

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 15739**

---

(54) Dispositif et procédé pour l'exploitation d'un four à chambres ouvertes pour la fabrication de pièces moulées en carbone.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). F 27 B 13/06; C 25 C 3/06; F 27 B 13/02.

(22) Date de dépôt..... 14 août 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Suisse, 15 août 1980, n° 6165/80-1.

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 7 du 19-2-1982.

---

(71) Déposant : Société dite : ALUMINIUM SUISSE SA, résidant en Suisse.

(72) Invention de : Robert Moser et Gottfried Jungblut.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,  
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

---

La présente invention se rapporte à un procédé et à un dispositif pour exploiter des fours à chambres ouvertes, en particulier des fours à chambres annulaires ouvertes, pour la fabrication de pièces moulées à base de carbone, principalement pour la fabrication des électrodes pour le procédé d'électrolyse de l'aluminium en bain de fusion selon le procédé Hall-Héroult.

Les pièces à base de carbone sont généralement fabriquées en une masse de coke de pétrole, d'anhracite, de noir de fumée, de graphite ou autres semblables, avec un liant comme par exemple du goudron ou du brai. Lors de la combustion des pièces moulées de ce type, le liant se cokéfie, ce qui permet d'obtenir les caractéristiques mécaniques électriques souhaitées.

C'est en particulier de cette façon que l'on fabrique dans des fours à chambres annulaires ouvertes des anodes pour l'électrolyse de l'aluminium en bain de fusion.

Le four à chambres annulaires ouvertes se compose d'un certain nombre de chambres de combustion stationnaires, en série l'une contre l'autre. Ces chambres de combustion sont séparées l'une de l'autre par des parois de ceinturage perpendiculaires à l'orientation de la série de chambres et sont partagées en caissons par des carneaux qui courent longitudinalement par rapport à la série de chambres.

La disposition en parallèle de deux séries de chambres de combustion et le pontage de leurs deux systèmes de carneaux permet de réaliser pour les carneaux un modèle annulaire.

On dispose dans les caissons le produit à brûler - par exemple les anodes en ce qui concerne l'électrolyse de l'aluminium en bain de fusion. Pour empêcher pendant le processus de montée en température une agglomération et des déformations et pour éviter de plus, en créant une atmosphère le plus possible non-oxydante, la perte au feu du produit à brûler dans la plage supérieure du traitement thermique, les anodes sont entièrement noyées dans une poudre de remplissage en coke de pétrole, coke métallurgique, anhracite ou autres semblables. De cette façon elles sont en même temps séparées l'une de l'autres et séparées

des parois des carneaux et du sol.

La combustion des anodes se fait indirectement par chauffage des carneaux au moyen de brûleurs mobiles externes. Dans un procédé de combustion, plusieurs chambres de combustion  
5 sont regroupées pour constituer un train de combustion et sont raccordées, par l'intermédiaire d'un aspirateur de fumée, à la conduite annulaire des fumées - conduites qui entourent habituellement la totalité du four. Le nombre des chambres que l'on regroupe pour constituer un train de combustion dépend  
10 aussi bien de la géométrie des caissons et des carneaux que de la conduite de la combustion. Le nombre des trains de combustion par contre dépend de la taille du four, c'est-à-dire du nombre des chambres.

Généralement une disposition d'un train de combustion  
15 se compose d'une chambre d'étanchéité, d'une zone de préchauffe et d'une zone de chauffe - chaque zone d'environ 3 chambres - est une zone de refroidissement d'environ 6 chambres.

Dans la zone de préchauffe les gaz de combustion sont conduits à travers les chambres de combustion remplies d'anodes  
20 qui n'ont pas encore subi la combustion et sont amenées, par l'intermédiaire de l'aspirateur, dans la conduite annulaire des fumées.

Du fait du raccordement du ventilateur à la conduite annulaire des fumées, il apparaît dans les carneaux du train de combustion une dépression. De ce fait l'air, nécessaire pour la  
25 combustion du combustible - généralement du gaz ou du fuel - est aspiré dans les carneaux par les ouvertures dans les parois de ceinturage ouvertes, situées derrière la zone de chauffe, des chambres 1 à 2 encore remplies d'anodes ayant déjà subi la  
30 combustion et y est préchauffé. De plus, une quantité notable d'air parvient, sous forme d'air parasite, dans les carneaux, à travers la maçonnerie poreuse et les trous de brûleurs et les ouvertures de parois de ceinturage, fermés.

