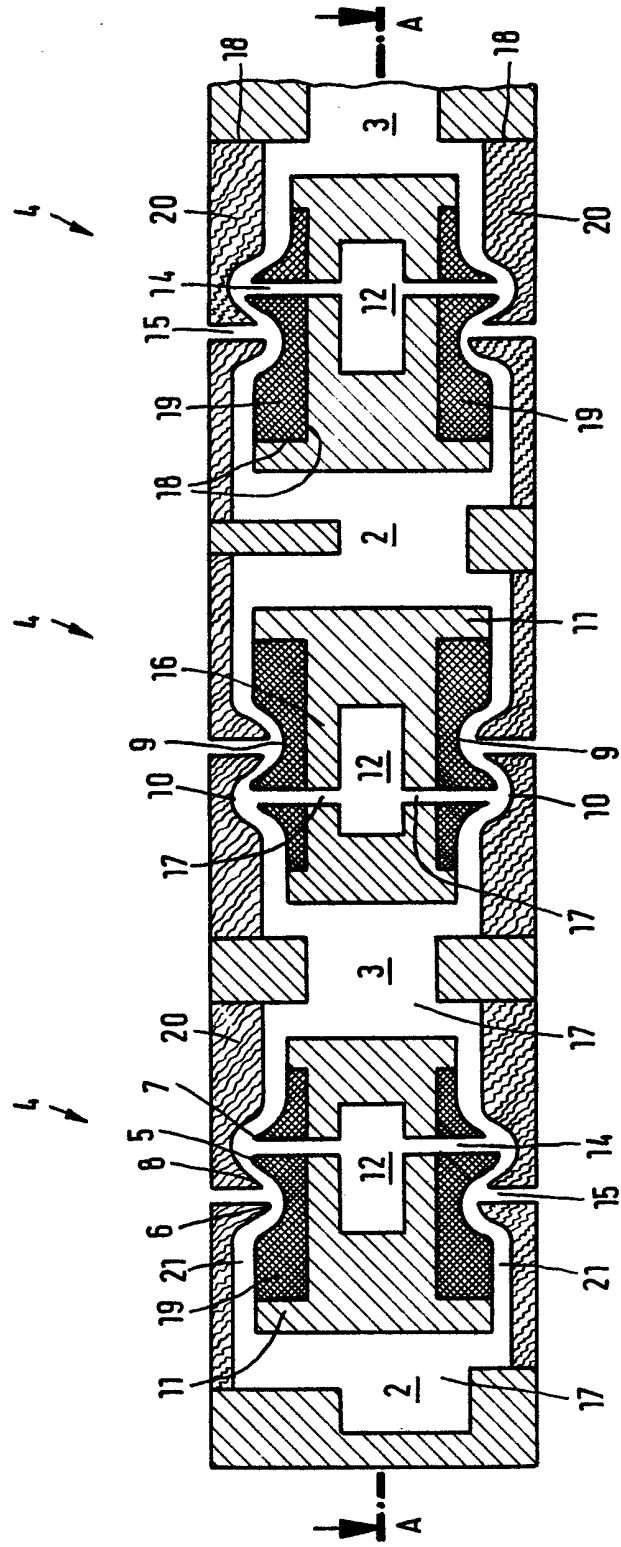


Fig.1

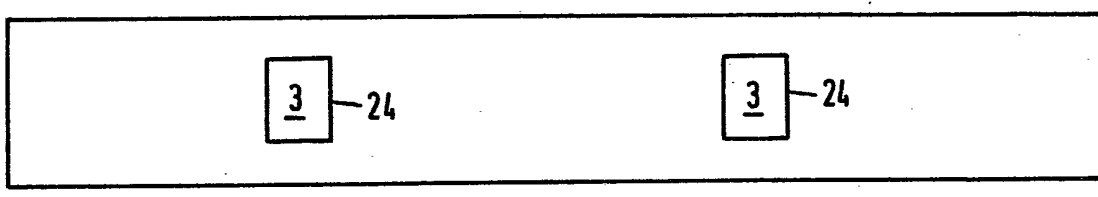


Fig.4

