

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②

N° 80 09181

⑤④ Panier pour stockage compact à sec de barreaux combustibles irradiés et leur refroidissement progressif par l'eau.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.⁹). G 21 C 19/06; G 21 F 5/00.

②② Date de dépôt..... 22 avril 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 43 du 23-10-1981.

⑦① Déposant : Société anonyme dite : ETS LEMER ET CIE, résidant en France.

⑦② Invention de : Joël Kerjean.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire :

5 La présente invention concerne un panier destiné au stockage à sec de barreaux combustibles irradiés dans un récipient fermé qui est soit l'intérieur d'un conteneur de transport soit une cuve spéciale de transfert, assurant le rangement des barreaux suivant une géométrie bien déterminée, l'isolement neutronique éventuel entre barreaux et la transmission thermique de la chaleur dégagée par les barreaux vers la paroi du récipient et donc vers l'extérieur de ce récipient.

10 La présente invention concerne aussi le dispositif destiné à assurer le refroidissement contrôlé de l'assemblage panier et barreaux par de l'eau, le récipient étant alors placé verticalement, avant de procéder à un transfert des barreaux hors ce récipient.

15 Suivant une conception connue le panier est un ensemble massif entourant les alvéoles dans lesquelles sont stockés les barreaux combustibles et le refroidissement avant transfert consiste à noyer progressivement mais simultanément les barreaux et l'ensemble massif.

20 Il en résulte un contact de l'eau avec les barreaux et l'ensemble massif à haute température provoquant des chocs thermiques importants, la production de vapeur surchauffée, et une mise en pression importante du récipient qui doit alors répondre aux règlements en vigueur concernant les récipients sous pression.

25 Le dispositif suivant l'invention constitué par le panier proprement dit décrit ci-après placé dans un récipient réalisé de façon classique avec les tolérances industrielles habituelles permet : de maintenir les barreaux dans une position bien définie, de transmettre avec un bon rendement à la paroi du récipient la chaleur dégagée par ces barreaux ; d'absorber convenablement les neutrons thermiques. Ce même dispositif dans un récipient vertical muni d'un système de circulation d'eau et de vapeur permet d'assurer un refroidissement contrôlé de l'ensemble contenu dans ce récipient avec en première phase le refroidissement maximum du panier sans contact de l'eau avec les barreaux, suivi en deuxième phase par le refroidissement progressif des dits barreaux.

30 Le dispositif suivant l'invention répond aux différents impératifs, cités ci-après :

- 35 - structure métallique du panier résistant à chaud
- ensemble transmetteur calorifique constitué par des éléments de base réalisés en matériaux de bonne conductibilité thermique qui par conception sont justaposables dans une même section transversale et empilables
40 pour constituer des paniers adaptés au nombre de barreaux combustibles, à leur section et à leur longueur - placage de ces éléments de base sur

est assuré par des dispositifs à déformation élastique, éléments absorbant les neutrons thermiques, protégés étanches contre l'ambiance ainsi que contre les chocs mécaniques et thermiques ;

- éléments de base conducteurs conçus pour permettre un écoulement de l'eau de refroidissement entre les différents étages le récipient étant vertical, canalisations internes au récipient amenant l'eau de refroidissement première phase en partie haute du récipient placé verticalement, en plusieurs points de celui-ci face aux éléments de base massifs formant plateaux pour le ruissellement et l'eau de refroidissement deuxième phase généralement en partie basse pour assurer le noyage de l'ensemble ;
- orifices d'évacuation de vapeur en partie basse pour la première phase et en partie haute pour la seconde phase ;
- armatures robustes assurant que l'ensemble rempli avec tous les barreaux combustibles reste sous critique quelque soit les circonstances même en cas de fausses manoeuvres - paniers utilisables pour le transport et le stockage dans des récipients ou conteneurs horizontaux ou verticaux.