Dans la zone de refroidissement, pour refroidir les  
35 anodes ayant déjà subi la combustion, on amène dans les carneaux de l'air qui sert en même temps partiellement à la combustion.

Ceci s'obtient généralement au moyen de deux ventilateurs de refroidissement montés sur les parois de ceinturage, derrière la zone de chauffe, soit derrière les chambres 3 et 5 ou 3 et 4 ou 4 et 5. L'air réchauffé s'échappe en utilisant les ventilateurs soufflants par les trous de brûleurs et les ouvertures de parois de ceinturage, ouverts, de toutes les chambres de combustion de la zone de refroidissement.

La puissance de refroidissement que l'on peut obtenir dépend fortement de la section des ouvertures de sortie d'air - ouvertures des parois de ceinturage et trous de brûleurs. Lorsque l'on utilise les ventilateurs de refroidissement, la surpression utilisable est en effet limitée, sinon - particulièrement au voisinage du ventilateur - u ne amenée d'air trop intensive soumettrait la poudre de remplissage et le produit à brûler à une forte perte au feu.

Dans une disposition des ventilateurs de refroidissement sur des parois de ceinturage voisines, par exemple derrière les chambres 3 et 4 derrière la zone de chauffe, on en vient, dans la chambre intermédiaire, à une accumulation d'air froid, du fait que l'air soufflé dans la chambre par les deux ventilateurs ne peut s'échapper que par les petits trous de brûleurs, tandis que l'air, soufflé dans les chambres voisines de part et d'autre, sort également par les ouvertures ouvertes dans les parois de ceinturage.

Une disposition des ventilateurs derrière la troisième et la cinquième chambre après la zone de chauffe, c'est-à-dire une disposition où la paroi de ceinturage libre située entre les ventilateurs présente ses ouvertures ouvertes, présente également des désavantages. Du fait que pour permettre l'échappement de l'air de refroidissement des chambres de combustion situées entre les ventilateurs, en dehors des trous de brûleurs, on ne dispose que d'une unique paroi de ceinturage avec ses ouvertures ouvertes, tandis que l'air de refroidissement des deux chambres voisines peut s'échapper par les ouvertures, dans la paroi de ceinturage, d'une paroi pour chacune. Dans chaque cas la chambre de combustion

située entre les ventilateurs est insuffisamment refroidie du fait des ouvertures insuffisantes pour la sortie de l'air.

Les anodes calcinées sont respectivement extraites de la chambre de combustion à l'extrémité de la zone de refroidissement d'un train de combustion, puis on garnit à  
5 nouveau la chambre vide d'une nouvelle quantité de produits à calciner, n'ayant pas encore subi la combustion.

Par commutation, à intervalles de temps réguliers et déterminés, de l'aspirateur, des brûleurs et des ventilateurs  
10 de refroidissement, sur une chambre voisine, les trains de combustion tournent cycliquement (de façon quasi continue) autour du four.

Selon l'état décrit de la technique, l'aspirateur se trouve sur la paroi de ceinturage et la chambre de combustion  
15 qui se trouve respectivement immédiatement devant cet aspirateur fonctionne comme chambre d'étanchéité. Elle permet la réalisation contrôlée de la dépression nécessaire dans le train de combustion. Pour avoir une étanchéité parfaite, il est nécessaire de remplir la chambre d'étanchéité de produits à  
20 calciner et de poudres de remplissage. De plus l'ouverture verticale, dans la paroi de ceinturage, de la paroi commune à la chambre d'étanchéité et à la chambre immédiatement voisine de celle-ci, pour l'alimentation ou l'extraction, est rendue étanche à l'aide d'une vanne. Du fait de la dépression qui  
25 règne dans la chambre d'étanchéité, cette vanne s'appuie contre une surface d'étanchéité. Pour accroître l'effet d'étanchéité, on raccorde de plus les trous des brûleurs à la chambre d'étanchéité.

