

Brevet N° **83901**
 du **27 janvier 1982**
 Titre délivré : **- 2 SEP. 1983**

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre
 de l'Économie et des Classes Moyennes
 Service de la Propriété Intellectuelle
 LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

Monsieur Roland van RIJCKEVORSEL, 67 chaussée de Louvain, 1410 Waterloo (1)
 Belgique

représenté par E. Meyers & E. Freylinger, Ing. conseils en propr. ind., (2)
 46 rue du Cimetière, Luxembourg, agissant en qualité de mandataires

dépose(nt) ce vingt-sept janvier mil neuf cent quatre vingt deux (3)
 à 15⁰⁰ heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg :

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant : (4)
"Dispositif d'échange, en particulier d'échange thermique et/ou chimique
pouvant servir d'évaporateur, de condenseur ou de réacteur"

2. la délégation de pouvoir, datée de Bruxelles le 4 janvier 1982

3. la description en langue française de l'invention en deux exemplaires;

4. deux planches de dessin, en deux exemplaires;

5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,
 le vingt-sept janvier mil neuf cent quatre vingt deux

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :
le déposant (5)

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de
 (6) --- déposée(s) en (7) ---
 le --- (8)

au nom de --- (9)

élit(élient) pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg ---
46 rue du Cimetière, Luxembourg (10)

sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les
 annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à dix-huit mois. (11)
 Le un des mandataires

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des
 Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du :

27 janvier 1982

à 15⁰⁰ heures



Pr. le Ministre
 de l'Économie et des Classes Moyennes,
 p. ---

A 68007

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il a lieu «représenté par...» agissant en qualité de mandataire — (3) date du dépôt
 en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité — (7)
 pays — (8) date — (9) déposant originaire — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois.

BREVET D'INVENTION

Au nom de : Monsieur Roland van RIJCKEVORSEL

DISPOSITIF D'ECHANGE, EN PARTICULIER D'ECHANGE THERMIQUE
ET/OU CHIMIQUE POUVANT SERVIR D'EVAPORATEUR, DE CONDENSEUR
OU DE REACTEUR.

De nombreuses opérations de l'industrie chimique et des industries connexes impliquent le recours à des échangeurs notamment pour des réactions chimiques ou pour des échanges thermiques. Un domaine particulier d'application est la distillation, suivie d'une condensation, en vue de séparer des fractions de volatilités différentes, épurer des produits, séparer leurs constituants etc.

La présente invention vise à apporter des perfectionnements aux techniques mises en oeuvre pour les buts mentionnés et s'applique aussi bien aux échanges chimiques ou physiques (notamment dans le cas de l'utilisation de catalyseurs) qu'aux dispositifs évaporateurs et/ou aux dispositifs condenseurs afin d'en augmenter le rendement.

L'invention porte plus spécifiquement sur une unité d'échange comportant au moins une enveloppe dans laquelle un fluide est admis selon un mouvement cyclonique, pour subir une modification physico-chimique.

Selon une forme d'exécution particulièrement préférée, l'unité d'échange prémentionnée est constituée sous forme d'une tour formant une enveloppe extérieure dans laquelle est logée une enveloppe intérieure, un premier fluide étant avantageusement admis tangentielle et sous haute pression sous forme turbulente dans l'enveloppe intérieure, en échange physico-chimique avec un second fluide à température différente admis entre l'enveloppe extérieure et l'enveloppe intérieure. Ce type d'unité convient particulièrement pour des échanges thermiques.



L'unité d'échange peut être utilisée également pour des réactions chimiques entre deux fluides réactifs, auquel cas elle est constituée sous forme d'une tour formant une enveloppe extérieure, un premier fluide étant avantageusement admis tangentielllement et sous haute pression sous forme turbulente, de façon à obtenir un mouvement cyclonique en échange physico-chimique avec un second fluide admis à contre-courant au bas de la tour.

La forme d'exécution ci-dessus n'exclut pas la possibilité de prévoir une régulation thermique extérieure réalisable par un système à double enveloppe, tel que décrit pour la forme d'exécution précédente.