Les dessins annexés illustrent à titre d'exemple un dispositif conforme à l'invention et quelques détails de réalisation. Ceux-ci représentent :

- en figure 1, une vue en coupe verticale montrant partiellement un panier constitué par des éléments de base superposés placés dans un récipient vertical ainsi que les canalisations d'arrivée d'eau et de sortie de vapeur abstraction faite des colonnes de liaison entre les différents éléments.
- en figure 2, une vue en coupe du récipient, du panier, des éléments de base juxtaposés, et d'une canalisation d'arrivée d'eau.
- en figure 3, une vue en coupe verticale de deux éléments de base superposés formant colonne à plateaux récepteur d'eau.
- en figure 4, une vue en plan horizontale, d'un élément de base ci-dessus cité ;
- en figure 5, une vue en coupe dans le plan d'une entretoise horizontale de la structure résistante montrant à titre d'exemple "douze emplacements pour barreaux combustibles, les cornières de guidage 11, les tubes de liaison 12, servant d'entretoise aux éléments de base non représentés.
- en figure 6, une vue en élévation de cette structure résistante;
- en figure 7, une vue en plan au droit d'une entretoise montrant à titre d'exemple les éléments de base à plateaux 2, les éléments de base intermédiaires 3, les tubes de la structure 12, les ressorts

de poussée 13 et 14, les tiges de verrouillage 15 et 16 ;

- en figure 8 une vue en coupe verticale d'un assemblage conforme à l'invention ;
- en figure 9 à titre d'exemple un mode de réalisation d'une boîte étanche contenant le produit absorbeur de neutrons ;
- en figure 10 et 11, un élément de base intermédiaire avec évidement vide et rempli des boîtes ci-dessus.

Dans l'exemple de conception conforme à l'invention illustrée par les figures 1,2,3 et 4, appliqué au transfert avec récipient vertical, chaque barreau combustible 1 est en contact au moins par deux de ses côtés avec un élément de base 2 susceptible d'être refroidi par ruissellement d'eau venant couler sur le plateau formant godet .

Les deux autres côtés sont soit en contact avec un élément massif intermédiaire 3 soit à proximité de la paroi 4 du récipient.

Un transfert de ces barreaux vers une piscine par exemple impose un refroidissement préalable et contrôlé de ces barreaux pour les amener d'une température supposée de 400°C à une température voisine de 100°C.

Après refroidissement de la paroi 4 du récipient par un moyen quelconque extérieur le dispositif objet de l'invention permet d'effectuer en première phase un refroidissement contrôlé des éléments de base 2 et par voie de conséquence un certain abaissement de température des barreaux.

Chaque canalisation 5 permet une introduction d'eau face à l'élément de base 2 au plus haut niveau. Il se produit tout d'abord au contact du métal à haute température une caléfaction suivie d'une vaporisation qui produit une évacuation importante de calories.

Le débit d'eau à l'arrivée est réglé en fonction de la sortie de vapeur par le tuyau 6 en limitant la pression interne à un ou quelques dixièmes de bar. Lorsque la chaleur interne de l'élément 2 est extraite, la vaporisation diminue, l'eau s'accumule dans la cuvette 7 et le surplus descend par le tuyau 8 vers l'élément inférieur 2' ou le même phénomène se reproduit.

Quand l'élément inférieur 2ⁿ a atteint son régime stationnaire final le surplus d'eau s'évacue par le tuyau inférieur 6 sans qu'il y ait évidemment arrêt de la vaporisation.

Après extraction de la chaleur sensible des éléments de base conducteurs, on peut procéder au refroidissement de deuxième phase c'est-à-dire au noyage progressif et contrôlé des barreaux avec arrivée contrôle d'eau par la canalisation 9, évacuation de vapeur

par canalisation 10, et conservation d'une pression voisine de quelques dixièmes de bar à l'intérieur du récipient.

5 Nous citerons ainsi à titre d'exemple de réalisation les pièces absorbeur de neutron 17 qui font partie intégrante de l'élément de refroidissement 2.

10 L'invention ne se limite aucunement au mode de réalisation spécialement décrit pour une bonne compréhension, mais elle admet toutes les variantes possibles à condition que celles-ci ne soient pas en contradiction avec l'objet de chacune des revendications associées à la présente description.

15 Le dispositif objet de l'invention peut être utilisé dans tous les types de conteneurs destinés au transport, au stockage ou au transfert des produits radioactifs ou de barreaux de combustibles irradiés. Il peut également être utilisé pour le stockage et le refroidissement de tous produits dégageant de la chaleur et devant être évacués de l'intérieur vers l'extérieur d'un conteneur et devant être refroidis préalablement à toute sortie de produits.

RENDICATIONS

1) Dispositif démontable pour cloisonnement interne d'un conteneur destiné au stockage, transport ou transfert de barreaux combustibles irradiés dégageant de la chaleur, caractérisé en ce qu'il est constitué par des éléments de base justaposables et superposables en matériaux de bonne conductibilité thermique et anodisés de préférence permettant le stockage à sec des dits barreaux et leur refroidissement par l'eau avant leur extraction du conteneur.

2) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'assemblage des éléments de base formant localement colonnes à plateaux dans le conteneur alors vertical, et les appareils annexes sont conçus pour permettre le refroidissement des barreaux combustibles en deux phases successives sans que la pression interne dans le conteneur ou la pression de la vapeur sortante ne dépasse quelques dixièmes de bar ; la première phase correspondant au refroidissement préalable des éléments et à une diminution de la température des barreaux par de l'eau ruisselant sur les dits éléments et sans contact avec les barreaux ; la deuxième phase correspondant au complément de refroidissement par noyage progressif de l'ensemble barreaux et éléments.

3) Dispositif selon les revendication 1 ou 1 et 2 caractérisé en ce que les éléments de base sont assemblés avec jeu pour tenir compte des dilatations thermiques différentielles par rapport à une structure de guidage résistant à chaud et subissent une action mécanique telle par exemple par ressorts afin d'assurer un bon contact thermique avec la paroi du conteneur même si celle-ci présente quelques défauts de géométrie.

4) Dispositif selon les revendications 1 et 3 caractérisé en ce que les produits borés absorbant les neutrons thermiques sont disposés de façon telle qu'ils n'empêchent ni la mobilité, ni la bonne conduction thermique des éléments de base et sont enfermés dans des étuis étanches placés dans des évidements appropriés ou insérés de façon étanche dans la masse même des dits éléments.