Ce sont aussi bien la vitesse de rotation - ce que  
30 l'on appelle la progression de la combustion - que le nombre des trains de combustion et que la capacité des chambres qui déterminent la capacité de production d'un four de ce type.

Les inventeurs ont posé pour but d'exploiter un four du type décrit ci-dessus de façon à accroître les rendements  
35 et/ou à améliorer la qualité du produit calciné.

On peut accroître le rendement soit par une progression plus rapide de la combustion soit en ajoutant des trains de combustion supplémentaires. Pour une géométrie donnée du four, il n'est pas judicieux de prévoir une progression plus rapide de la combustion tout en maintenant simultanément le mode d'exploitation selon l'état actuel décrit ci-dessus de la technique, car c'est alors la qualité du produit calciné qui est influencée négativement.

Pour atteindre l'objectif mentionné précédemment, les inventeurs sont donc partis de l'idée d'exploiter un four à chambres annulaires ouvertes de façon que le train de combustion ne se compose que de peu de chambres, en particulier que disparaisse la chambre d'étanchéité d'un cycle de combustion qui ne participe pas activement au cycle thermique de combustion.

L'action défavorable de la chambre de combustion en tant qu'obturation du train de combustion est connue depuis longtemps : pour un jour existant, la chambre de combustion réduit fortement la souplesse nécessaire de la conduite du four. Pour des installations nouvelles, elle est liée à des investissements notables. Du fait qu'elle se trouve dans la zone de la dépression maxima, par suite de la perméabilité à l'air de la poudre de remplissage et des parois de carneaux, d'importantes quantités d'air parasite intempestives sont amenées à la conduite annulaire des fumées et donc au nettoyage des fumées qui fait suite.

Selon l'invention, cet objectif est atteint par le moyen que l'aspirateur n'est pas placé, comme c'était habituel jusqu'ici, sur la paroi de ceinturage, mais sur les carneaux des chambres de la zone de préchauffe voisines de cette paroi de ceinturage. Pour ne pas compromettre, ou ne compromettre qu'insensiblement, l'action de ces chambres pour le préchauffage des anodes non calcinées qui s'y trouvent, il est judicieux de placer l'aspirateur sur les carneaux au maximum à une distance égale à  $1/3$  de la longueur de la chambre par rapport à la position d'origine qu'il avait sur la paroi de ceinturage.

Il s'est avéré comme très avantageux que l'aspirateur se trouve dans la zone située entre la paroi de ceinturage et les trous de brûleurs, immédiatement voisins de cette paroi, de la chambre de préchauffe voisine - trous désignés sous le nom de premiers trous de combustion - Il s'est avéré comme particulièrement avantageux, car facile à exécuter, de placer l'aspirateur directement à l'emplacement des premiers trous de combustion. Bien entendu, pour avoir un fonctionnement parfait de l'aspirateur, il faut fermer les emplacements de la paroi de ceinturage où l'aspirateur se trouve habituellement et il faut ouvrir de façon appropriée, c'est-à-dire en fonction de la section du manchon de l'aspirateur, les carneaux de toutes les chambres aux emplacements correspondants, où l'aspirateur se place selon l'invention. Dans le cas où on utilise dans ce but le premier trou de brûleur, il faut remplacer les premières pierres percées des brûleurs par des éléments de raccordement à l'aspirateur, de nouvelle forme, et d'une ouverture de taille correspondante. Normalement pourtant, on n'utilise pas comme tel le premier trou de brûleur. Il ne remplit sa fonction comme trou de brûleur que dans le cas d'une inversion de la direction de la combustion. Pour pouvoir donc ici aussi permettre une inversion de la direction de la combustion, le premier élément de raccordement à l'aspirateur a une forme telle qu'il est possible de l'échanger contre une pierre percée de brûleur ou de pouvoir le transformer en un trou de brûleur au moyen d'une garniture. C'est ainsi que pour le mode d'exploitation optimum, les zones de la couverture des carneaux proches de chaque paroi de ceinturage de deux côtés sont équipées des nouveaux éléments de raccordement à l'aspirateur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'un exemple de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- La figure 1 représente schématiquement une coupe longitudinale d'un carneau qui s'étend sur deux chambres, avec un aspirateur en place.

