



N° 897.755

Classif. Internat.: G21C

Mis en lecture le:

14 -03- 1984

LE Ministre des Affaires Economiques,

*Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention;**Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle;**Vu le procès-verbal dressé le 14 septembre 1983 à 15 h. 55*

au Service de la Propriété industrielle;

ARRÊTE :

Article 1. - Il est délivré à La Sté dite en nom collectif : "FRAMATOME et COGEMA" dite FRAMEGA
Tour Fiat, 1 Place de la Coupole Cedex 16, 92084
Paris La Défense (France)

repr. par le Bureau Gevers S.A. à Bruxelles,

un brevet d'invention pour: Assemblage de combustible nucléaire à crayons remplaçables,
(Inv. : J. Leclercq et A. Gagnard)

qu'elle déclare avoir fait l'objet d'une demande de brevet déposée en France le 16 septembre 1982, n° 82 15664

Article 2. - Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.

Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 14 mars 19 84

PAR DELEGATION SPECIALE:

Le Directeur

L. WUYTS

0075

MEMOIRE DESCRIPTIF

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET D'INVENTION

formée par

Société en nom collectif "Framatome et Cogema"
dite Framega

pour :

"Assemblage de combustible nucléaire à crayons remplaçables"

Priorité d'une demande de brevet en France n° 82 15664
du 16 septembre 1982.

Inventeurs : Joseph LECLERQ
Alain GAGNARD



Assemblage de combustible nucléaire à crayons remplaçables

La présente invention a pour objet un assemblage de combustible pour réacteur nucléaire du type comprenant des crayons (généralement constitués par du combustible nucléaire contenu dans une gaine) et une structure ou squelette constitué par des tirants parallèles fixés à deux pièces d'extrémité entre lesquelles sont réparties des grilles qui coopèrent avec les pièces d'extrémité pour maintenir les crayons suivant un réseau régulier, généralement carré, dont certains noeuds sont occupés par les tirants.

De tels assemblages sont largement utilisés dans les réacteurs de puissance à eau légère. On a déjà proposé (FR-A-2 368 785) de fixer l'une des pièces d'extrémité de façon amovible aux tirants de façon à pouvoir l'enlever, puis extraire certains au moins des crayons, par exemple pour les examiner ou les remplacer. Cette solution a l'inconvénient que, même pour remplacer un seul crayon, il faut démonter la pièce d'extrémité, puis la remonter, ce qui constitue une opération longue et délicate.

Or, il peut être souhaitable de remplacer, dans un assemblage, un seul crayon. On sait par exemple qu'il peut être utile de retirer un crayon pour lui faire subir un examen destructif ou l'introduire dans une boucle d'essai. On sait aussi qu'il peut être utile de placer temporairement un crayon contenant un poison consommable, tel que Gd_2O_3 ou B_4C , dans le réseau des crayons occupés par du matériau combustible.

Par ailleurs, la réalisation d'assemblages de combustible prévue pour permettre le remplacement d'au moins un crayon situé à un emplacement prédéterminé dans le réseau permet de résoudre aisément un problème rencontré dans certaines centrales nucléaires. Par suite de phénomènes hydrodynamiques, tels que la présence de jets violents d'eau dirigés vers certains crayons à travers les joints de la cloison entourant le coeur du réacteur, ces crayons sont soumis à des vibrations, source de rupture.

L'invention propose de substituer, en ces emplacements, des crayons résistants, par exemple en acier, aux crayons de combustible. Lorsque les assemblages de combustible sont redistribués au cours du rechargement du coeur, les crayons en acier peuvent être remplacés par des crayons d'un autre type, par exemple des crayons de combustible, pour améliorer la répartition neutronique dans le coeur.

Dans ce but, l'invention propose notamment un assemblage du genre ci-dessus défini dans lequel, en au moins un des noeuds du réseau de crayons, des moyens démontables de retenue du bouchon du crayon sont prévus sur une des pièces d'extrémité, moyens comprenant une liaison fileté, actionnables sans transmission de couple important à travers la gaine du crayon, et permettant d'extraire le crayon à travers la pièce.

