

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 532 223**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **83 13891**

⑤1 Int Cl<sup>3</sup> : B 23 P 11/00; F 16 S 3/06; G 21 C 3/34.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 30 août 1983.

③0 Priorité US, 1<sup>er</sup> septembre 1982, n° 414 197.

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPJ « Brevets » n° 9 du 2 mars 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : WESTINGHOUSE ELEC-  
TRIC CORPORATION. — US.

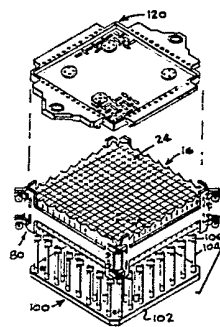
⑦2 Inventeur(s) : Ronald F. Antol, Ralph W. Kalkbrenner et  
Richard M. Kobuck.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : D. A. Casalonga, Josse et Petit.

⑤4 Dispositif et procédé de positionnement de lames et d'ailettes pour des grilles de support de barres de combustible nucléaire.

⑤7 Le dispositif de positionnement de lames et d'ailettes a pour but d'aligner simultanément les segments des lames formant une grille de support de barres de combustible nucléaire. Ce dispositif comprend une plaque 102 comportant une multiplicité de tiges 104 s'étendant à partir de cette plaque en rangées et en colonnes, et disposées en vue de pénétrer dans les cellules d'une grille 16. Les tiges à la périphérie de la plaque constituent un premier ensemble et comportent à leurs extrémités supérieures un élément en forme de bêche 106 comportant une seule palette, les tiges restantes constituant un second ensemble et comportant à leurs extrémités supérieures un élément en forme de bêche comportant une paire de palettes. Ces éléments en forme de bèches viennent heurter contre les ailettes s'étendant à partir de certaines lames pour aligner les segments des lames et maintenir les lames dans une position alignée.



FR 2 532 223 - A1

D

Dispositif et procédé de positionnement de lames et d'ailettes  
pour des grilles de support de barres de combustible nucléaire

La présente invention, sous sa forme préférée,  
5 concerne un appareil et un procédé correspondant pour la  
fabrication de grilles de support de barres de combustible,  
particulièrement pour amener des ailettes qui s'étendent  
suivant un certain angle à partir de certaines des lames  
formant la grille à fléchir pour leur permettre de pénétrer  
10 dans des trous d'une plaque de soudage et pour aligner des  
segments des lames.

Les assemblages de faisceaux de combustible nucléaire  
comprennent une matrice de barres de combustible nucléaire  
qui sont disposées en rangées et en colonnes, et qui sont  
15 maintenues dans la configuration désirée par une pluralité  
de grilles de support de barres de combustible. Ces grilles  
sont réalisées à partir de "lames" qui sont des éléments  
rectangulaires dans leur ensemble et s'étendant linéairement,  
caractérisés par le fait qu'ils comportent des fentes  
20 s'étendant depuis un des bords à peu près sur la moitié de  
la hauteur de la lame. Les lames sont assemblées de telle  
sorte qu'une lame soit appariée à une autre lame. La fente  
d'une lame reçoit donc l'autre lame à l'endroit d'une partie  
de celle-ci qui est alignée avec la fente de cette autre  
25 lame, avec pour conséquence que la grille a une épaisseur  
identique à la hauteur de chacune des lames qui forment  
la grille. La grille résultante comporte un premier ensemble

de lames qui sont sensiblement parallèles les unes aux autres, et équidistantes, et un second ensemble de lames qui sont sensiblement parallèles les unes aux autres et équidistantes, les lames de l'un des ensembles étant  
5 perpendiculaires aux lames de l'autre ensemble. Toutes les lames précitées sont désignées par l'expression "lames intérieures" et elles sont placées en rangées et en colonnes, comme mentionné ci-dessus, dans une disposition mutuelle appariée de manière à former une grille carrée comportant  
10 des cellules ou ouvertures carrées. De plus, on place des lames extérieures sur les quatre côtés de la grille.

Les lames intérieures et extérieures, en Inconel, étaient munies d'ailettes qui s'étendaient depuis ces lames suivant un angle important dans le but de communiquer à  
15 l'eau traversant les cellules un mouvement turbulent de tourbillonnement. Une fois que les lames intérieures et extérieures étaient assemblées pour former une grille, on plaçait une matière de brasage aux points de jonction et on disposait la grille assemblée, avec la matière de brasage,  
20 dans un four où l'on effectuait le brasage et, de ce fait, la fixation mutuelle des lames pour former une grille robuste.

Le procédé ci-dessus donnait satisfaction, mais il impliquait l'utilisation de lames en Inconel. On s'est aperçu que l'Inconel entraînait une utilisation du combustible  
25 nucléaire moins efficace que celle qui était souhaitable, et on a donc mis au point des lames de grille de support de barres de combustible réalisées en Zircaloy. Cette matière présente l'avantage de permettre une utilisation plus efficace du combustible nucléaire. Toutefois, le Zircaloy  
30 ne peut pas être soudé par brasage, étant donné qu'il ne peut pas être exposé aux températures nécessaires pour ce brasage. Pour cette raison, il s'est avéré nécessaire d'avoir recours à une technique de soudage de lames en Zircaloy dans laquelle un faisceau laser est utilisé. L'utilisation d'un faisceau  
35 laser exige que les lames soient maintenues d'une façon relativement précise, c'est-à-dire que les lames de chaque ensemble doivent être sensiblement parallèles, avec leurs

bords rectilignes, les lames de l'autre ensemble étant également maintenues de cette façon, et les lames des deux ensembles étant perpendiculaires. Ces exigences ont conduit à la mise au point de ce que l'on appelle des "plaques de soudage", dont une est disposée contre le côté de la grille où se trouvaient les ailettes.

Bien que théoriquement chacune des lames soit plane, ces lames ne présentent pas, en fait, la configuration théorique plane. Il faut se rappeler que les lames sont en Zircaloy, et qu'elles sont découpées à la presse dans une longue bande de Zircaloy. Ce mode de découpage à la presse, conjointement avec les opérations de coudage ultérieures, engendre des tensions mécaniques dans la matière. Ces tensions mécaniques, dans certains cas, ont tendance à faire en sorte que les lames n'aient pas une configuration réellement plane. De plus, les lames doivent être manipulées pendant leur traitement, en étant ainsi soumises à diverses forces perturbatrices qui contribuent à la configuration non plane de ces lames.

La configuration non plane s'est avérée être des plus manifestes dans le cas de l'accouplement de la grille avec une plaque de soudage, appelée la "plaque de soudage côté ailettes". La plaque de soudage côté ailettes comporte une pluralité de trous d'accès s'étendant à travers la plaque, de manière à permettre à un faisceau laser de traverser ces trous pour souder les points d'intersection de la grille. En raison de ce faisceau laser et du fait que l'appareil de maintien et de positionnement destiné à la plaque de soudage et à la grille assemblées doit positionner la grille avec précision, pour permettre un soudage à l'aide du faisceau laser, les emplacements des points d'intersection des lames formant la grille doivent être précis. Les plaques de soudage sont par conséquent réalisées dans ce but, et comprennent les trous d'accès de faisceau laser mentionnés ci-dessus, ainsi que deux ensembles de rainures parallèles destinées à recevoir les bords des lames. Les lames, le long d'un de leurs bords, sont munies d'ailettes, et un des

ensembles des lames comporte des fentes s'étendant depuis ce bord à peu près sur la moitié de la hauteur de la lame, en vue de loger une lame de l'autre ensemble de lames. Les fentes divisent donc les lames d'un des ensembles en segments et les tensions mécaniques mentionnées ci-dessus provenant du découpage à la presse, de la manutention et du traitement thermique, etc., font que les segments ne se trouvent pas dans le même plan. De ce fait, il est possible que les segments de l'ensemble mentionné ne soient pas alignés, au moins partiellement.

En outre, les trous pour le passage du faisceau laser dans la plaque de soudage côté ailettes sont aussi grands que possible, mais le diamètre de ces trous est limité car la résistance mécanique de la plaque de soudage se trouve diminuée par ces trous et, au-delà d'un certain diamètre des trous, la plaque de soudage aurait une résistance mécanique trop faible. Par conséquent, si les ailettes, qui sont inclinées par rapport au plan de la lame, le sont suivant un angle trop grand, ou ne sont pas pour toute autre raison alignées avec les trous, il en résulte que la plaque de soudage côté ailettes heurte une ou plusieurs desdites ailettes, et les déforme, ce qui empêche la disposition mutuelle accouplée qui est nécessaire entre la grille et la plaque de soudage côté ailettes.

Un objet de la présente invention est la réalisation d'un matériel utilisé dans la fabrication de grilles en Zircaloy.