- La figure 2 représente schématiquement une coupe longitudinale d'un carneau qui s'étend sur trois chambres avec des ventilateurs de refroidissement en place.

5 La figure 1 représente un carneau constitué de la zone 11 dans la première chambre 1 du train de combustion et de la zone 12 de la première chambre 2 devant le train de combustion, les zones 11 et 12 limitées par les parois de ceinturage 20,21,22. Le carneau 11,12 est recouvert de plaques réfractaires 30 munies de trous de brûleurs 31,32,33, de l'ouverture spéciale 34 pour  
10 mise en place de l'aspirateur 40 ainsi que de l'ouverture 35 située au-dessus de la paroi de ceinturage 20,21,22. L'ouverture de passage 36 dans la paroi de ceinturage peut être fermée à l'aide d'une vanne 50. Selon l'invention l'aspirateur 40 est placé sur l'ouverture 34.

15 Cette nouvelle disposition, décalée par rapport à l'axe de la paroi de ceinturage, du ventilateur 40, permet, pour maintenir la pression nécessaire dans les carnaux du train de combustion, de décaler d'une paroi de ceinturage sur l'autre la vanne 50, par rapport à la méthode d'exploitation du four selon  
20 l'état actuel de la technique ; c'est-à-dire de la placer immédiatement au début de la première chambre de combustion qui se trouve dans la zone de préchauffage. On ferme alors l'ouverture 36 de la paroi de ceinturage 21 à l'aide de la vanne 50. La chambre 1 sert alors, conformément à l'état actuel de la technique, de  
25 chambre de préchauffage. La chambre 2, selon l'état actuel de la technique, devait être utilisée comme chambre d'étanchéité et devait être remplie d'anodes et/ou de produits de remplissage. Selon l'invention cette chambre 2 n'est pas nécessaire pour le déroulement du processus de combustion, c'est-à-dire qu'il n'y  
30 a plus de nécessité d'une chambre d'étanchéité et la chambre 2, prévue dans ce but selon l'état actuel de la technique, peut alors être utilisée dans le procédé selon l'invention, pour l'alimentation et l'extraction du produit à calciner.

35 La disposition selon l'invention apporte les avantages suivants :



- pour exploiter le four il faut, par train de combustion une chambre de moins

- les importantes débits d'air parasite, qui résultaient de la mauvaise action d'étanchéité de la chambre d'étanchéité, disparaissent.

- l'allure de l'écoulement des fumées dans l'aspirateur 40 devient plus favorable du fait de moindres pertes de pression.

La disposition du ventilateur selon l'invention apporte en outre de notables avantages dans la zone de refroidissement du train de combustion. On doit maintenant les expliquer sur un exemple à l'aide de la figure 2.

La figure 2 représente une coupe d'une zone du carneau à l'extrémité du train de combustion, c'est-à-dire à la fin de la zone de refroidissement comportant les chambres 3 et 4. Les ventilateurs de refroidissement 60, 61 sont disposés sur deux ouvertures voisines 35 de la paroi de ceinturage. L'ouverture 36 de la paroi de ceinturage 25 est fermée par la vanne 51. C'est donc la paroi 25 qui termine le train de combustion.

Du fait de la disposition de l'aspirateur selon l'invention, on a créé, par zone du carneau, une ouverture 34 supplémentaire, qui correspond à la dimension du manchon de l'aspirateur et qui sert, dans la zone de refroidissement, d'ouverture de sortie de l'air. La direction de l'air de refroidissement amenée est alors strictement définie. L'air parcourt la zone 13,14 du carneau des chambres 3 et 4 située devant le ventilateur de refroidissement respectif 60, 61 et quitte ces chambres par les trous de brûleurs 31,32,33, par l'ouverture de sortie 34 et éventuellement dans les cas où les ventilateurs ne se suivent pas, par l'ouverture de la paroi de ceinturage 35. Cette disposition permet de souffler à travers les carneaux un plus grand débit d'air froid et d'obtenir donc un refroidissement régulier du produit calciné, car on interdit ainsi l'important courant d'air, qui se produisait dans l'état actuel de la technique, provoqué par les courants partiels d'air, dirigés en sens opposé, des ventilateurs de refroidissement,

dans le cas où la sortie de l'air de refroidissement se faisait exclusivement par les trous des brûleurs et éventuellement aussi par les ouvertures libres voisines de la paroi de ceinturage. Par train de combustion il y a besoin dans la zone de refroidissement également d'une chambre en moins. Cette chambre ainsi économisée peut par exemple être utilisée, comme déjà la chambre de combustion que l'on a économisée, pour l'alimentation et l'extraction des anodes.