On a déjà proposé des assemblages combustibles dans lesquels les crayons sont vissés dans la pièce inférieure et retenus élastiquement par rapport à la pièce supérieure. Pour permettre le démontage de certains crayons, ces derniers sont munis d'un organe amovible s'engageant dans la grille supérieure et permettant d'extraire le crayon. Cette solution, dans laquelle tous les crayons sont retenus sur la plaque inférieure, présente l'inconvénient grave d'exiger l'application d'un couple de torsion sur les crayons lors de leur mise en place et de leur enlèvement (FR-A-2 131 857).

Cet inconvénient est écarté complètement dans le cas de l'invention, appliquée à un assemblage combustible où les grilles intermédiaires participent au maintien des crayons en même temps qu'à leur centrage et où les couples de torsion éventuels nécessaires pour agir sur la liaison fileté transmis par l'intermédiaire de la gaine sont très fortement atténués.

L'invention est susceptible de nombreux modes d'exécution. En particulier, les moyens peuvent comprendre une manchette indépendante du crayon, solidarizable du crayon ou de la pièce par la liaison fileté. Dans

une autre réalisation, la liaison fileté est ménagée sur un prolongement du bouchon pouvant se visser dans la pièce, ce prolongement étant muni de moyens accessibles depuis l'extérieur de l'assemblage pour recevoir un outil
5 de vissage et de dévissage.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes particuliers d'exécution, donnés à titre d'exemples non limitatifs.

La description se réfère aux dessins qui l'accom-
10 pagnent, dans lesquels :

- la figure 1 montre schématiquement un fragment de réacteur nucléaire à eau sous pression, en coupe suivant un plan perpendiculaire à l'axe vertical du réacteur,

- la figure 2 montre schématiquement un assemblage
15 de combustible auquel l'invention est applicable, en élé-
vation ;

- les figures 3, 4, 5, 6 et 7 sont des schémas à grande échelle montrant les moyens de retenue d'un crayon démontable dans un assemblage, suivant cinq modes parti-
20 culiers de réalisation de l'invention.

Avant de décrire un assemblage comportant au moins un crayon démontable, on fera apparaître l'intérêt de l'invention dans un réacteur particulier, dont un fragment est montré en figure 1.

25 Cette figure montre la cuve 10 qui délimite, avec une enveloppe interne 12 un espace annulaire occupé par de l'eau et, sur une fraction seulement du développement angulaire de l'enveloppe, par des boucliers thermiques 14. Le coeur proprement dit 16, constitué par des assemblages
30 de combustible accolés, est entouré par une cloison consti-
tuée par des panneaux plans tels que 18 assemblés d'équerre. La différence de pression entre l'eau provenant des échangeurs, qui descend dans l'espace compris entre l'enve-
loppe et la cloison, et l'eau qui remonte dans le coeur
35 provoque l'apparition, aux joints entre les panneaux 18, de jets d'eau schématisés par des flèches sur la figure 1.

Comme le montre la figure 2, chaque assemblage tel que 20 comprend deux pièces d'extrémité 22 et 24 reliées

par des tirants 26 qui peuvent également constituer tubes guides pour les tiges individuelles appartenant à des barres de commande. Sur ces tirants 26 sont fixées des grilles telles que 28 qui assurent le maintien des
 5 crayons de combustible tels que 30 aux noeuds d'un réseau régulier.

Les jets d'eau passant au travers des joints verticaux entre panneaux 18 frappent les crayons situés à proximité, c'est-à-dire aux coins des assemblages, et les
 10 mettent en vibration. Ces vibrations sont transmises aux grilles et aux crayons voisins et peuvent provoquer des fissures ou ruptures. Ces crayons peuvent être identifiés très facilement à la fabrication de l'assemblage.

Pour éviter ces problèmes de fissuration, l'inven-
 15 tion propose notamment de substituer, aux crayons combustibles placés aux endroits les plus exposés, des crayons plus résistants, par exemple des crayons constitués par des tubes en acier qui résistent mieux que la gaine en alliage de zirconium des crayons de combustible aux vi-
 20 brations.