Il convient de noter que selon l'invention le recours à un second fluide n'est pas absolument nécessaire en particulier lorsque le second fluide, admis entre une enveloppe intérieure et l'enveloppe extérieure sert à chauffer ou à refroidir le premier fluide. On peut en effet prévoir un moyen tel que des brûleurs ou encore des serpentins (dans lesquels circule un fluide caloporteur) en vue de chauffer ou de refroidir une chemise.

L'invention porte donc aussi sur une unité d'échange qui est constituée sous forme d'une tour formant une enveloppe extérieure, un premier fluide étant avantageusement admis tangentielllement et sous haute pression sous forme turbulente, de façon à obtenir un mouvement cyclonique en échange physico-chimique avec la chemise, qui est refroidie ou réchauffée extérieurement.



Selon une forme d'exécution pour un échange physico-chimique , ladite tour à double enveloppe comporte un corps mort inerte dans le cas où des gaz ou des vapeurs sont contenus au sein de la tour.

Le mouvement du second fluide est de préférence produit de manière que celui-ci s'élève de bas en haut entre l'enveloppe intérieure et l'enveloppe extérieure, selon un mouvement de préférence hélicoïdal tandis que le premier fluide dans l'enveloppe intérieure descend sous l'effet de la gravité. Dans le cas particulièrement préféré d'un échangeur thermique, on prendra les mesures nécessaires pour assurer un remplissage aussi complet que possible par le second fluide de l'espace entre les deux enveloppes.

Le dispositif de l'invention trouve des applications notamment dans les secteurs industriels comportant un échange chimique. On peut notamment utiliser un tel dispositif pour admettre un liquide devant réagir avec un gaz, le liquide étant admis sous forme d'un mouvement cyclonique dans le haut de la tour, tandis que le gaz correspondant est amené à contre-courant au bas de la tour. Un tel procédé trouve des applications par exemple dans la formation de phosphate d'ammonium au départ d'acide phosphorique et d'ammoniac.

On peut également garnir l'intérieur de l'enveloppe dans laquelle sera admis un fluide, d'une substance catalytique pour favoriser des réactions chimiques.

L'application principale du dispositif de l'invention doit être cependant trouvée dans les échanges physiques, en particulier les échanges thermiques et en particulier non seulement dans des échangeurs simples, mais également dans des évaporateurs et des condensateurs utilisés lors de distillation.



Afin de mieux comprendre l'invention, on se référera avantageusement à des formes d'exécution préférées de celle-ci qui sont illustrées en référence aux dessins annexés. Dans les dessins :

La figure 1 représente un échangeur de chaleur simple convenant pour des opérations industrielles;

La figure 2 représente une unité de distillation/condensation fonctionnant selon le principe de l'invention.

Les éléments indiqués sont bien entendu donnés uniquement à titre d'illustration sans caractère limitatif de l'invention.

Dans la figure 1, on a représenté un échangeur de chaleur constitué par une tour cyclonique portant le repère général 1 qui comporte une enveloppe extérieure 2 et une enveloppe intérieure 3, l'admission d'un premier fluide se faisant en 6 tangentiellement et sous haute pression selon un mouvement cyclonique dans l'enveloppe 3, en échange thermique avec un fluide à température différente admis par le bas entre l'enveloppe extérieure 2 et l'enveloppe intérieure 3. Un corps mort inerte 8 est avantageusement disposé dans l'enveloppe intérieure 3. L'avantage du mouvement cyclonique est d'appliquer le fluide admis tangentiellement en 6 sur la paroi 3 afin de favoriser l'échange thermique avec le fluide circulant entre la paroi 2 et la paroi 3. Comparé au dispositif dit à "film tombant", on assure ainsi un rendement accru de l'échange thermique. Un dispositif du type qui vient d'être décrit peut également être utilisé pour favoriser d'autres échanges, par exemple des échanges chimiques, au sein de la tour (ascension gazeuse et descente cyclonique liquide), des effets catalytiques etc.. ainsi que mentionnés ci-dessus.