L'exploitation d'un four à chambres ouvertes selon le procédé de l'invention nécessite donc, par train de combustion, 2 chambres en moins. Il en résulte les avantages économiques concrets suivants :

Selon le nombre existant de chambres ou de trains de combustion, on peut, pour un four existant, soit

- a) installer un train de combustion supplémentaire ou
- b) si l'on conserve le nombre de trains de combustion
  - obtenir une augmentation de la souplesse d'exploitation par une réduction du nombre de chambres participant au processus de combustion ou
  - accroître le nombre des chambres d'un train de combustion qui se trouvent en zone de montée en température.

Pour un four qui comporte déjà 2 trains de combustion, un train supplémentaire représente par exemple un accroissement de production de 50 % ou pour un four qui en comporte déjà 3, un accroissement de 33 % encore.

L'accroissement de la souplesse d'exploitation signifie que, pour l'alimentation et l'extraction du produit à calciner et/ou pour les réparations et les accidents d'exploitation qui influencent défavorablement soit la qualité du produit calciné, soit son débit, il existe des chambres de réserve qui, sans influencer par ailleurs la progression de la combustion des trains de combustion, jouent un rôle d'équilibrage sur l'exploitation du four.

Une augmentation du nombre des chambres dans la zone

de montée en températures conduit généralement à une meilleure qualité des produits ou à un accroissement de production par un abaissement de la progression de la combustion.

- 5 Bien entendu diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux dispositifs ou procédés qui viennent décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif pour l'exploitation de fours à chambres  
ouvertes, en particuliers de fours à chambres annulaires ouvertes,  
pour la fabrication de pièces moulées en carbone, principalement  
5 d'électrodes pour le procédé d'électrolyse de l'aluminium à  
bain de fusion selon le procédé Hall-Héroult, caractérisé en ce  
que dans la zone des carneaux (11,12,13,14) du four sont prévues  
des ouvertures (34) correspondant à la section du manchon de  
l'aspirateur (40).

10 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé  
en ce que l'ouverture (34) se trouve à une distance de la  
paroi de ceinturage au maximum égale à 1/3 de la longueur de la  
zone du carneau correspondant à une chambre de combustion,  
étant de préférence disposée entre la paroi de ceinturage et le  
15 trou de brûleur (31) qui en est le plus proche.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé  
en ce que l'ouverture (34) se trouve à la même distance de la  
paroi de ceinturage que le trou de brûleur (31) qui en est le  
plus proche.

20 4. Dispositif selon l'ensemble des revendications  
2 et 3, caractérisé en ce que la disposition des ouvertures  
(34) se fait d'un seul côté de la paroi de ceinturage.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications  
1 à 4, caractérisé en ce que la disposition des ouvertures (34)  
25 se fait des côtés de la paroi de ceinturage.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé  
en ce que la disposition des ouvertures (34) se fait symétrique-  
ment par rapport à l'axe longitudinal de la paroi de ceinturage.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications  
30 1-6, caractérisé en ce que l'ouverture (34) peut s'obtenir en  
disposant une garniture dans un trou de brûleur.

8. Procédé pour l'exploitation de fours à chambres  
ouvertes, en particulier de fours à chambres ouvertes annulaires,  
pour la fabrication de pièces moulées en carbone, principalement  
35 d'électrodes pour l'électrolyse de l'aluminium à bain de fusion

selon le procédé Hall-Héroult, en utilisant le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1-7, caractérisé en ce que pour un train de combustion donné et dans la zone de préchauffage (figure 1)

- 5                   - en ce qui concerne le carneau (1) situé dans la zone de la première chambre, l'aspirateur (40) est placé sur l'ouverture la plus en avant (34)
- toutes les autres ouvertures (31-35) qui conduisent à l'air libre sont fermées.
- 10                  - l'ouverture de passage (36) de la paroi de ceinturage (21) la plus proche de l'aspirateur (40) est fermée par une vanne (50).