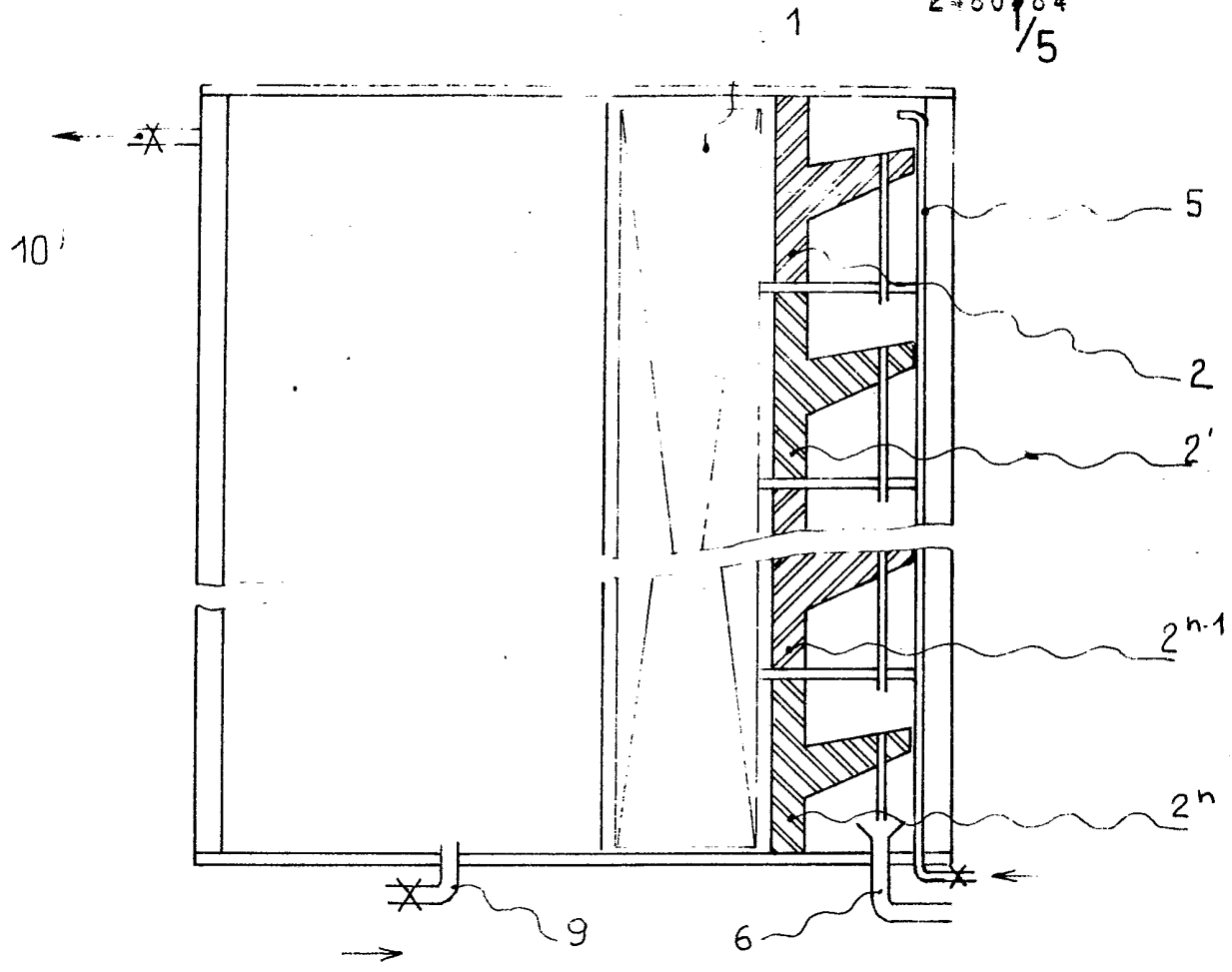


FIG. 1

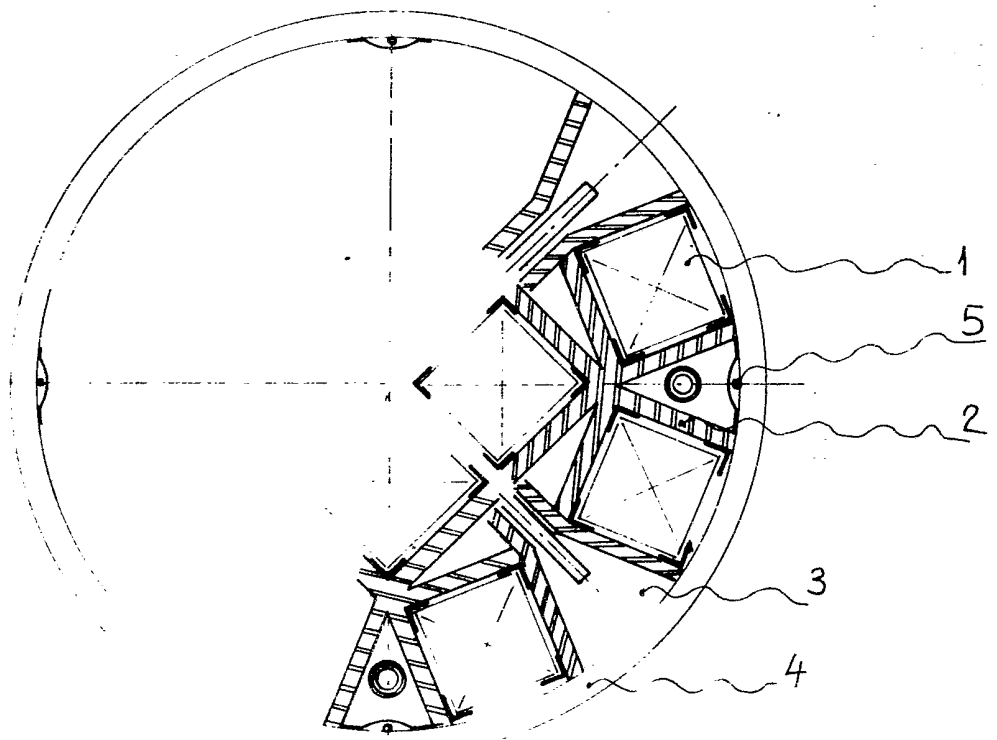


FIG. 2