Dans la forme d'exécution représentée à la figure 1, on notera que le corps intérieur 8 qui est conformé de manière générale en correspondance avec l'enveloppe intérieure 3 s'élargit cependant par le bas. Cette forme est particulièrement adaptée au cas où l'échange thermique provoque l'évaporation d'une phase liquide à mesure que le liquide admis en 6 descend vers la partie collectrice au bas de la tour.

Un dispositif selon l'invention trouve en particulier des applications avantageuses dans le cas d'une installation de distillation telle que celle reprise à la figure 2.

Dans la figure 2, des repères identiques ont été utilisés pour des éléments similaires ou identiques de ceux déjà décrits à la figure 1.

Dans la figure 2, la tour cyclonique portant le repère général 1 est constituée au minimum par une enveloppe extérieure 2 et une enveloppe intérieure 3, l'admission de fluide préchauffé, par exemple un mélange de deux liquides miscibles tels que l'eau et le méthanol, se faisant tangentielllement et sous haute pression en 6 dans l'enveloppe intérieure 3 en échange thermique avec un fluide plus chaud admis entre l'enveloppe 2 et l'enveloppe intérieure 3.

Cette tour 1 comporte également avantageusement un cône collecteur de vapeurs 5 au sommet de la tour 1, l'entrée tangentielle 6 étant située en-dessous du cône collecteur de vapeurs susmentionné, ainsi qu'un cône collecteur de liquide 9 situé à la base de la tour.



Avantageusement, le condenseur 11 est d'une d'une conception identique (exceptée la forme du corps mort) et est constitué par une enveloppe extérieure 12, une enveloppe intérieure 13. De plus, il comporte également un cône collecteur 15 à son sommet, une admission 16 tangentielle située en-dessous dudit cône, un corps mort 18, ainsi qu'un cône collecteur de liquide 19 situé à la partie inférieure du condenseur 11.

Il convient de noter cependant, qu'il n'est pas indispensable que l'évaporateur 1 et le condenseur 11 soient réalisés selon les principes de l'invention, un seul de ces éléments pouvant répondre à ces critères constructifs. Compte tenu cependant de l'avantage que ce concept présente, il est préférable qu'à la fois l'évaporateur 1 et le condenseur 11 soient conçus selon les principes de l'invention.

On notera encore que tous les détails constructifs qui vont être décrits ci-après ne constituent pas des caractéristiques essentielles de l'invention, la description étant destinée à illustrer la façon dont la conception des unités d'échanges est applicable dans une installation.

Un mélange à distiller est admis dans l'installation en 21 et, dès qu'il a atteint son point d'ébullition dans l'échangeur 22, le mélange est propulsé par la pompe 23, tangentiellement et sous forte pression dans le haut de la tour 1. Dans cette tour, à l'intérieur de l'enveloppe 3, le mélange s'étale en un film liquide selon un mouvement qui emprunte une trajectoire en spirale résultant de la force centrifuge, de la



gravité et de la forme de la tour. Le mouvement ainsi créé favorisera l'échange thermique et, au cours de sa trajectoire, le film liquide subit les différentes phases d'épuisement par un apport calorifique recto-verso transmis par la chemise intérieure 3 d'une part et les vapeurs issues des fractions plus lourdes évaporées en aval d'autre part.

Par suite de la conception décrite de la tour et du corps mort , les vapeurs évaporées en aval qui sont donc plus lourdes, entrent en contact intime avec le film liquide en amont plus léger et donc plus froid. Ce contact favorise des échanges rectificateurs de la manière classique, à savoir condensation de la fraction lourde à haut point d'ébullition qui finalement se retrouvera au bas de la tour, tandis que la fraction plus légère correspondante à point d'ébullition plus faible subit une évaporation et est évacuée au sommet de la tour.

Pour favoriser le mouvement ascendant des vapeurs dans la tour et augmentant le rendement de la distillation par désaturation de la phase gazeuse, le système comporte avantageusement une circulation de gaz.