Un objet plus spécifique de la présente invention est la réalisation d'un dispositif destiné à venir en contact avec les ailettes précitées de lames de grille et à les dévier de manière à les positionner en vue de leur introduction dans des trous de la plaque de soudage et à positionner les lames de grille en vue de leur encastrement dans des rainures de la plaque de soudage.

Un autre objet encore de la présente invention est la réalisation d'un dispositif qui est utilisé dans la fabrication de grilles de barres de combustible et qui dévie toutes les ailettes de certaines des lames de grille de

de manière qu'elles ne gênent pas la mise en place du dispositif sur la grille et l'alignement des segments de lames.

Conformément à ces objets ainsi qu'à d'autres objets de la présente invention, le dispositif selon la présente invention comprend une plaque plate dans son ensemble, comportant des éléments de butée réglables s'étendant au-dessus de la plaque, de manière à positionner la grille à une distance prédéterminée au-dessus de la plaque ; en outre, le dispositif comprend une pluralité de tiges parallèles qui s'étendent vers le haut et qui sont disposées en colonnes et en rangées, et sont positionnées de manière à pénétrer dans les cellules de la grille, chacune des tiges comportant à son extrémité supérieure un élément en forme de bêche, ou élément de poussée, destiné à attaquer et à dévier une ou des ailettes de la grille. Le dispositif comporte deux groupes de tiges, l'un de ces groupes se trouvant à la périphérie et étant muni d'éléments en forme de bêche comportant une seule palette, et l'autre groupe comprenant le restant des tiges et comportant des éléments en forme de bêche pourvus de palettes s'étendant de façon opposée en vue d'attaquer deux des ailettes, et de dévier ces ailettes pour aligner de cette façon les segments des lames.

On va maintenant décrire de façon détaillée le mode de réalisation préféré de la présente invention en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

la figure 1 est une vue en perspective d'un assemblage de faisceau d'éléments combustibles nucléaires ;

la figure 2A est une vue en perspective d'une grille achevée ;

la figure 2B est une vue en plan montrant une partie de la grille de la figure 2A ;

la figure 2C est une vue en coupe par 2C-2C de la figure 2B ;

la figure 2D est une vue en perspective montrant les lames intérieures et extérieures de grille dans un état désassemblé ;

la figure 2E est une vue en plan d'une partie d'une grille telle qu'on la voit sur le côté non représenté sur la figure 2A ;

5 la figure 3A est une vue en plan d'un dispositif d'assemblage de grille ;

la figure 3B est une vue en élévation du dispositif d'assemblage de grille, conjointement avec un support destiné à ce dispositif ;

10 la figure 3C est une vue en coupe par 3C-3C de la figure 3B, cette vue montrant une lame intérieure de grille en place ;

la figure 3D est une vue en coupe par 3D-3D de la figure 3C ;

15 la figure 4 est une vue en perspective d'une bande ou ceinture de retenue selon la présente invention dans un état partiellement désassemblé ;

la figure 5A est une vue en plan, partiellement en coupe, montrant une partie de la grille ainsi que des parties de la bande ou ceinture de retenue de cette grille ;

20 la figure 5B est une vue en élévation de la grille avec sa bande de retenue ;

la figure 5C est une vue par 5C-5C de la figure 5B ;

la figure 6A est une vue en perspective montrant une première phase du procédé de la présente invention ;

25 la figure 6B est une vue en perspective montrant une seconde phase au cours de laquelle les grilles du second ensemble sont mises en place ;

la figure 6C est une vue en perspective montrant la mise en place d'une première paire de barres d'une bande ou ceinture de retenue sur la grille, après rotation de la grille ;

30 la figure 6D est une vue en perspective de la structure représentée sur la figure 6C après une rotation sur sensiblement 180° et après la mise en place sur la grille de deux barres supplémentaires de la bande ou ceinture de retenue ;

la figure 7A est une vue éclatée montrant une grille

avec la bande ou ceinture de retenue en place sur cette grille, un dispositif de positionnement de lames et d'ailettes, et une plaque de soudage côté ailettes ;

5 la figure 7B est une vue en perspective montrant la grille et la bande ou ceinture de retenue, ainsi que la plaque de soudage côté ailettes en position sur la grille ;

la figure 7C est une vue en perspective montrant la grille et la bande ou ceinture de retenue inversée par rapport à la position représentée sur la figure 7B, avec la plaque de soudage côté ailettes sur le côté de dessous de la grille et avec une plaque de soudage côté manchon en place sur la grille ;

la figure 8A est une vue en plan du dispositif de positionnement de lames et d'ailettes ;

15 la figure 8B est une vue agrandie d'une partie d'une grille, cette vue montrant les ailettes ;

la figure 8C est une vue similaire à la figure 8B, mais avec les palettes du dispositif de positionnement de lames et d'ailettes en place et en contact avec les ailettes ;

20 la figure 8D est une vue en coupe par 8D-8D de la figure 8A ; et

la figure 9 est une vue en plan montrant la plaque de soudage côté ailettes en position sur une grille et avec une plaque de soudage côté manchon également disposée sur la grille.

25 Pour des raisons de commodité, la description suivante de la présente invention ainsi que du procédé et de l'appareil correspondant a été divisée en sections comme suit :

- 30 (1) Assemblage Combustible et Grille de Support de Barres de Combustible
- (2) Dispositif d'Assemblage de Grilles et Bande ou Ceinture de Retenue
- (3) Procédé d'Assemblage de Grilles
- (4) Application du Dispositif de Positionnement de Lames et d'Ailettes
- 35 (5) Dispositif de Positionnement de Lames et d'Ailettes



(1) Assemblage Combustible et Grille de Support de Barres  
de Combustible

L'appareil et le procédé de la présente invention sont spécifiquement conçus pour la fabrication  
5 d'assemblages 10 d'éléments combustibles nucléaires disposés en faisceau , comme représenté sur la figure 1. Comme on peut le voir, l'assemblage combustible nucléaire 10 est un ensemble autonome constitué d'un embout supérieur 12 et d'un embout inférieur 14,  
10 entre lesquels est placée une matrice de barres 18 de combustible nucléaire disposées en rangées et en colonnes et maintenues dans cette configuration par une pluralité de grilles 16 de barres de combustible. Bien qu'elles ne soient pas représentées sur la  
15 figure 1, des barres de commande sont incluses à des positions choisies à l'intérieur du réseau de barres 18 de combustible nucléaire. Les embouts 12 et 14 et les grilles 16 de barres de combustible constituent un bâti formant squelette pour supporter  
20 les barres 18 de combustible et les barres de commande. Les assemblages combustibles nucléaires 10 sont mis en place dans des endroits prédéterminés à l'intérieur d'un réacteur nucléaire

et, par conséquent, l'orientation des barres 18 de combustible les unes par rapport aux autres est réglée de façon rigoureuse.

La présente invention concerne, dans l'un de ses modes de réalisation donné à titre purement illustratif et non limitatif, la fabrication de grilles 16 de barres de combustible telles que représentées sur la figure 2A. La grille 16 de barres de combustible a une configuration approximativement carrée dont la périphérie est formée par quatre lames extérieures 22a, 22b, 22c, 22d de grille. Chaque extrémité d'une lame extérieure 22 de grille est soudée par une soudure linéaire 30 d'angle à l'extrémité d'une lame extérieure de grille disposée perpendiculairement. Deux ensembles de lames intérieures espacées et parallèles 20 de grille sont prévus, les lames de ces ensembles étant perpendiculaires les unes aux autres, grâce à quoi une pluralité de cellules sont formées pour recevoir les barres de commande et les barres 18 de combustible nucléaire. Les lames intérieures 20 de grille comportent des fentes d'accouplement formant des points 24 d'intersection. Une soudure 32 d'intersection est formée à chacun des points 24 d'intersection, grâce à quoi une structure de grille rigide est formée. En outre, chacune des lames intérieures 20 de grille comprend à chaque extrémité une paire de pattes 26 d'une taille et d'une configuration leur permettant d'être reçues sans jeu dans les fentes supérieure et inférieure 28 formées dans les lames extérieures 22 de grille, comme on peut le voir sur la figure 2A. Une soudure 34 de fentes et de pattes est effectuée le long des rangées supérieure et inférieure de fentes 28 des lames extérieures 22 de grille. En outre, une pluralité de manchons de guidage 36 sont disposés sur la surface supérieure extrême de la grille 16 de barres de combustible pour recevoir et guider les barres de commande disposées dans cette grille. Une série de soudures linéaires ou cordons de soudure 38 fixe à demeure les manchons de guidage 36 à des encoches correspondantes 40 formées dans les lames intérieures 20 de grille. Un appareil de soudage de précision au laser convient particulièrement pour effectuer une série d'opérations de soudage

commandées au moyen desquelles chacune des soudures 30, 32, 34 et 38 est réalisée. L'appareil de soudage de précision au laser tel que décrit et revendiqué dans les demandes de brevets français déposées ce même jour au nom de la demanderesse sous les titres respectifs de "Système d'usinage à laser" et "Chambre d'usinage mobile avec monture tournante pour la pièce" non seulement règle les divers paramètres de génération du faisceau laser en ce qui concerne la largeur et la hauteur de chaque impulsion laser et le nombre des impulsions devant être appliquées à chaque soudure, mais commande également le positionnement séquentiel des grilles 16 de barres de combustible par rapport au faisceau laser. Entre chacune de ces soudures, la grille 16 de barres de combustible est positionnée de nouveau et/ou le foyer du faisceau laser est modifié pour effectuer le type de soudure particulier désiré.