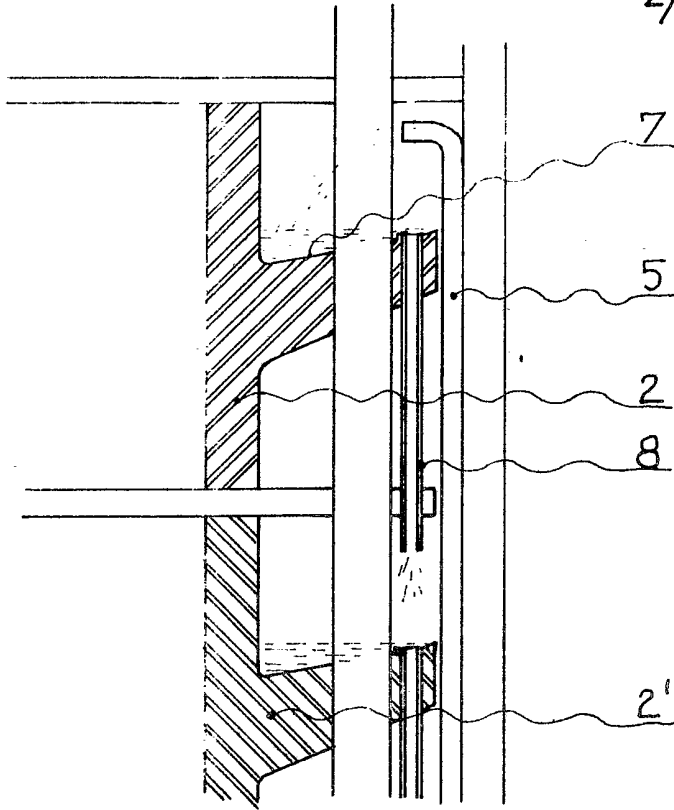


FIG 3

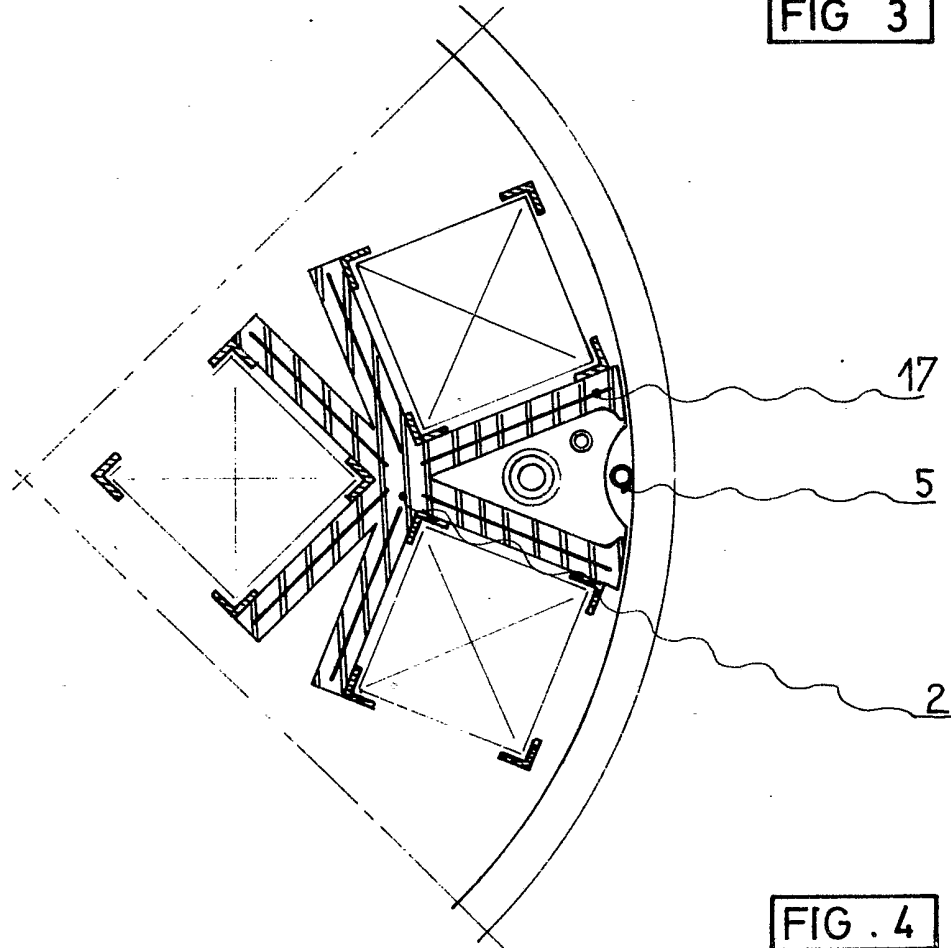


FIG . 4