Le principe sur lequel repose cette circulation peut être le suivant, par exemple :

Les fractions gazeuses provenant de l'évaporateur 1 sont admises en 16 dans le condenseur 11. Après formation d'un condensat, la fraction maintenue à l'état de vapeurs quitte le condenseur à sa partie supérieure 25. Afin d'assurer un recyclage des frigories nobles et des gaz, cette vapeur peut être recyclée directement au bas du condenseur par la dérivation 24 au moyen de la pompe 24' et/ou elle peut être propulsée par le circulateur 26 en passant



par divers points de chauffe éventuels illustrés par les repères 27, 28 et 29 pour être amenée au pied de la tour 1 afin de jouer le rôle d'agent véhiculant les vapeurs.

Si l'on souhaite recycler les calories contenues dans la fraction lourde au bas de la tour, il est possible de les réintégrer dans le système après surchauffage par exemple en 29, 28 ou 33 par le conduit 31, sous l'effet de la pompe 32, en amenant la fraction lourde réchauffée dans l'espace entre l'enveloppe intérieure 3 et l'enveloppe extérieure 2, et en faisant circuler ladite fraction à contre-courant du mélange de liquides admis en 21. Il convient de noter bien entendu que les éléments chauffants 27, 28, 29 et 33 sont donnés purement à titre illustratif et qu'ils peuvent être disposés autrement que de la manière indiquée.

Selon une variante d'exécution illustrée à la figure 2, on a recours à un condenseur multiphasique situé en aval du cône collecteur 5 de l'évaporateur. Ce condenseur comporte une ou plusieurs zones, notamment une première zone où les calories cédées par la condensation des vapeurs sont consacrées au préchauffage du mélange à distiller et une deuxième zone achevant la condensation par apport de frigories plus nobles. Ce principe est illustré à la figure 1 qui reprend en principe les mêmes éléments que ceux de l'évaporateur 1. Dans un tel condenseur multiphasique, on prélève par les conduits 41 et 42 des calories les plus nobles de la condensation qui sont recyclées en vue du préchauffage et du chauffage du mélange pénétrant dans l'échangeur 22 par l'admission 21. Après un certain temps, la fraction légère du mélange



à distiller se retrouve après avoir été condensée dans le condenseur 11 au point d'évacuation bas 51 tandis que la fraction non condensée correspondante peut être soit recyclée à l'intervention du circulateur 26 après avoir subi un réchauffage (en 27, 28, 29), au bas de la tour de distillation 1, soit être réadmise par la dérivation 24 au bas du condenseur, une combinaison de deux recyclages étant possible.

Dans le condenseur multiphasique de la figure 2, on a choisi, à titre d'exemple, un condenseur à trois zones, c'est-à-dire un condenseur fonctionnant avec trois circuits frigorigènes différents. Les fluides caloporteurs circulant dans différents circuits délimitent, à l'intérieur de la chemise du condenseur, différentes zones de température en fonction des effets souhaités.

Le fluide caloporteur circulant dans le circuit 11 et recyclé dans l'échangeur 22 définit, à l'intérieur de la chemise du condenseur, une zone froide qui condense une première partie des fractions de vapeur admises tangentiuellement en 16. Le corps mort intérieur 18 et le mouvement cyclonique assurent un meilleur contact entre les vapeurs et la chemise.

A la suite de cette première réfrigération, la fraction de vapeur introduite se retrouve d'une part sous forme liquide et d'autre part sous forme de vapeur persistante.

Cette vapeur est entraînée, sous l'influence de la circulation de gaz susmentionnée, dans une zone de température plus froide déterminée par un circuit 12 traversé par un fluide caloporteur fournissant les



les frigories nobles nécessaires à la condensation de la fraction de vapeur persistante.

Les fractions liquides rejoignent, par simple gravitation, une troisième zone, située dans le bas du condenseur, caractérisée par une température adéquatement choisie pour maintenir les fractions récupérées à l'état liquide. Cette zone est définie par le circuit frigorifique 13.

Il est évidemment possible, de superposer plusieurs zones de température et même de combiner différents circuits frigorifiques. Dans l'exemple de la figure 2, le système a l'avantage de ne consommer que peu de frigories nobles, c'est-à-dire celles nécessaires à l'obtention de la tension de vapeur d'échappement choisie.