Après rechargement du coeur, un assemblage initialement d'angle se trouvera situé dans la masse du coeur. Pour éviter l'hétérogénéité de flux que provoquerait la présence d'un crayon en acier à cet emplacement, il est
 25 souhaitable de remplacer le crayon en acier par un crayon de combustible normal. Pour permettre ce remplacement sans intervention longue et délicate sur l'assemblage, il est souhaitable que le crayon placé à l'emplacement critique soit muni de moyens de fixation permettant de
 30 l'extraire et de le remplacer à travers une pièce d'extrémité, sans démontage de cette dernière.

Les figures 3 à 7 montrent diverses solutions permettant d'atteindre ce résultat.

Dans le mode de réalisation montré en figure 2,
 35 le crayon 30 est fixé de façon démontable à la pièce d'extrémité supérieure 22, mais les moyens qui seront décrits s'appliqueraient aussi bien à une fixation à la

pièce inférieure. Le bouchon soudé de ce crayon 30 comporte un prolongement 32 suffisamment long pour pénétrer dans la pièce 22 lorsque le crayon 30 est au même niveau que les
 5 crayons adjacents tels que 30_a. Ce prolongement, de diamètre réduit par rapport à celui du bouchon, s'engage à frottement doux dans une manchette 34 ayant une partie basse filetée, destinée à se fixer par vissage dans un trou taraudé de la pièce 22, et une partie haute en forme de
 10 cuvette 36. Le prolongement 32 fait saillie dans cette cuvette où il est retenu par une rondelle fendue 38. Le trou taraudé ménagé dans la pièce 22 doit évidemment avoir un diamètre au moins égal à celui du crayon 30, pour permettre de retirer celui-ci. Dans la pratique, il sera
 15 souvent avantageux de donner le même diamètre au crayon et à la partie inférieure de la manchette 34.

Cette manchette est munie de moyens non représentés, tels que des crans, permettant de la faire tourner à l'aide d'un outil approprié. La distance qui sépare le fond de la
 20 cuvette 36 et la tranche basse de la manchette 34 est choisie de façon que le prolongement 32 soit bloqué en translation dans la manchette.

On voit immédiatement le mode de mise en place du crayon : l'assemblage étant placé en position verticale,
 25 le crayon est descendu à l'aide d'une pince qui vient enserrer un bossage terminal 40 du prolongement 32, prévu à cet effet. La pince est ensuite remplacée par un outil qui fait tourner la manchette 34 jusqu'à ce qu'elle soit vissée à fond. L'extrémité basse du crayon 30 reste libre,
 30 au même niveau que celui donné aux autres crayons 30_a.

Le démontage s'effectue de façon inverse : on dégage d'abord la manchette 34 en la faisant tourner. Puis on saisit le renflement terminal 40 à l'aide d'une pince pour extraire en bloc le crayon 30 et la manchette 34.


35 La variante de réalisation montrée en figure 4 ne se différencie de la précédente que par le mode de solidarisation de la manchette et du bouchon. Dans le cas de la figure 4, cette solidarisation est assurée par une rondelle 42 soudée sur le prolongement 32 et en appui sur



le fond de la cuvette 36. Dans la variante montrée en figure 5, où les organes correspondant à ceux des figures 3 et 4 portent le même numéro de référence, le prolongement 32 du bouchon est muni d'un filetage qui coopère avec un 5 taraudage de la manchette 34. Cette dernière est simplement glissée à frottement doux dans un trou de la pièce d'extrémité 22. Mais la paroi supérieure de la cuvette est constituée par une collerette annulaire 44 mince et déformable, pouvant s'appliquer contre une indentation de l'évidement 10 de réception de la cuvette ménagé dans la pièce 22.

Comme dans le cas précédent, aucun couple de serrage ne s'exerce sur le crayon. Pour retirer la manchette, on fait tourner celle-ci de façon à ramener la collerette 44 à l'état cylindrique (montrée schématiquement en traits mixtes 15 sur la figure 5) et pour la retirer du crayon. Cette opération peut s'effectuer en utilisant un outil rotatif s'engageant dans des encoches non représentées de la cuvette 36 de la manchette 34. La manchette est ensuite enlevée à l'aide de l'outil coopérant avec un moyen de préhension non représenté, 20 prévu sur la cuvette 36, puis un second outil, plus long que celui servant à visser ou à dévisser la manchette, est enfoncé pour saisir le bossage terminal du bouchon de crayon. Une autre solution consiste à utiliser un prolongement suffisamment long pour qu'il atteigne le niveau 25 supérieur de la manchette.