9. Procédé pour l'exploitation de fours à chambres ouvertes, en particulier de fours à chambres annulaires ouvertes pour la fabrication de pièces moulées en carbone, principalement  
15                  d'électrodes pour l'électrolyse de l'aluminium à bain de fusion selon le procédé Hall-Héroult, en utilisant le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1-7, caractérisé en ce que dans un train de combustion donné et pour la longueur de  
20                  carneau correspondant à la zone de refroidissement (2)

- on utilise au moins une ouverture (34) comme ouverture de sortie d'air
- l'ouverture de passage (36) de la paroi de ceinturage (25) qui se trouve derrière le dernier ventilateur  
25                  de refroidissement (61) est fermée par une vanne (51).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que dans la zone de chauffe, pour une longueur de carnaux correspondant à une chambre de combustion,

- l'ouverture (34) sur laquelle était placée  
30                  l'aspirateur 40 dans la zone de préchauffage est fermée.
- la deuxième ouverture (34) éventuelle est utilisée comme trou de bruleur.

1/2

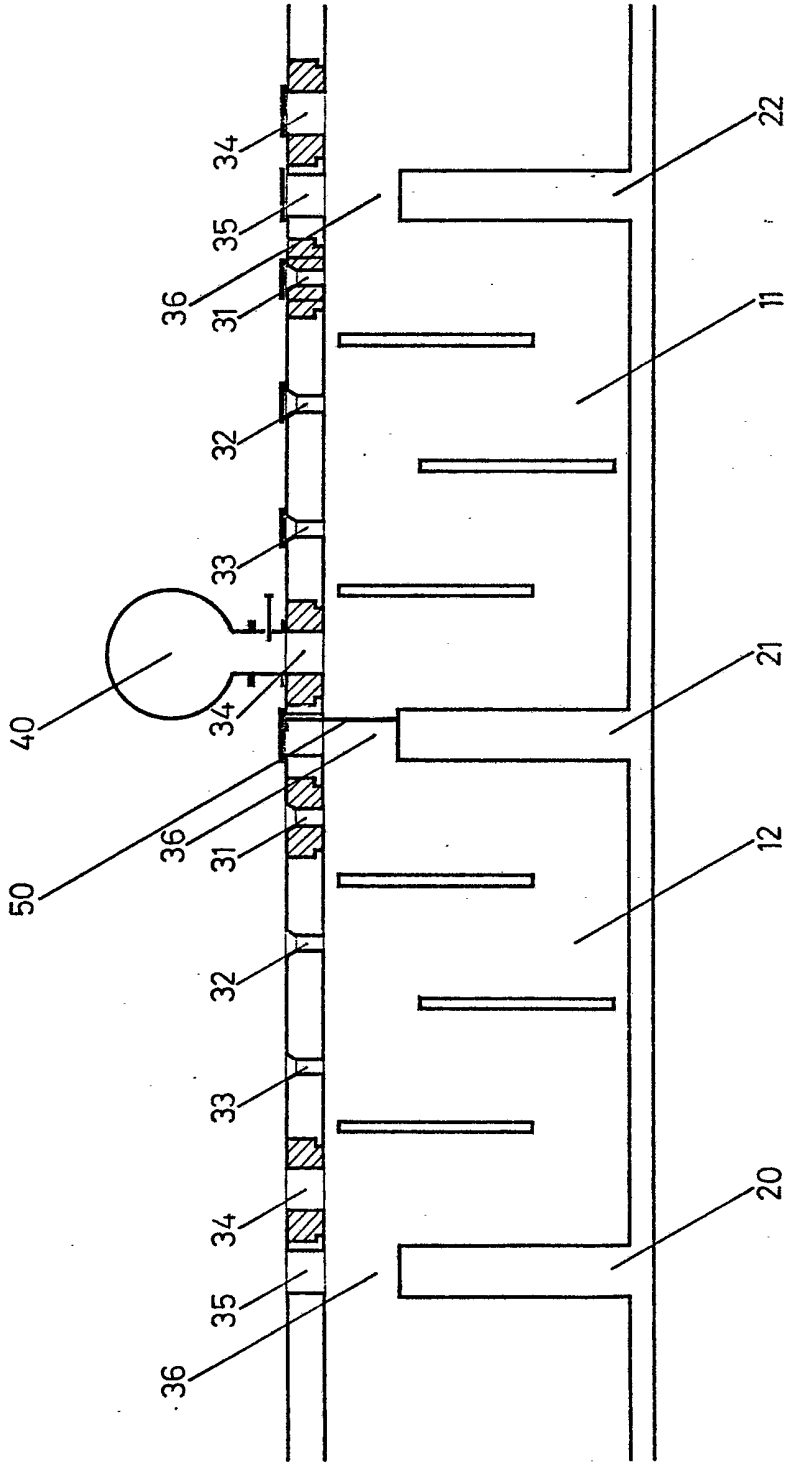


Fig.1

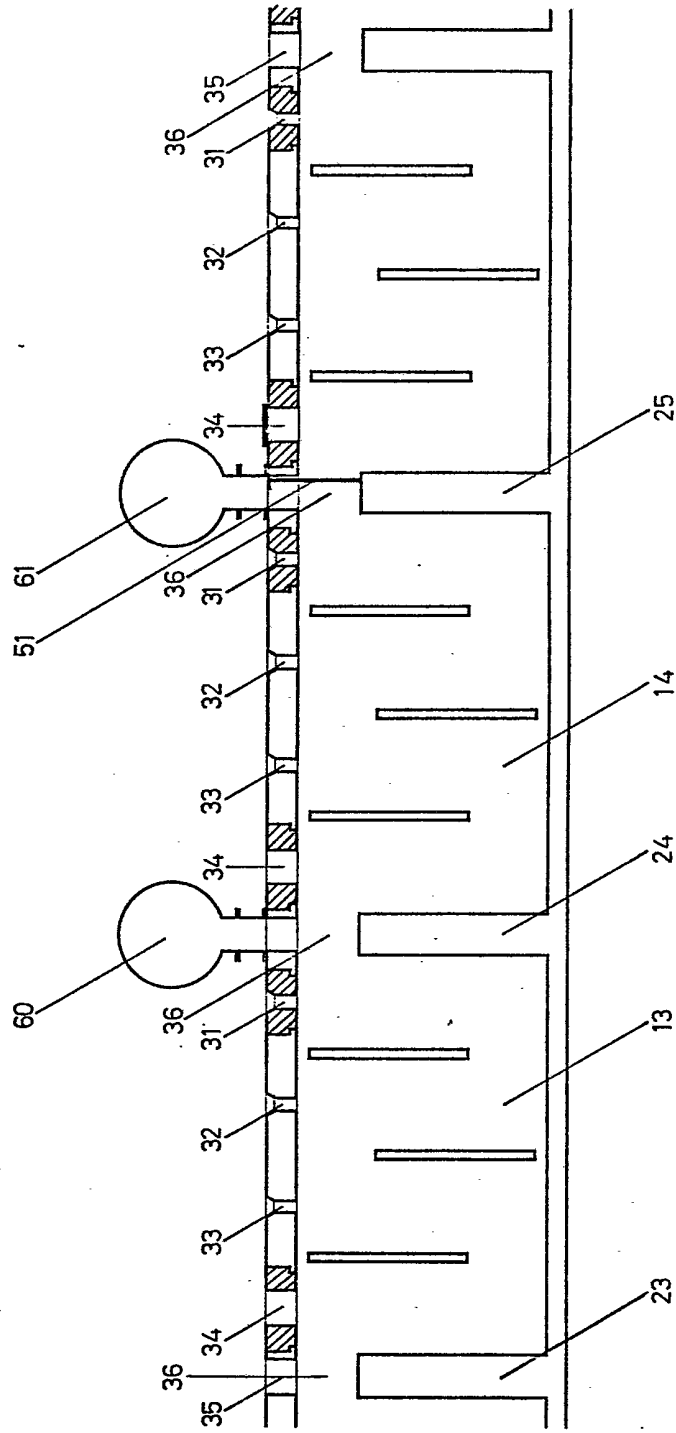


Fig. 2