Dans la tour 1 et plus précisément entre les enveloppes intérieure et extérieure 2 et 3, la fraction lourde surchauffée emprunte un circuit ascendant, de préférence en spirale et inverse à la trajectoire du mélange en rectification admis dans l'enveloppe.

Au cours de cet échange, la fraction lourde surchauffée se trouvant dans la chemise intérieure cède une partie de ses calories au mélange en cours de rectification à l'intérieur de l'enveloppe 3.

A sa sortie au sommet de la tour, la fraction lourde considérée pénètre dans l'échangeur 22 au point 52. Dans cet échangeur 22, les calories récupérées à la fraction lourde considérée, additionnées aux calories récupérables au niveau des condenseurs (par les conduites 41 et 42) amènent le mélange à rectifier jusqu'à son point d'ébullition avant que celui-ci ne pénètre dans la tour 1, après apport calorifique supplémentaire éventuel. Après avoir cédé une bonne partie de ses calories au mélange à distiller introduit dans l'échangeur 22, la fraction lourde considérée



se retrouve au point d'évacuation 53.

La pompe 23 peut être remplacée par tout autre système tel que par exemple un éjecteur.

La présence éventuelle et la forme spécifique du corps mort interne dépendront du but poursuivi par l'invention. Le corps mort peut être notamment fonctionnalisé, par exemple en l'équipant lui aussi d'un système à circulation cyclonique, capteur ou émetteur de calories.

Différentes possibilités de réglage assurent la souplesse du système. C'est ainsi notamment qu'outre les réglages thermiques évidents aux différents points de chauffe, on peut réaliser une pression réduite dans l'installation, régler la température d'ébullition, modifier les sections, pressions et orientations des admissions cycloniques, régler la température de l'admission de fluides dans la chemise, procéder à différents recyclages, agir sur les circuits caloporteurs, etc.

On peut envisager selon l'invention, un système inverse de celui décrit dans les formes d'exécution préférées, c'est-à-dire un système dans lequel le fluide le plus chaud circule, selon un mouvement cyclonique au sein de la tour pour céder ses calories au fluide le plus froid circulant dans l'enveloppe. Cette forme d'exécution trouve en particulier son application dans la récupération de calories contenues dans un fluide sale.

Un simple raclage des dépôts permet de maintenir l'installation opérationnelle, à l'encontre des systèmes d'échangeurs traditionnels ou l'on se heurte à des difficultés résultant de bouchage de tubes et autres.



INDICATIONS

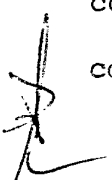
1. Unité d'échange caractérisée en ce qu'elle comporte au moins une enveloppe dans laquelle un fluide est admis selon un mouvement cyclonique pour subir une modification physico-chimique.

2. Unité d'échange suivant la revendication 1 caractérisée en ce qu'elle est constituée sous forme d'une tour formant une enveloppe extérieure dans laquelle est logée une enveloppe intérieure, un premier fluide étant avantageusement admis tangentielllement et sous haute pression sous forme turbulente, de façon à obtenir un mouvement cyclonique dans l'enveloppe intérieure, en échange physico-chimique avec un second fluide admis entre l'enveloppe extérieure et l'enveloppe intérieure.

3. Unité d'échange suivant la revendication 1 ou 2 caractérisée en ce qu'elle est constituée sous forme d'une tour formant une enveloppe extérieure, un premier fluide étant avantageusement admis tangentielllement et sous haute pression sous forme turbulente, de façon à obtenir un mouvement cyclonique en échange physico-chimique avec un second fluide admis à contre-courant au bas de la tour.

4. Unité d'échange suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisée en ce qu'elle est constituée sous forme d'une tour formant une enveloppe extérieure, un premier fluide étant avantageusement admis tangentielllement et sous haute pression sous forme turbulente, de façon à obtenir un mouvement cyclonique en échange physico-chimique avec l'enveloppe extérieure, qui est refroidie ou réchauffée extérieurement.

5. Unité d'échange suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisée en ce que ladite tour comporte un corps mort inerte dans le cas où des gaz ou des vapeurs sont contenus au sein de la tour.