La figure 2B illustre une partie de la grille 16 et montre deux des manchons 16 fixés à certaines des lames intérieures 20 de grille. La figure 2C montre que dans chacune des cellules ou ouvertures formées par quatre lames s'intersectant se trouvent des doigts élastiques 44 qui ont été réalisés par emboutissage de la matière des lames pendant l'opération de formation de ces lames à partir d'une bande continue de métal. De plus, à la base de la grille 16 représentée sur la figure 2C se trouvent des ailettes 42 qui s'étendent à partir des diverses lames 20 et 22, et sont inclinées par rapport aux plans contenant les lames à partir desquels elles s'étendent. Des doigts d'espacement élastiques sont également prévus.

Sur la figure 2D, on a représenté en perspective et sous une forme éclatée, les lames extérieures 22b et 22c de grille, ainsi que les lames intérieures 20a et 20b de grille. La lame intérieure 20a de grille comporte des pattes saillantes 48 le long de son bord supérieur et des parties formant pattes 50a et 50b à son bord inférieur, de part et d'autre d'une fente 52a de bord inférieur. Aux extrémités de la lame intérieure 20a, on peut voir les pattes supérieure et inférieure 26. Sur la lame intérieure 20b de grille, des fentes d'accouplement 52b sont ménagées au bord supérieur

et on comprendra que, d'une façon classique, les lames intérieures 20a et 20b sont accouplées, en s'étendant perpendiculairement l'une à l'autre, à l'endroit des fentes d'accouplement 52a et 52b. Les lames extérieures 22b et 22c de grille sont pourvues à leurs extrémités de pattes 54a d'angle ; sur la figure 2E, ces pattes 54 d'angle sont représentées dans l'état où elles se recouvrent et on voit qu'elles forment un angle de 45° avec la lame extérieure de grille dont elles font partie. Les lames extérieures 20 de grille comportent des ailettes 56 sur leurs bords inférieurs et des ailettes 58 sur leurs bords supérieurs. Comme on l'a mentionné ci-dessus, chacune des lames extérieures 22 de grille est pourvue de rangées supérieure et inférieure de fentes 28 destinées à recevoir les pattes 26 des lames intérieures 20. La figure 2E montre les cellules formées par les deux ensembles de lames parallèles, les lames d'un de ces ensembles étant accouplées avec les lames de l'autre ensemble et étant perpendiculaires à ces dernières, cette figure montrant également les ailettes 42 qui s'étendent légèrement en travers des cellules de manière à assurer un écoulement d'eau turbulent passant à travers les cellules.

(2) Dispositif d'Assemblage de Grilles et Bande ou Ceinture de Retenue

Sur les figures 3A et 3B est représenté un dispositif 60 d'assemblage de grilles qui comprend une plaque 61, plate d'une façon générale et d'une forme plane carrée, avec, sur chacun de ses côtés, des prolongements 62. Chaque prolongement 62 est pourvu d'une série de trous traversants 62a. Une paire de creux ou évidements 64a et 64b sont formés dans la surface supérieure du dispositif 60, ces creux laissant subsister une périphérie surélevée 66a et une partie intermédiaire surélevée 66b. La partie surélevée 66 comporte un premier ensemble de rainures 68a, espacées et parallèles, et un second ensemble de rainures 68b espacées et parallèles ; ces rainures sont destinées à recevoir les lames intérieures 20 de grille. A l'endroit où les rainures 68a intersectent les rainures 68b, des trous 70 sont prévus ; les trous 70

ont tous le même diamètre, sauf les trous 70a qui se trouvent à l'intersection de la rainure inférieure extrême 68b avec les rainures 68a, comme on peut le voir sur la figure 3A. Les trous 70a sont plus petits que les trous 70 et servent de

5

Comme représenté sur la figure 3B, des doigts ou axes de positionnement 72 s'étendent vers le haut, en un point adjacent à chacun des coins de la plaque 61 du dispositif 60 d'assemblage de grilles. Le dispositif 60 d'assemblage de grilles est monté sur un support approprié 74 au moyen duquel on peut le faire tourner autour d'un axe vertical et d'un axe horizontal. Le support 74 comprend une paire de dispositifs de blocage 74a sur les côtés adjacents de la plaque 61 du dispositif 60 pour maintenir de façon libérable la grille 16 sur le dispositif 60.

10

15

La figure 3C montre une lame intérieure 20a comportant des fentes 52b s'étendant à partir du bord supérieur de cette lame. Dans le dispositif 60, on peut voir les trous 70 qui reçoivent donc les pattes saillantes 48 s'étendant à partir du bord inférieur de la lame intérieure 20b de grille. Le trou 70a, qui est beaucoup plus petit, reçoit la patte 48 adjacente à l'extrémité d'une lame intérieure 20b de manière à servir ainsi de trou de repérage pour faciliter la mise en place appropriée de chacune des lames intérieures 20b du dispositif 60. Ceci permet au bord inférieur de la lame intérieure 20a de grille de reposer sur le fond de la rainure 68 dans laquelle il est positionnés. Comme on le comprendra, les fonds des rainures 68a et 68b se trouvent dans un plan commun de sorte que ce plan commun est celui qui coïncide avec le plan formé par les bords inférieurs des lames intérieures 20a et 20b de grille. La figure 3C montre également que les évidements 64a et 64b reçoivent un certain nombre des pattes saillantes 48.

20

25

30

En se référant maintenant à la figure 3D, on peut voir que l'on y a représenté en traits mixtes les lames extérieures 22 de grille reposant sur les prolongements 62. Les trous 62a reçoivent des ailettes 56 qui s'étendent à

35

partir des bords inférieurs des lames extérieures 22 de grille (voir également les figures 3B et 3C).

5 Sur la figure 4, on a représenté une bande ou ceinture de retenue 80 qui est constituée par quatre barres sensiblement identiques 82a, 82b, 82c et 82d. En examinant la barre 82a, on voit qu'elle a la forme d'un H dans son ensemble et qu'elle comprend une paire de montants d'extrémité 84a et 84b, chaque montant 84 comportant des ouvertures 10 traversantes 86 supérieure et inférieure. Les montants 84a et 84b sont reliés par une traverse 88. Les montants 84b des barres 82a et 82b et les montants 84b des barres 82c et 82d comportent des éléments d'articulation 90 qui s'étendent à partir de ces montants de manière à articuler les barres 82a et 82b l'une à l'autre en les appariant et à articuler les 15 barres 82c et 82d l'une à l'autre en les appariant. Un espace notable est assuré entre les bords adjacents des montants 84b, grâce au prolongement des éléments d'articulation 90 s'étendant à partir de ces montants.

20 A l'endroit du montant 84b de la barre 82c et à l'endroit du montant 84a de la barre 82d sont prévues des vis 92, qui s'étendent à travers les montants et qui se vissent dans des trous formés dans ces derniers.

25 Des pièces d'accouplement 94 supérieure et inférieure espacées s'étendent à partir de chacun des montants 84a, sous un angle de 45° par rapport au plan de la barre dont le montant fait partie (voir également figure 5A), ces pièces d'accouplement 94 comportant des ouvertures 94a pour la 30 réception d'éléments de fixation filetés 94b. Comme on peut le voir sur la figure 5A, les pièces d'accouplement 94 et les éléments de fixation 94b servent à accoupler l'une à l'autre les barres 82b et 82d, et on comprendra que, d'une façon similaire, les pièces d'accouplement 94 et les éléments de fixation 94b servent à accoupler l'une à l'autre les barres 82a et 82c, en reliant ainsi de façon libérable les deux 35 paires de barres. Comme on peut le voir sur la figure 5A, les ouvertures 86 sont alignées avec les pattes saillantes 26 (supérieures et inférieures) des lames intérieures 20 de

grille, et se trouvent au-dessus et au-dessous de la traverse 88, en permettant ainsi l'accès au faisceau laser B pour effectuer les soudures de fentes et de pattes.