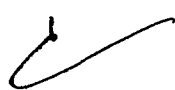
Dans la variante de réalisation montrée en figure 6, le crayon 30 est fixé de façon amovible à la pièce d'extrémité inférieure 24 et extractible à travers cette pièce. Aucune manchette intermédiaire n'est prévue. Le prolongement 30 du bouchon comporte une partie filetée 48 destinée à se visser directement dans la pièce d'extrémité 24 et une tête terminale 50 dont l'évidement interne comporte des crans lui permettant de recevoir un outil de vissage et de dévissage. Un avantage de cette solution est que la liaison 35 filetée est directement prévue entre un bouchon d'une seule pièce et la pièce d'extrémité, d'où une meilleure tenue mécanique. En contrepartie, étant donné que le couple de serrage est directement appliqué au bouchon, il est préférable de n'adopter ce mode de réalisation que lorsque le



couple à exercer reste modéré.

Dans le mode de réalisation illustré en figure 7, le crayon reste libre de se dilater axialement, car il est simplement retenu, sans être immobilisé. Son mode de centrage et de supportage est donc le même que celui des autres crayons du réseau. Pour cela, le bouchon du crayon 30 est muni d'un filetage 52 qui coopère avec un taraudage ménagé dans une manchette 34. La liaison filetée entre cette dernière manchette, qui peut avoir une constitution
 5
 10
 15
 similaire à celles montrées en figures 3 et 4, et la pièce d'extrémité 22 est de sens opposé au filetage 52. Le filetage et le taraudage de la manchette 24 sont placés à une distance telle que la liaison filetée entre manchette et crayon se dégage avant que la liaison filetée entre manchette et pièce d'extrémité ne soit complètement engagée.

On voit que cette solution permet de n'introduire aucune torsion dans le crayon, au montage ou au démontage, si chacun des filetages ne s'engage qu'une fois l'autre dégage.



REVENDEICATIONS

1. Assemblage de combustible pour réacteur nucléaire du type comprenant des crayons et une structure constituée par des tirants parallèles (26) fixés à deux pièces d'extrémité 5 (22,24) entre lesquelles sont réparties des grilles (28) fixées sur les tirants et qui coopèrent avec les pièces d'extrémité pour maintenir les crayons suivant un réseau régulier dont certains noeuds sont occupés par les tirants, caractérisé en ce que, en au moins un des noeuds du réseau de crayons, des 10 moyens démontables de retenue positive du bouchon du crayon (30) sont prévus sur une des pièces d'extrémité (22 ou 24), moyens comprenant une liaison fileté, actionnables sans transmission de couple important à travers la gaine du crayon, et permettant d'extraire le crayon à travers la pièce d'extrémité.

15 2. Assemblage selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens comprennent une manchette indépendante du crayon (34), solidariable du crayon ou de la pièce d'extrémité par la liaison fileté et solidarisée de façon permanente de la pièce ou du crayon.

20 3. Assemblage selon la revendication 2, caractérisé en ce que la manchette (34) est solidarisée d'un prolongement (32) du crayon par la liaison fileté et comporte une collerette annulaire déformable susceptible de s'engager dans des crans ménagés dans la pièce d'extrémité (22) pour bloquer la man- 25 chette en rotation.

4. Assemblage selon la revendication 2, caractérisé en ce que la manchette est solidarisée de la pièce d'extrémité par la liaison fileté et en ce que le bouchon du crayon est muni d'un prolongement traversant la manchette et immobilisé sur la 30 manchette dans le sens axial en restant libre en rotation par rapport à elle.

5. Assemblage selon la revendication 2, caractérisé en ce que la manchette comporte une première liaison fileté avec la pièce d'extrémité et une seconde liaison fileté avec un prolon- 35 gement du bouchon du crayon, les éléments de la liaison fileté portés par la manchette étant disposés de telle façon qu'une des liaisons est dégagée lorsque l'autre est engagée.