2480984

3/5

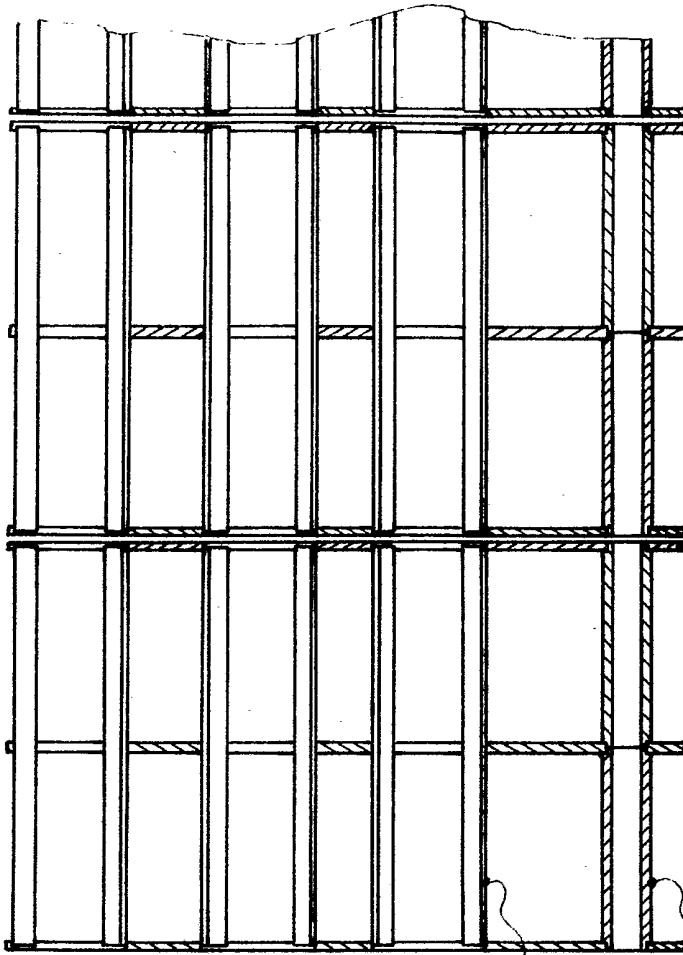
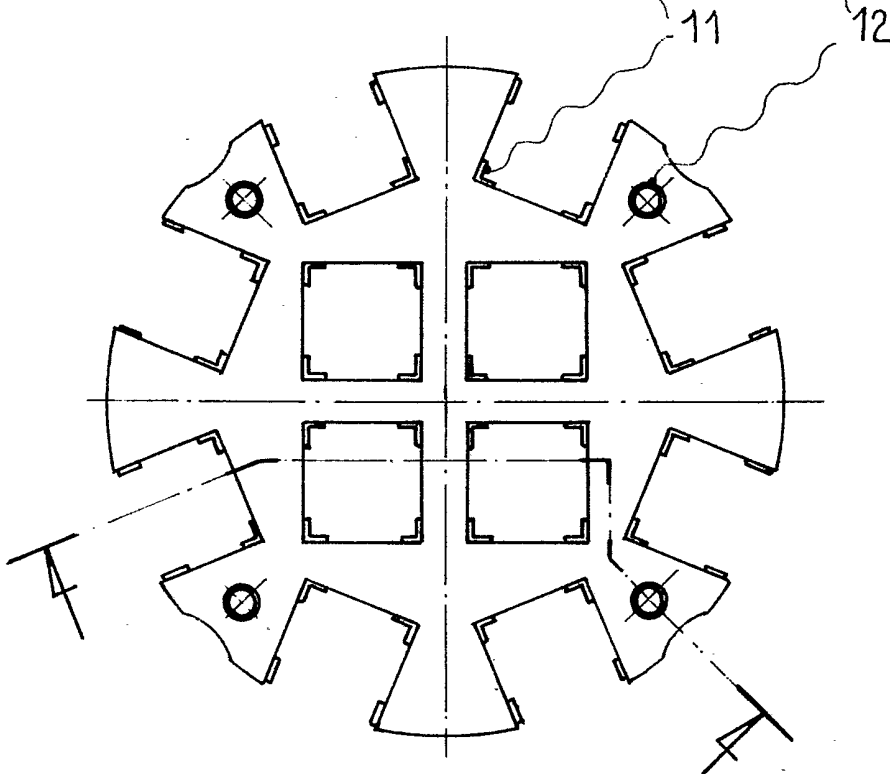