6. Unité d'échange suivant la revendication 3 ou 5, caractérisée en ce que le mouvement du second fluide est de préférence produit de manière à ce que celui-ci s'élève de bas en haut, entre l'enveloppe intérieure et l'enveloppe extérieure, selon un mouvement de préférence hélicoïdal tandis que le premier fluide descend dans l'enveloppe intérieure sous l'effet de la gravité.

7. Unité d'échange suivant la revendication 2 ou 5 caractérisée en ce qu'elle permet d'admettre un fluide devant réagir avec un gaz, le liquide étant admis sous forme d'un mouvement cyclonique dans le haut de la tour, tandis que le gaz correspondant est amené à contre-courant au bas de la tour.

8. Unité d'échange suivant la revendication 2 ou 5 caractérisée en ce que, en vue de réaliser une rectification, un liquide est admis sous forme d'un mouvement cyclonique dans le haut de la tour tandis que les vapeurs libérées dans celle-ci subissent un mouvement ascendant dans la tour.

9. Unité d'échange suivant l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que l'intérieur de l'enveloppe dans laquelle sera admis le fluide est garnie d'une substance catalytique pour favoriser des réactions chimiques.

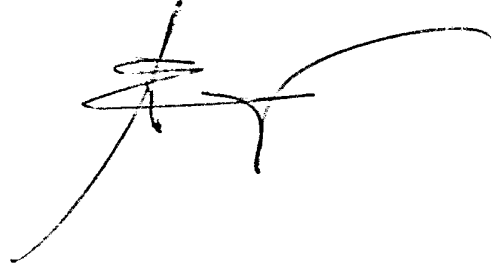
10. Unité d'échange suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisée en ce qu'on peut la combiner avec d'autres dispositifs pour réaliser une installation de distillation comportant évaporateur et condenseur.

11. Unité d'échange suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisée en ce qu'on combine plusieurs ces unités pour réaliser une installation de distillation comportant évaporateur et condenseur.

12. Unité d'échange suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisée en ce que dans le cas d'un condenseur, elle comporte une ou plusieurs zones de température

déterminée par un ou plusieurs circuits correspondants véhiculant un ou plusieurs fluides caloporteurs déterminant une ou plusieurs zones de température.

13. Unité d'échange selon l'une quelconque des revendications 5 à 12 caractérisée en ce que le corps est fonctionnalisé en l'équipant d'un système à circulation cyclonique, capteur ou émetteur de calories.



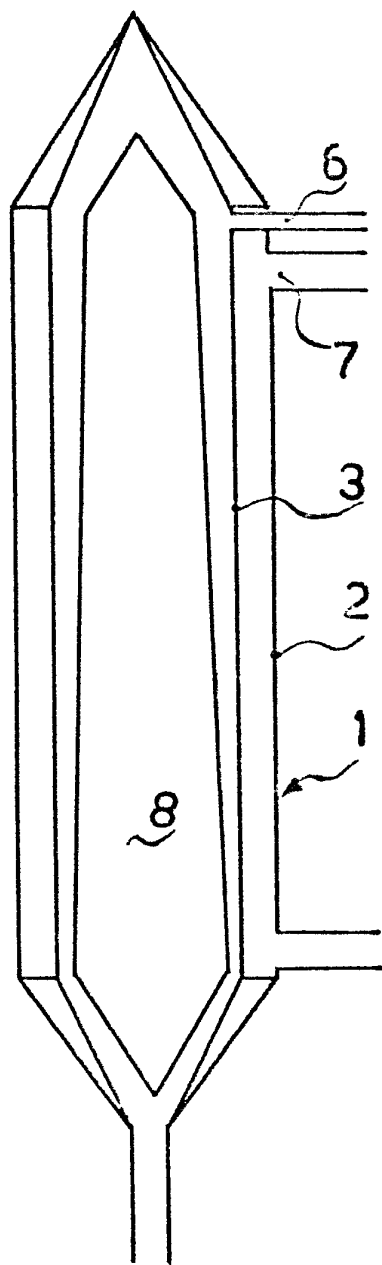


Fig.1

Fig.2