6. Assemblage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le bouchon du crayon est muni d'un prolongement muni d'un filetage (48) coopérant avec un taraudage dans la pièce d'extrémité (24), prolongement qui se termine par une tête (50) munie de moyens de réception d'un outil de
5 vissage et de dévissage.

7. Assemblage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens sont prévus pour recevoir un crayon contenant du combustible ou un crayon d'autre nature, notamment en acier.
10

8. Assemblage selon l'une quelconque des revendications précédentes, destiné à être utilisé comme assemblage d'angle dans un coeur de réacteur nucléaire, dans une disposition telle que l'emplacement muni de moyens de retenue démontables se trouve dans une zone critique du point de
15 vue des vibrations imposées au crayon.

BRUXELLES, le 14 septembre 1983
P. Pon. de Société en nom collectif
P. Pon. du Bureau GEVERS dite Tragem
société anonyme

"Tramatome et Cogema"

V727-137

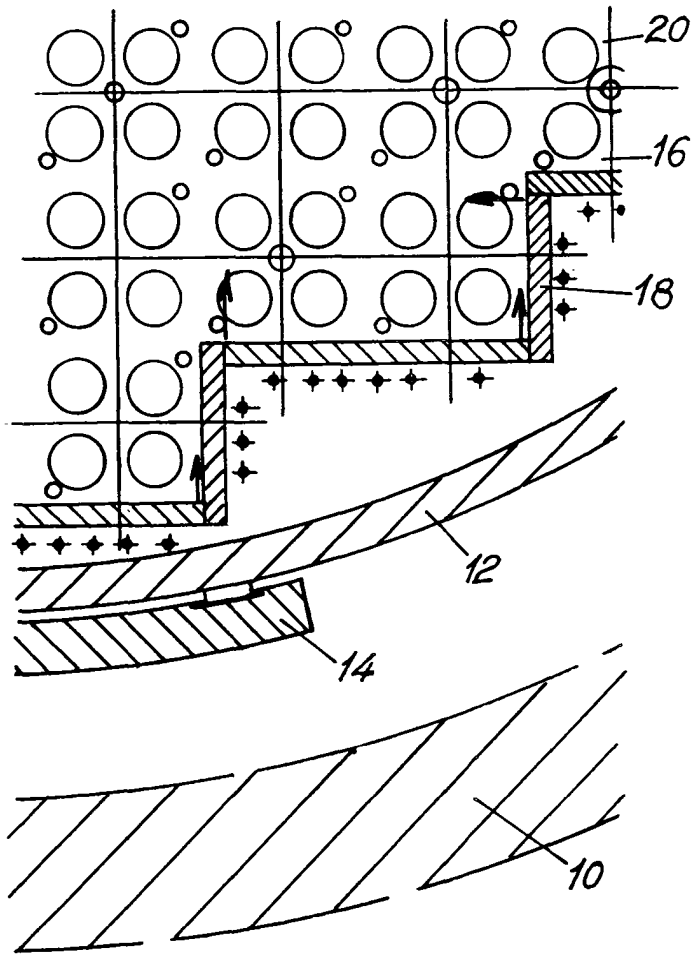


FIG. 1

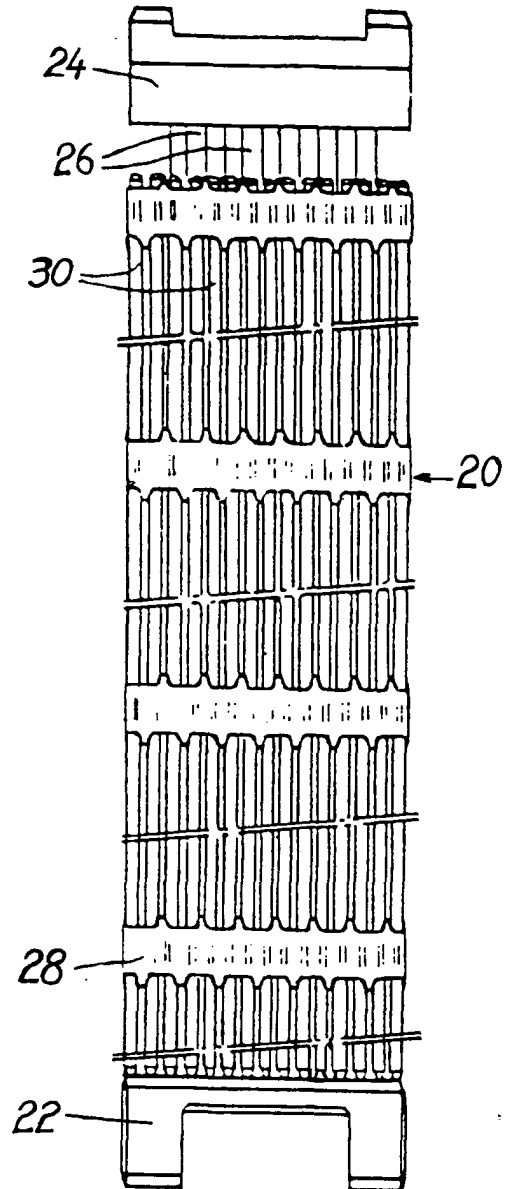
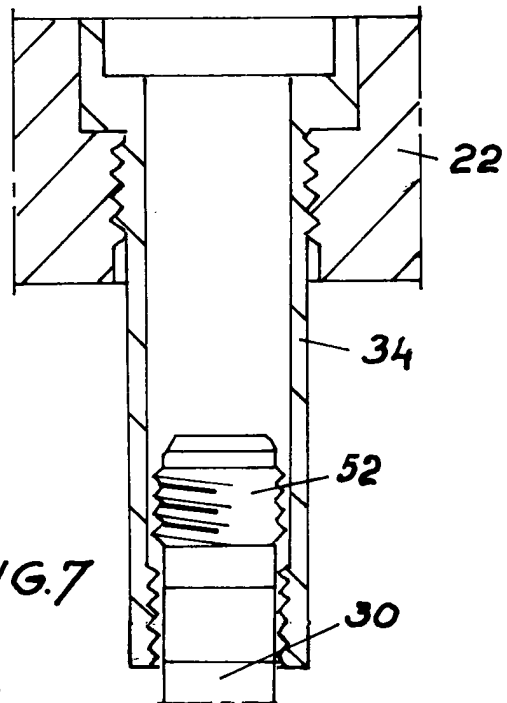
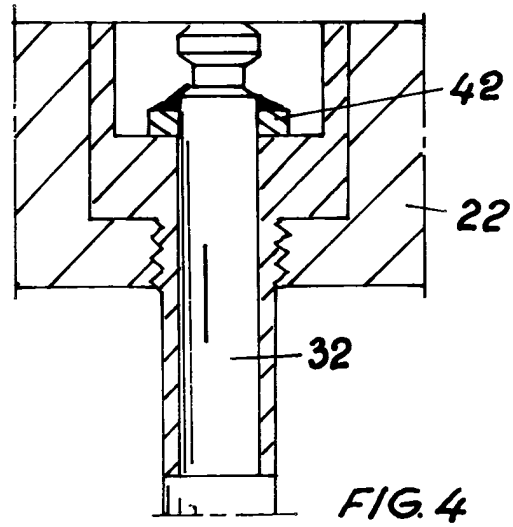
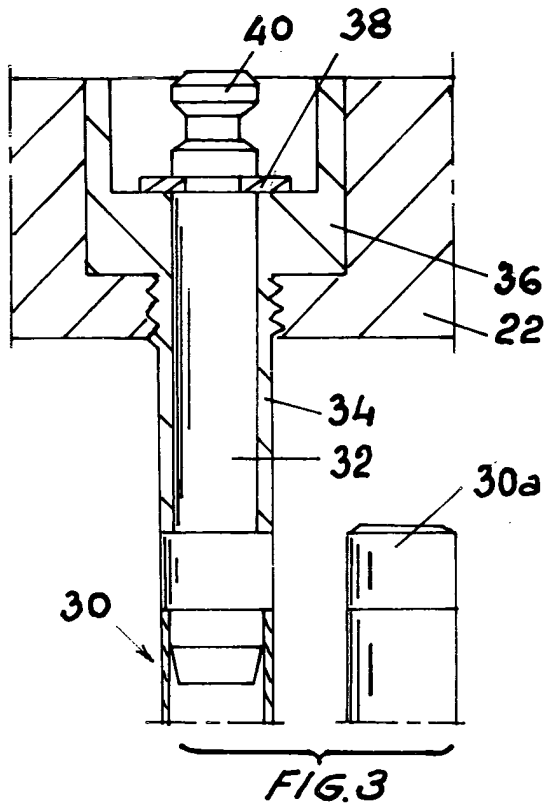


FIG. 2.