FIG. 6



11

12

FIG. 5

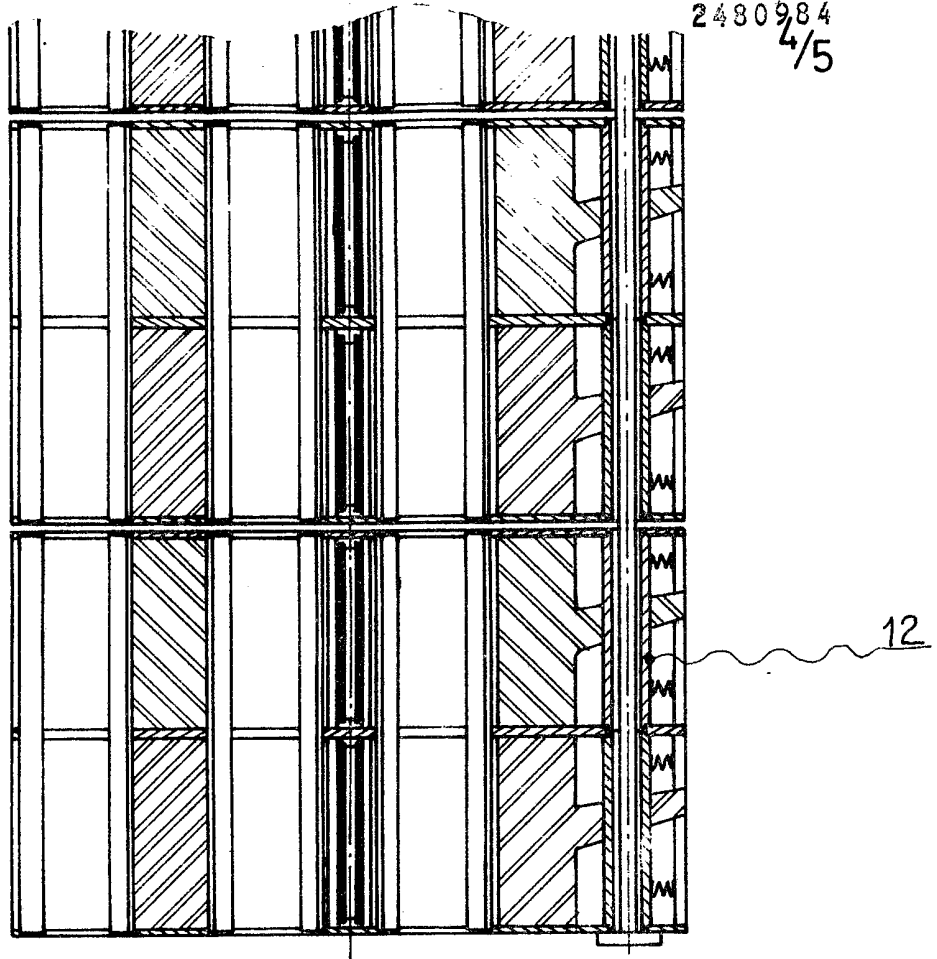


FIG. 8

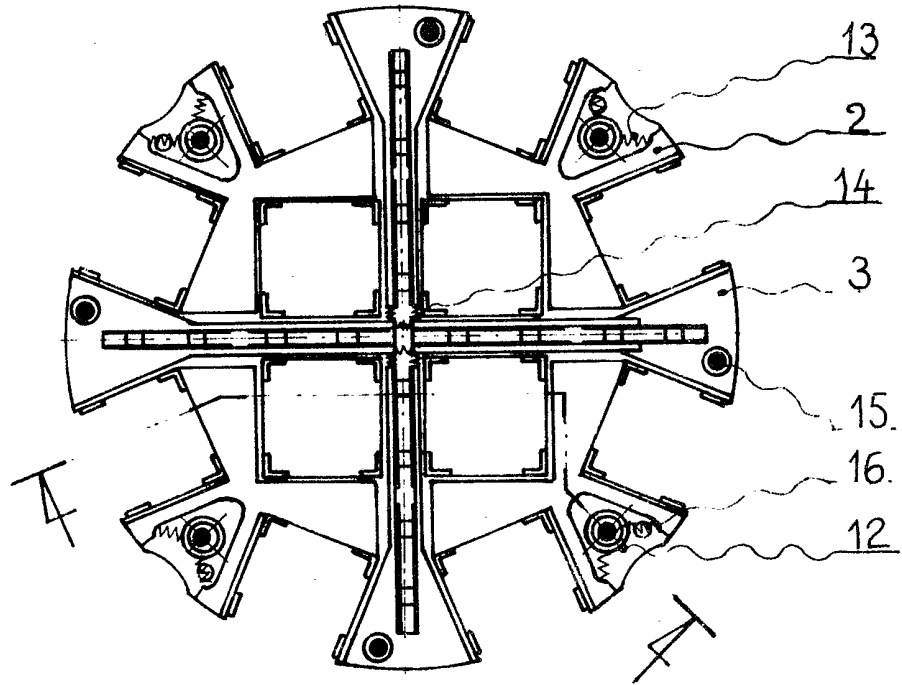


FIG. 7