5 Sur la figure 5B, on a représenté une vue de côté  
de la structure de la figure 5A, et on voit que la grille 16  
a été formée par l'intersection des lames intérieures 20 de  
grille d'une façon qui les assemble et par l'application, sur  
les pattes 26 de ces dernières, des lames extérieures 22 de  
grille. De ce fait, la bande de retenue 80 s'étend tout  
10 autour de la périphérie de la grille assemblée 16, en mainte-  
nant les lames intérieures et extérieures 20 et 22 dans  
l'état assemblé mentionné. Les vis 92 sont utilisées pour  
obtenir un certain réglage de la force de serrage appliquée  
par la bande ou ceinture de retenue 80. Sur la figure 5B,  
15 on peut voir la barre 82d avec les montants 84d et 84a,  
chacun avec les ouvertures traversantes 86 alignées avec les  
pattes 26. On voit que la traverse 88 se trouve entre les  
pattes supérieures et inférieures 26, en exposant ainsi  
celles-ci à l'action du faisceau laser en vue de la réali-  
20 sation des soudures 34 de fentes et de pattes. Sur la figure  
5C, on a représenté la grille 16 formée des lames intérieures  
20 de grille et des lames extérieures 22 de grille, des  
barres 82d, 82b et 82a de la bande ou ceinture de retenue 80,  
ainsi que des vis 92 portant contre deux lames extérieures  
25 22 de grille disposées perpendiculairement l'une à l'autre.  
En outre, on peut voir sur les figures 5B et 5C l'espace qui  
est compris entre les bords adjacents des barres 82 formant  
la bande de retenue 80 et qui permet l'entrée du faisceau  
laser pour effectuer la soudure linéaire 30 d'angle des  
30 pattes 54 d'angle. On obtient ce résultat grâce à la struc-  
ture prolongée des éléments d'articulation 90 et des pièces  
d'accouplement 94, et à leur séparation verticale qui permet  
l'accès aux pattes 54 d'angle.

### (3) Procédé d'Assemblage de la Grille

35 En se référant à la figure 6A, on voit que l'on y a  
représenté le dispositif 60 d'assemblage de grilles placé  
dans un plan horizontal ou légèrement incliné, des lames

intérieures 20b de grille ayant été insérées dans les rainures 68, ces lames étant de ce fait maintenues dans une disposition mutuelle espacée, parallèle et formant un premier ensemble de lames. Les fentes d'accouplement 52b de ces lames se trouvent dans leurs bords supérieurs et les pattes saillantes extérieures extrêmes 48 se trouvent dans les trous 70a. Les bords inférieurs non fendus se trouvent dans les rainures. Après insertion de toutes les lames intérieures 20b de grille, on fait tourner le dispositif 60 de 90° et, comme représenté sur la figure 6B, on insère les lames intérieures 20a de grille constituant un second ensemble de lames, les fentes d'accouplement 52a ménagées dans leurs bords inférieurs coopérant avec les fentes d'accouplement 52b des lames intérieures 20b de grille de sorte que chaque lame d'un ensemble pénètre dans les fentes des lames de l'autre ensemble. On obtient le positionnement des lames 20a et 20b grâce au guidage assuré par les rainures 68 et à la configuration complémentaire des lames intérieures 20a et 20b de grille, et grâce aussi aux trous 70a.

Ensuite, en utilisant la capacité du support 74 à permettre le déplacement du dispositif 60 autour d'un axe horizontal, on incline le dispositif 60 de manière que le plan de ce dispositif soit incliné par rapport à l'horizontale d'un angle pouvant, pour des raisons de commodité, avoir une valeur quelconque comprise entre 45° et l'horizontale et la verticale. Cette position est la position représentée sur la figure 6C et, dans cette position, on place deux des lames extérieures 22 de grille sur les pattes 26 des lames intérieures 20 de grille, ces pattes étant les pattes qui s'étendent vers le haut. On fait pénétrer les pattes 26 dans les fentes 28 des lames extérieures 22 de grille et, après cela, on met en place une partie de la bande de retenue 80 sur la grille 16 partiellement achevée.

Plus particulièrement, on place une paire de barres 82c et 82d articulées l'une à l'autre, et dans lesquelles se trouvent les vis 92, sur les deux lames extérieures 22 de grille. On peut appliquer une certaine pression aux lames



extérieures 22 de grille en actionnant les éléments de serrage 74a, et si l'une des pattes 26 n'a pas traversé les fentes 28, la pression exercée par les éléments de serrage 74a contribuent à atteindre cet objectif, éventuellement avec l'aide d'un outil connu approprié pour appliquer de légers coups. Comme on le voit, les éléments de serrage 74a portent contre les traverses 88 des barres 82 pour appliquer la légère pression mentionnée. Les barres sont ainsi maintenues en position contre les lames extérieures 22 de grille.

En se référant à la figure 6D, on voit que l'on a fait tourner l'ensemble représenté sur la figure 6C d'environ 180°, de sorte que les barres 82a et 82b se trouvent sur les parties inférieures de la grille 16 partiellement achevée. On applique les deux lames extérieures restantes 22 de grille, comme précédemment, en introduisant certaines ou toutes les pattes 26 dans les fentes 28. Dans la pratique, on fait pénétrer un nombre suffisant et une répartition appropriée des pattes 26 dans les fentes 28 pour que ces lames extérieures 22 soient maintenues à coup sûr dans leur position approximative.

On comprendra qu'en mettant en place les lames extérieures 22 de grille, celles-ci se trouveront sur les prolongements 62 du dispositif 60 de la manière représentée sur la figure 3C.

Après avoir fait tourner le dispositif 60 et les lames intérieures 20, les lames extérieures 22 et les barres 82c et 82d jusqu'à la position représentée sur la figure 6D, et après avoir appliqué les deux dernières lames extérieures 22 de grille, on place les deux dernières barres 82 sur les lames extérieures 22 de grille orientées vers le haut. On peut donc voir sur la figure 6D les barres 82a et 82b et, après alignement des ouvertures 94a, on introduit les éléments de fixation 94b dans ces dernières de manière à achever l'assemblage de la bande ou ceinture de retenue 80. Si besoin est, toute patte 26 ne se trouvant pas dans une fente 28 peut être positionnée dans cette dernière, de préférence

avant l'application des deux barres finales 82. L'assemblage des lames intérieures et extérieures 20 et 22 qui forment la grille 16 se trouve ainsi achevé et ces lames sont maintenues dans la position appropriée par la bande de retenue 80. La phase suivante consiste à faire revenir le dispositif 60 dans la position horizontale, après quoi on peut libérer les éléments de serrage 74a, et l'assemblage comprenant les lames intérieures 20 de grille, les lames extérieures 22 de grille et la bande de retenue 80 peut être soulevé du dispositif 60 et être ainsi disponible pour un autre traitement.

(4) Application du Dispositif de Positionnement de Lames et d'Ailettes et des Plaques de Soudage à la Grille

On a représenté sur la figure 7A une grille 16 avec sa ceinture de retenue 80 en position sous forme d'un ensemble sur un dispositif 100 de positionnement de lames et d'ailettes comprenant une plaque 102 et un grand nombre d'éléments s'étendant vers le haut et comprenant des tiges 104 comportant des éléments en forme de pelles 106 à leurs extrémités supérieures. Le dispositif 100, que l'on décrira de façon plus détaillée ci-après, agit de manière à dévier, d'une part, les ailettes qui s'étendent suivant un certain angle à partir des lames qui forment la grille 16 et, d'autre part, les segments des lames à partir desquelles les ailettes s'étendent. On a également représenté sur la figure 7A une plaque de soudage 120 de côté ailettes qui a été placée sur la grille 16 après que les ailettes des lames de cette grille ont été déviées par le dispositif 100, de manière à positionner les ailettes en alignement avec les ouvertures de la plaque de soudage 120 de côté ailettes et à positionner les bords supérieurs des lames en Zircaloy de telle sorte que chacune de ces lames se trouve sensiblement dans le même plan. Lorsque la grille 16 a été assemblée et que la bande ou ceinture de retenue 80 se trouve sur cette grille, il peut se faire que certaines des lames intérieures présentent une certaine déviation par elles-mêmes, de sorte que leurs bords supérieurs ne sont pas aussi droits que ce qui serait souhaitable, ou que pour quelque autre raison la grille 16 ne se rapproche pas d'une

grille théorique, dans laquelle : toutes les lames de chaque ensemble sont exactement parallèles aux autres lames de l'ensemble; les lames d'un des ensembles sont exactement perpendiculaires aux lames de l'autre ensemble ; et chaque point d'intersection 24 est situé de façon précise dans un dessin rectangulaire par rapport à chaque autre point d'intersection 24. La plaque de soudage 120 de côté ailettes a pour rôle de faire en sorte que des lames soient maintenues plus exactement parallèles, etc., de manière que la grille 16 puisse être soudée, avec précision et rapidité, à l'aide d'un appareil de soudage approprié, tel qu'un appareil de soudage à laser. Un tel appareil est décrit dans la demande de brevet français déposée ce même jour par la demanderesse sous le titre de "Système de soudage à laser".