BRUXELLES, le 14 septembre 1983

P. Pon. de Société en nom collectif "Framatome et Cogema"
dite Framéga

P. Pon. du Bureau GEVERS
société anonyme



BRUXELLES, le 14 septembre 1983

P. Pon. de Société en nom collectif

"Framatome et
Cogema" dite Framatome

P. Pon. du Bureau GEVERS

société anonyme

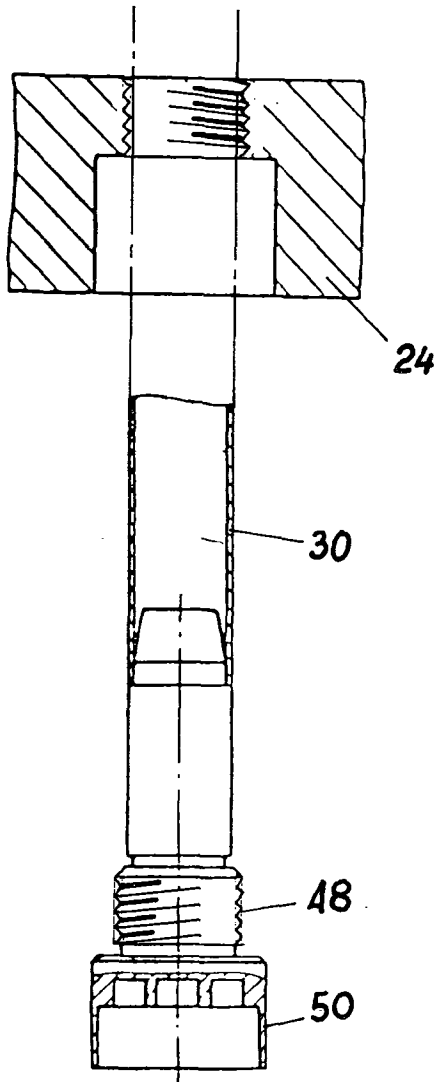
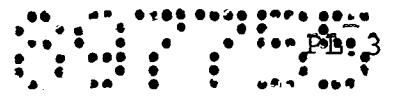


FIG. 6

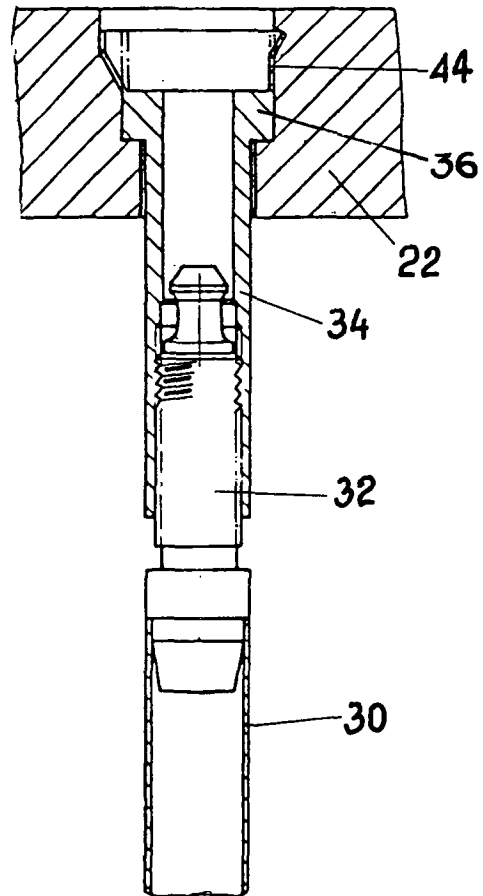


FIG. 5

BRUXELLES, le 14 septembre 1983

P. Pon. de Société en nom collectif "Framatome et Cogema "
dite Framega

P. Pon. du Bureau GEVERS
société anonyme