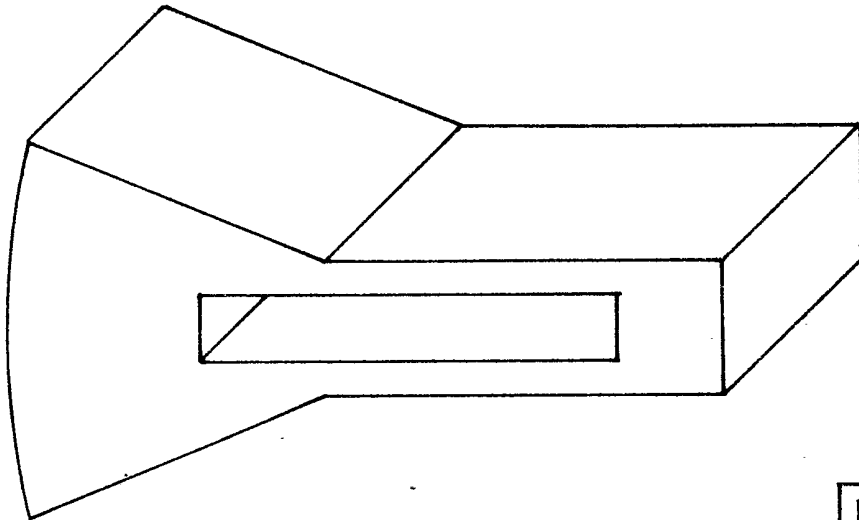
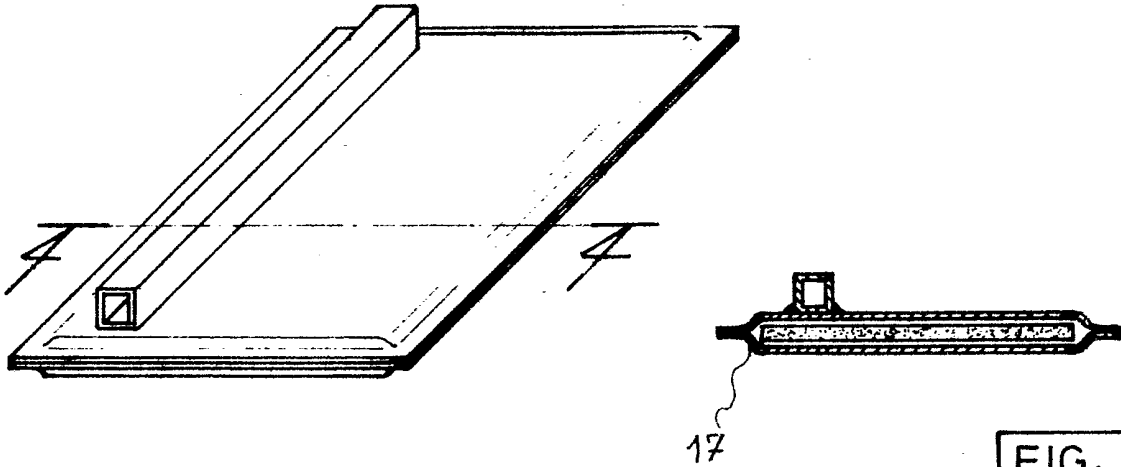


FIG. 10

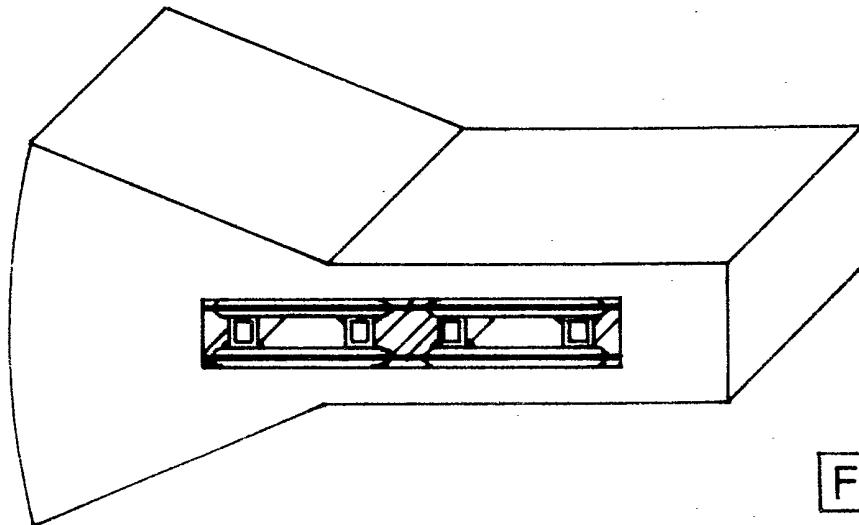


FIG. 11