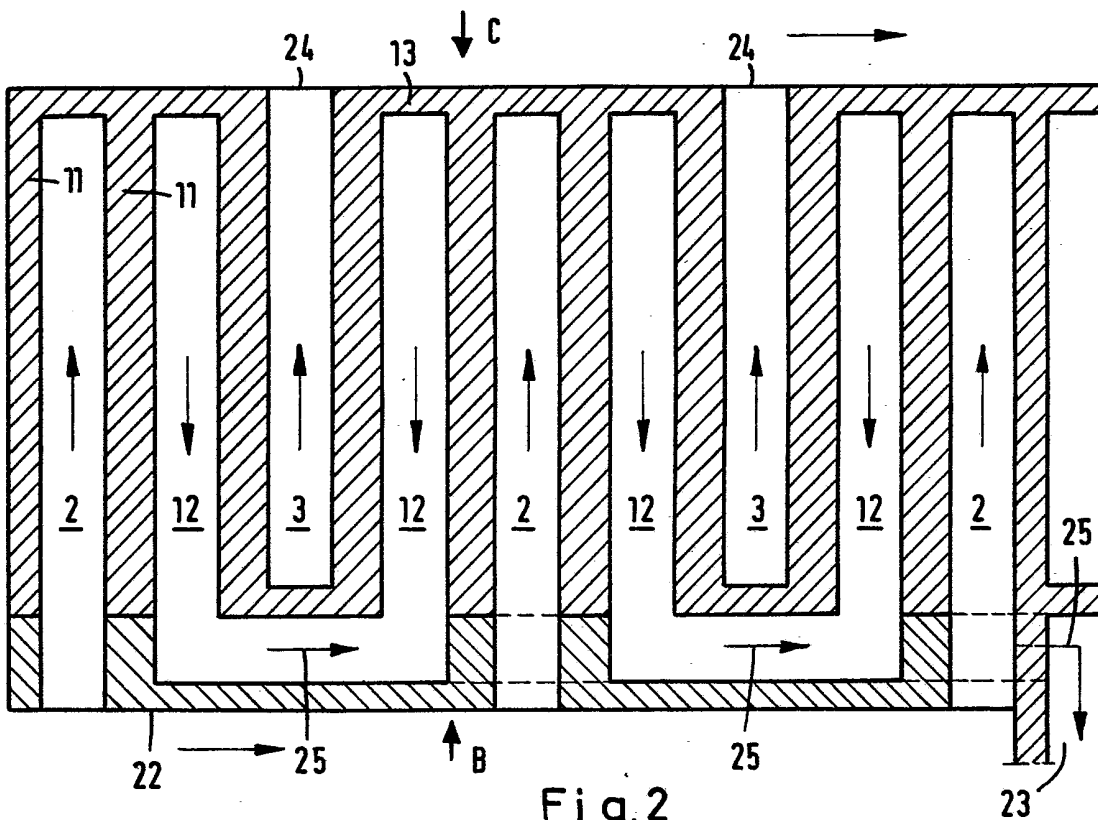


Fig.2

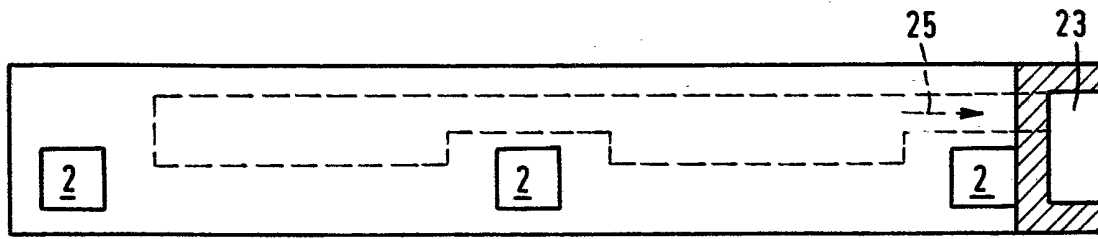


Fig.3