Sur la figure 7B, on a représenté la phase suivante du traitement de la grille 16 au cours de laquelle la plaque de soudage 120 de côté ailettes a été positionnée sur la grille 16 et en contact avec cette grille pour maintenir les lames dans la position la plus exactement parallèle, comme mentionné ci-dessus. Le dispositif 100 est ensuite retiré, de manière à découvrir ainsi le côté de la grille 16 qui se trouve à l'opposé du côté ailettes, c'est-à-dire de découvrir le côté de la grille 16 qui se trouve à l'opposé de celui représenté sur la figure 7A. Ensuite, la grille 16, la bande de retenue 80, la plaque de soudage 120 de côté ailettes sont inversées, par exemple par rotation dans la direction indiquée par la flèche A sur la figure 7B, de manière que le côté opposé de la grille 16 soit ainsi amené dans la position supérieure, avec la plaque de soudage 120 de côté ailettes en dessous. On place ensuite sur le côté opposé de la grille 16, qui est désigné comme étant le côté manchon, un dispositif de soudage 150 de côté manchons. L'assemblage étant tel que représenté sur la figure 7C, la phase suivante est le soudage de la grille 16, par exemple à l'aide d'un faisceau laser. Cette phase comprend, d'une façon générale, le soudage des points d'intersection 24 sur chaque côté de la grille 16 ainsi que le soudage des angles de la grille 16, et le soudage

des pattes des lames de la grille 16 à l'endroit où celles-ci s'étendent dans des fentes des lames extérieures de la grille 16.

(5) Dispositif de Positionnement de Lames et d'Ailettes

5           En se référant maintenant à la figure 8, on voit que l'on y a représenté dans une vue en plan le dispositif 100 et on peut voir la plaque 102 relativement plate et carrée, comportant des tiges 104a sur sa périphérie, chaque tige étant pourvue d'un élément en forme de pelle 106a  
10           comportant une seule palette. Les tiges 104a constituent un premier groupe de tiges, le second groupe de tiges étant désigné 104b et constituant la totalité des tiges intérieures. Les tiges intérieures 104b sont pourvues d'éléments en forme de pelles 106b comportant chacun une paire de palettes  
15           s'étendant de façon opposée. On peut voir également sur la figure 8 des éléments de butée réglables 108 et des axes de guidage 110.

          La figure 8B montre, à une échelle plus grande, une partie de la grille 16 comprenant des lames intérieures 20a  
20           et 20b de grille à partir desquelles s'étendent des ailettes 42. Comme on peut le voir, une "cellule" ou ouverture est formée par chaque paire de lames intérieures adjacentes de grille 20a et par chaque paire de lames intérieures 20b de grille.

25           En se référant à la figure 2D, on voit que les lames intérieures 20a et 20b ont été représentées avec les ailettes 42 s'étendant à partir des bords inférieurs des lames 20a. En examinant la lame intérieure 20a, on voit que les fentes 52a qui s'étendent à partir du même bord que les ailettes  
30           42, lequel bord est le bord inférieur sur la figure 2D, divisent la moitié inférieure de la lame intérieure 20a en segments. Les ailettes 42 sont présentes à un sur deux des segments de la lame intérieure 20a, bien que l'on comprendra que toutes les lames intérieures 20a ne sont pas identiques  
35           en ce qui concerne le nombre et l'emplacement des ailettes. La lame intérieure 20b a une structure différente de celle de la lame intérieure 20a par le fait que les fentes 52b

s'étendent à partir du bord de la lame opposée au bord à partir duquel les ailettes 42 s'étendent. Par suite des tensions mécaniques ou contraintes résultant des opérations d'emboutissage et de découpage à la presse auxquelles la bande 20a est soumise ainsi que des opérations de manutention et d'emmagasinage, etc., on s'est aperçu que les segments ne restent pas dans le plan théorique de la lame intérieure 20a, mais peuvent se courber ou fléchir, généralement le long d'une ligne parallèle aux bords supérieur et inférieur de la lame intérieure 20a et traversant les fonds des fentes 52a. Les segments sont représentés clairement sur la figure 3C où la lame intérieure 20a est un peu différente de la lame intérieure 20a représentée sur la figure 2D, en ce qui concerne le nombre et le positionnement des ailettes 42. On peut également voir les segments définis par les fentes 52a dont chacune s'étend jusqu'à un point situé à peu près à mi-hauteur de la lame 20a, de sorte que les extrémités inférieures de ces fentes se trouvent le long d'une ligne commune, c'est-à-dire le long de la ligne où les segments compris entre les fentes 52a ont tendance à être déviés ou à s'écarter d'un alignement avec un plan théorique.

La figure 8B montre une partie de la grille 16, avec les lames 20a s'étendant horizontalement et les lames 20b s'étendant verticalement, les lames comportant des ailettes 42 s'étendant à partir de ces lames et au-dessus des cellules adjacentes. Ce sont les segments mentionnés ci-dessus des lames intérieures 20a qui sont sujets à être déviés ou à présenter un défaut d'alignement de toute autre manière, comme on l'a indiqué ci-dessus. Sur la figure 8B, on voit que le segment 20c de la lame intérieure 20a a fléchi vers le haut, et que le segment 20d de la même lame intérieure 20a a fléchi vers le bas, par rapport à la figure 8B.

Sur la figure 8C, on a représenté la même structure que celle illustrée sur la figure 8B, mais avec la grille 16 placée sur le dispositif 100, de telle sorte que les tiges 104 soient amenées à s'étendre dans certaines des cellules et que leurs éléments en forme de pelles 106 du type

comportant deux palettes, comme représenté sur la figure 8C, portent contre les ailettes 42 des segments qui ont fléchi, cela de manière à rétablir leur alignement avec les autres parties de la lame intérieure 20a. Ceci apparaît si on  
5 compare la position des ailettes 42 des segments 20c et 20d des figures 8B et 8C avec celles des segments donnés à titre illustratif. Comme on le comprendra, la figure 8C ne montre que les tiges 104b du groupe intérieur de tiges, c'est-à-dire celles comportant des éléments en forme de pelles comportant  
10 deux palettes.

Sur la figure 8D on a représenté partiellement en coupe le dispositif 100 sur lequel la grille 16 a été placée. On a également représenté en traits mixtes la bande ou ceinture de retenue 80.

15 Le dispositif 100 comprend la plaque 102 sensiblement plate. Dans une paire de trous 112 s'étendent des vis 112a sur lesquelles sont vissées des écrous 112b qui forment de ce fait des pieds pour supporter le dispositif 100. Les éléments de butée réglables 108 se présentent sous la forme  
20 de vis qui sont vissées dans des trous 114 et sur lesquelles sont vissés des écrous 108a de manière que, d'une façon connue, on puisse déplacer axialement les éléments 108 par l'intermédiaire de leurs têtes fendues, pour positionner de façon réglable leurs surfaces supérieures. On comprendra que  
25 ce sont les surfaces supérieures des éléments de butée 108 qui portent contre le côté de la grille 16 situé à l'opposé des ailettes 42 et qui est désigné par l'expression "côté manchons."

Les axes de guidage 110, dont un seul est représenté  
30 sur la figure 8D, comportent à leurs extrémités inférieures un prolongement fileté 110a qui traverse un trou 116, un écrou 110b étant vissé sur le prolongement 110a de manière à bloquer l'axe de guidage 110 et à le maintenir rigidement sur la plaque 102.

35 Les tiges 104a et 104b sont représentées supportées par la plaque 102, ces tiges ayant leurs prolongements filetés 104c traversant des trous 118 de la plaque 102,

et étant fixés à cette plaque par les écrous 104d. On voit que les tiges 104a, qui se trouvent à la périphérie de la plaque 102, comportent un élément en forme de pelle 106a comportant une seule palette, et que les tiges 104b qui ne se trouvent pas à la périphérie comportent des éléments en forme de pelles 106b comportant deux palettes. Chacun des éléments en forme de pelles 106a, 106b porte, respectivement, contre une ou deux des ailettes 42 et dévie les segments auxquels l'ailette est fixée et celui des segments qui ne se trouve pas aligné. Ceci a pour effet que tous les segments de chacune des lames 20a sont alignés dans un seul plan, comme représenté sur la figure 8C et sur la figure 8D. Le nombre et l'emplacement des tiges 104a et 104b sont choisis de telle sorte que chaque ailette 42 fixée à un segment s'étendant d'un segment qui n'est pas aligné, avec pour conséquence que l'ailette fixée à ce segment ne pénètre pas dans un trou d'accès, soit rencontrée et déviée par un élément en forme de pelle 106a, 106b. De cette façon, chacun de ces segments des lames intérieures 20a de la grille 16 est dévié jusqu'à une position dans laquelle il est aligné avec chacun des autres segments des lames 20a et se trouve dans le même plan que chacun de ces segments.

Dans certains cas, il peut être souhaitable d'attaquer toutes les ailettes 42 des lames intérieures 20a et de les dévier légèrement plus que la normale de manière qu'elles se trouvent légèrement au-delà de l'orientation coplanaire théorique réelle avec les parties inférieures des lames intérieures 20a dont elles font partie. Une légère mesure de sécurité est ainsi assurée, de sorte que toutes les ailettes 42 pénètrent à coup sûr dans les ouvertures d'accès formées dans la plaque de soudage de côté ailettes, comme décrit ci-dessous.

Sur la figure 9, on a représenté une vue en plan d'un ensemble qui comprend une grille 16, une bande ou ceinture de retenue 80, une plaque de soudage 120 de côté ailettes, et une partie d'une plaque de soudage 150 de côté manchon. La plaque de soudage 120 de côté ailettes comporte

une pluralité d'ouvertures traversantes 122, ces ouvertures 122 coïncidant avec les intersections des ailettes 20. Les ouvertures 122 assurent un accès pour l'entrée d'un faisceau laser en vue du soudage des lames 20 à chaque point d'intersection.

La plaque de soudage de côté ailettes est pourvue des ouvertures précitées d'accès 122 permettant au faisceau laser d'agir sur la grille aux points d'intersection des lames intérieures. On fait en sorte que les ouvertures d'accès soient aussi grandes que possibles, dans la mesure où ceci est compatible avec la résistance mécanique appropriée de la plaque de soudage 120 de côté ailettes. Il reste donc une partie de la plaque de soudage 120 de côté ailettes qui entoure chacune des ouvertures 122, et ce sont ces parties que pourraient rencontrer les ailettes 122 quand on accouple la plaque de soudage 120 de côté ailettes avec la grille 16. Toute vanne 42 qui ne serait pas alignée avec une ouverture 122 serait rencontrée par la plaque de soudage 120 de côté ailettes et empêcherait un accouplement complet. La fonction du dispositif 100 est donc d'assurer un alignement des ailettes 42 avec les ouvertures 122 en faisant en sorte que ces ailettes, et leurs segments associés, des lames intérieures 20a se trouvent en position appropriée pour que les ailettes 42 pénètrent dans les ouvertures 122.

On a donc réalisé un dispositif qui peut attaquer et dévier les ailettes, avec leurs segments associés, de certaines des lames intérieures formant une grille de barres de combustible. Comme indiqué ci-dessus, cette attaque aligne les ailettes avec les ouvertures de la plaque de soudage de côté ailettes. Grâce à l'utilisation du dispositif décrit dans le présent exposé, on évite le risque d'une rupture d'ailettes étant donné que les ailettes sont alignées avec les ouvertures de la plaque de soudage de côté ailettes.

Il est bien entendu que la description qui précède n'a été donnée qu'à titre purement illustratif et non limitatif et que des variantes ou des modifications peuvent y être apportées dans le cadre de la présente invention.



REVENDEICATIONS

1. Procédé pour aligner des segments de lames d'une grille, dans laquelle des premier et second ensembles (20a, 20b) de lames de grilles équidistantes et fendues sont  
5 perpendiculaires, les lames de chaque ensemble (20a ou 20b) pénétrant dans les fentes (52b ou 52a) de l'autre ensemble, les lames d'un des ensembles comportant des ailettes (42) s'étendant suivant un certain angle par rapport au même bord  
10 des lames où se trouvent les fentes dans lesdites lames, les fentes divisant lesdites lames en segments (20c, 20d), le procédé susvisé étant caractérisé par le fait qu'il consiste à aligner les segments des lames dudit ensemble comportant les ailettes en attaquant simultanément les ailettes de cet ensemble et en maintenant lesdits segments  
15 alignés.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que ladite attaque desdites ailettes est effectuée par des éléments (104, 106) s'étendant à travers  
20 ladite grille depuis le côté de celle-ci qui est opposé auxdites ailettes.

3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que ledit maintien en alignement desdits segments est effectué par une plaque (61) comportant des rainures parallèles (68).

4. Dispositif de positionnement de lames et d'ailettes  
25 pour positionner des segments de lames formant une grille, ces segments se trouvant entre des fentes s'étendant dans lesdites lames depuis un bord de celles-ci, lesdits segments comportant des ailettes s'étendant à partir de ces segments,  
30 le dispositif susvisé étant caractérisé par le fait qu'il comprend :

une plaque (102) ;  
une pluralité de tiges (104) s'étendant depuis un  
côté de ladite plaque, lesdites tiges étant disposées en  
35 rangées et en colonnes suivant une disposition conforme à celle des cellules de ladite grille ; et  
chacune desdites tiges comportant un moyen constituant

un élément en forme de pelle (106) destiné à attaquer au moins une des ailettes de la grille pour aligner de cette façon lesdits segments de lames (20c, 20d).

5        5. Le dispositif suivant la revendication 4, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre des moyens de butée réglables (108) s'étendant à partir dudit côté de ladite plaque.

10       6. Dispositif suivant la revendication 4 ou 5, caractérisé par le fait que les tiges, à la périphérie desdites plaques, comportent chacune une seule palette et les tiges restantes comportent chacune une paire de palettes s'étendant de façon opposée.

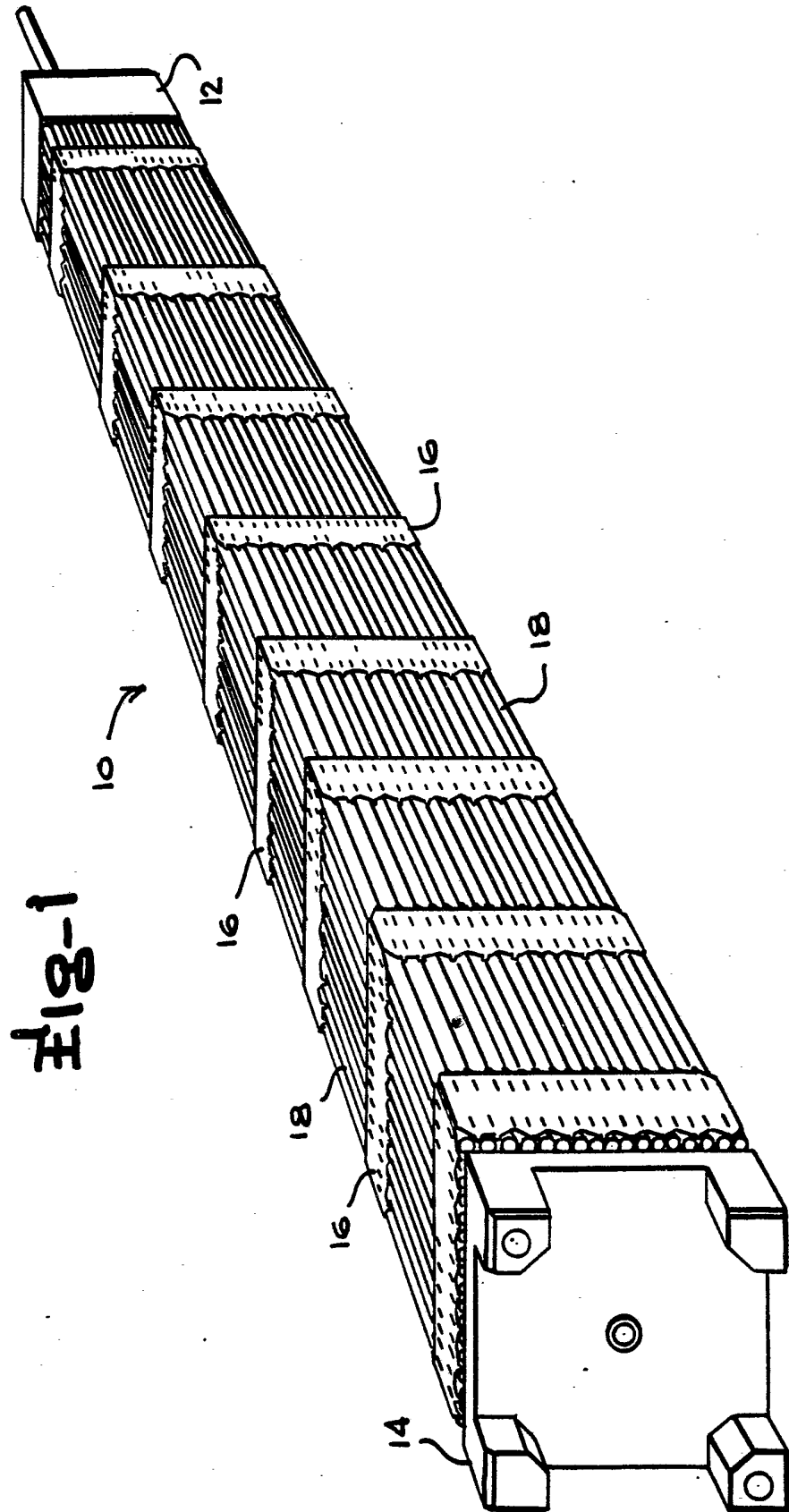
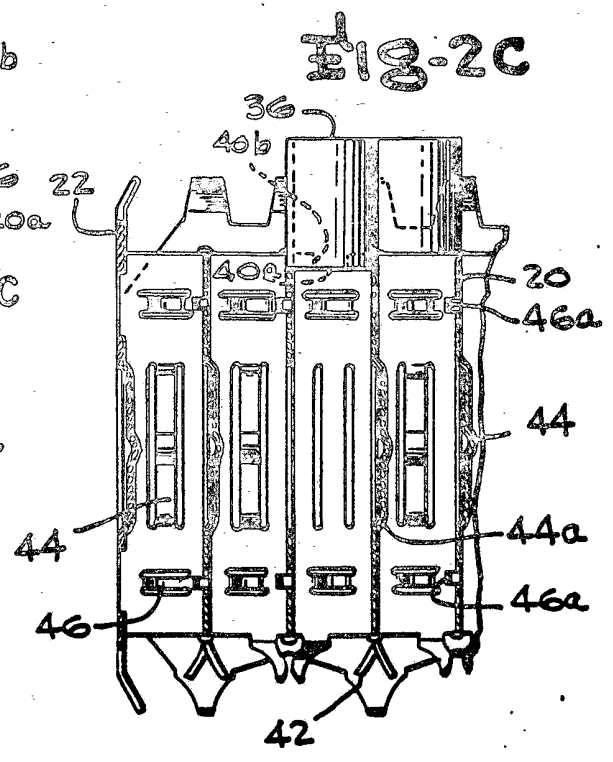
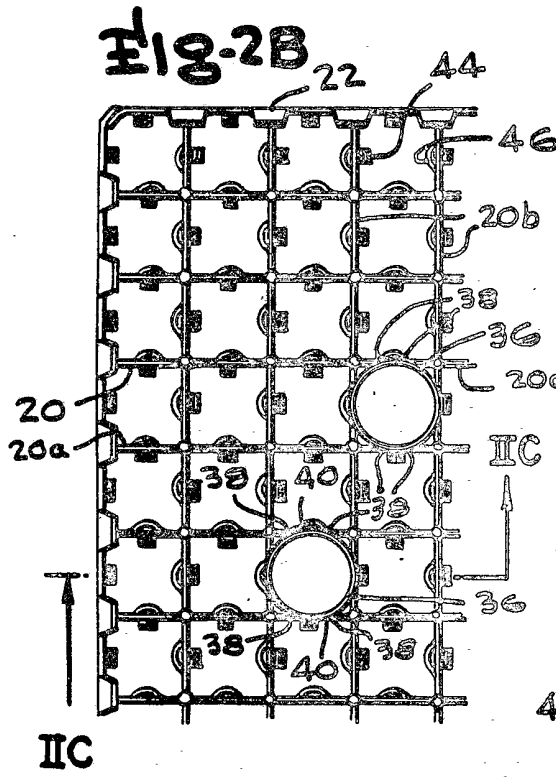
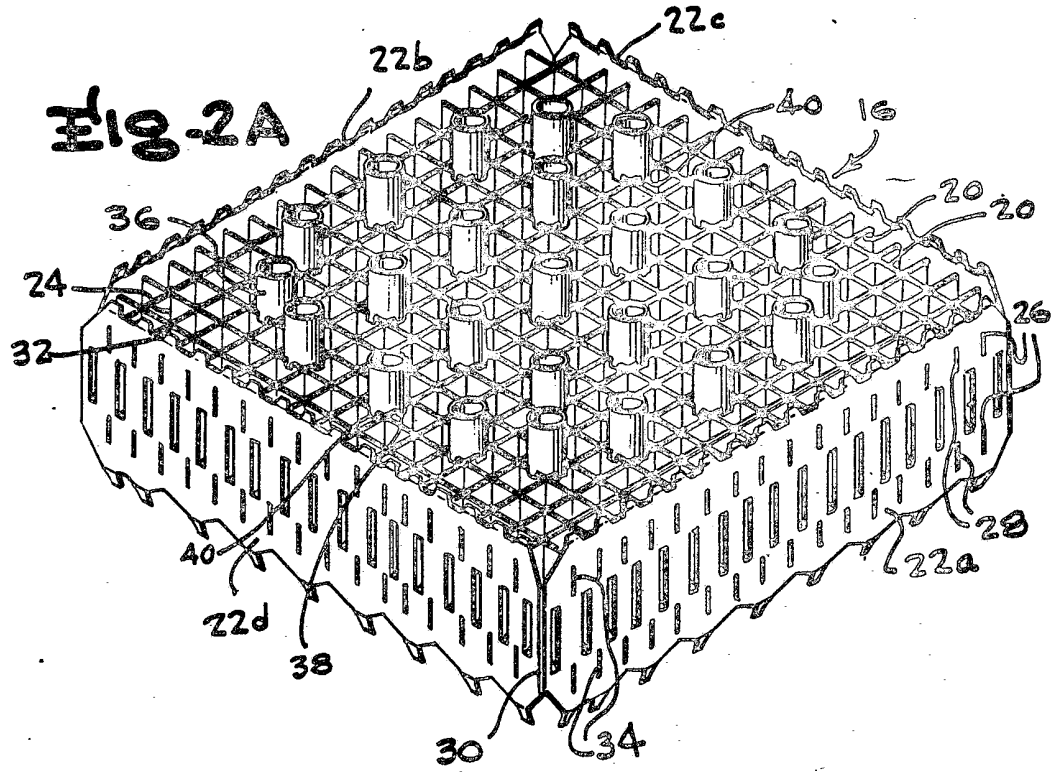
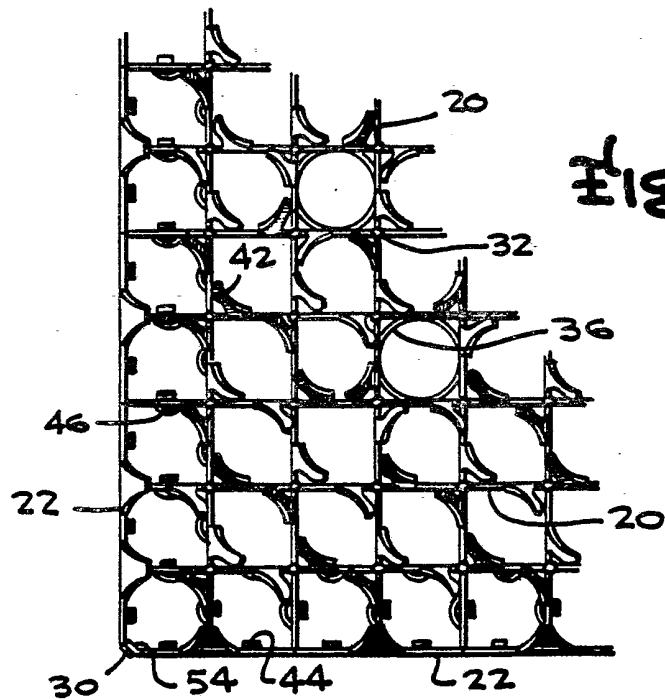
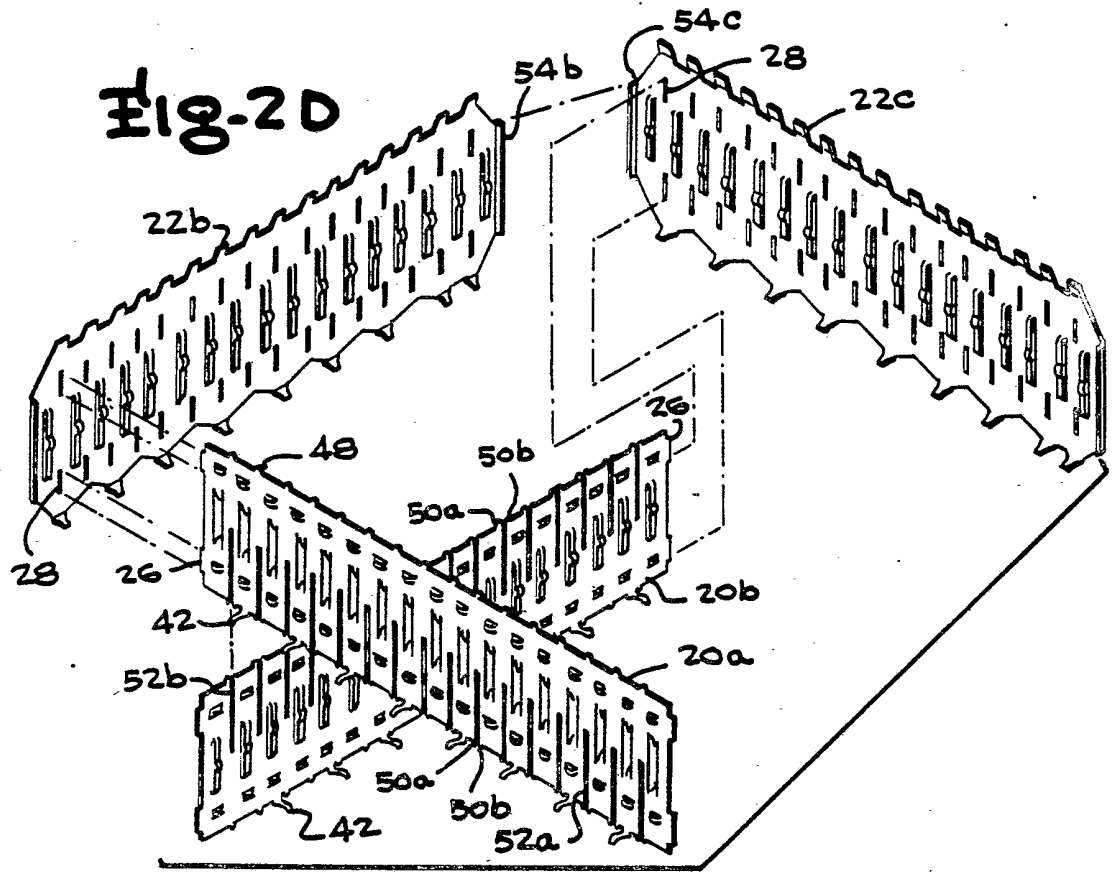


Fig-1



3/12



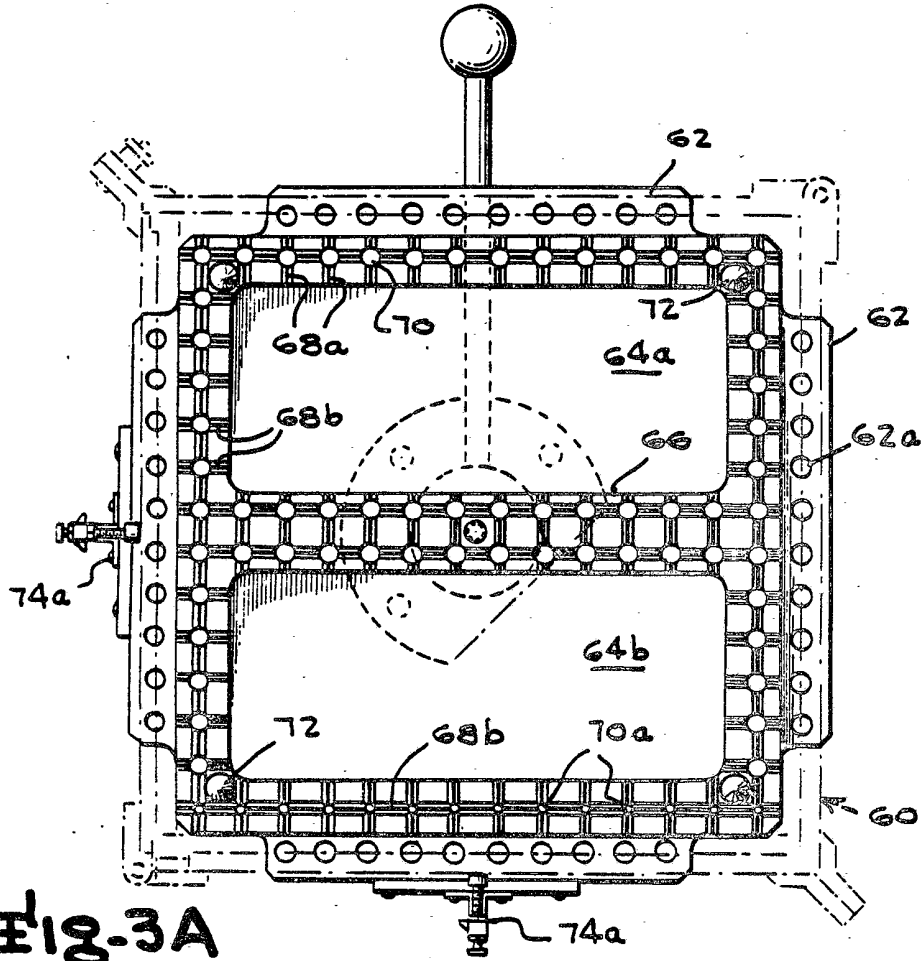


Fig-3A

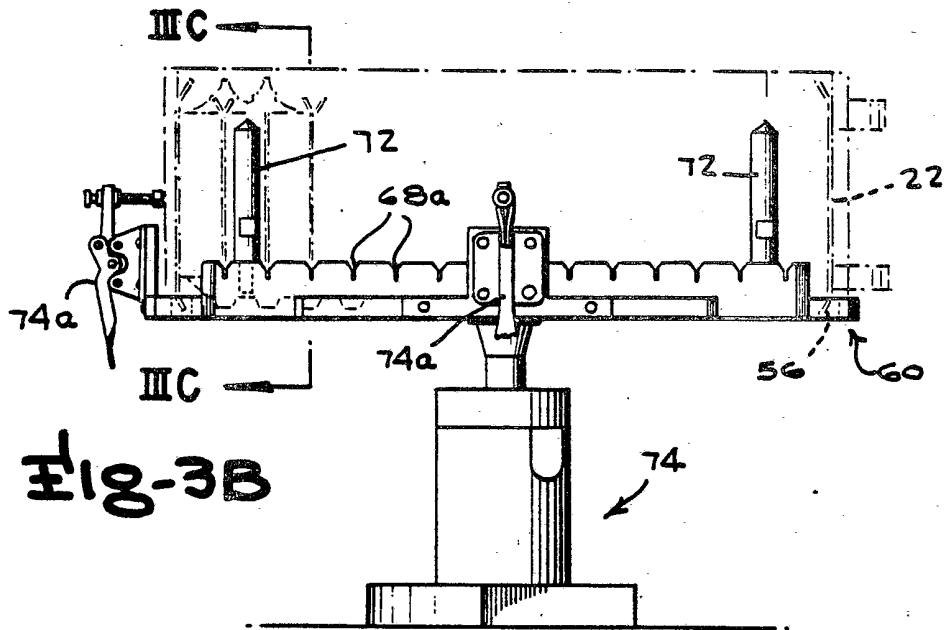


Fig-3B

Fig-3c

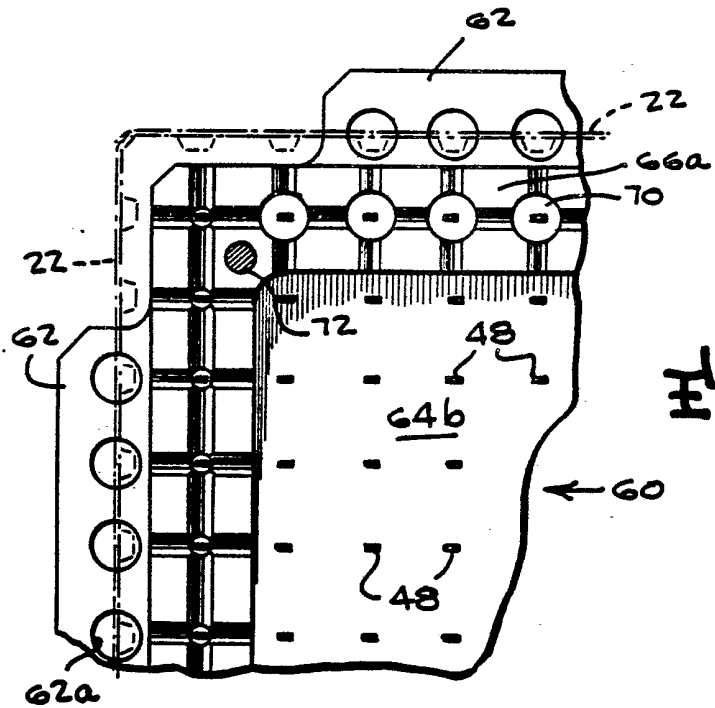
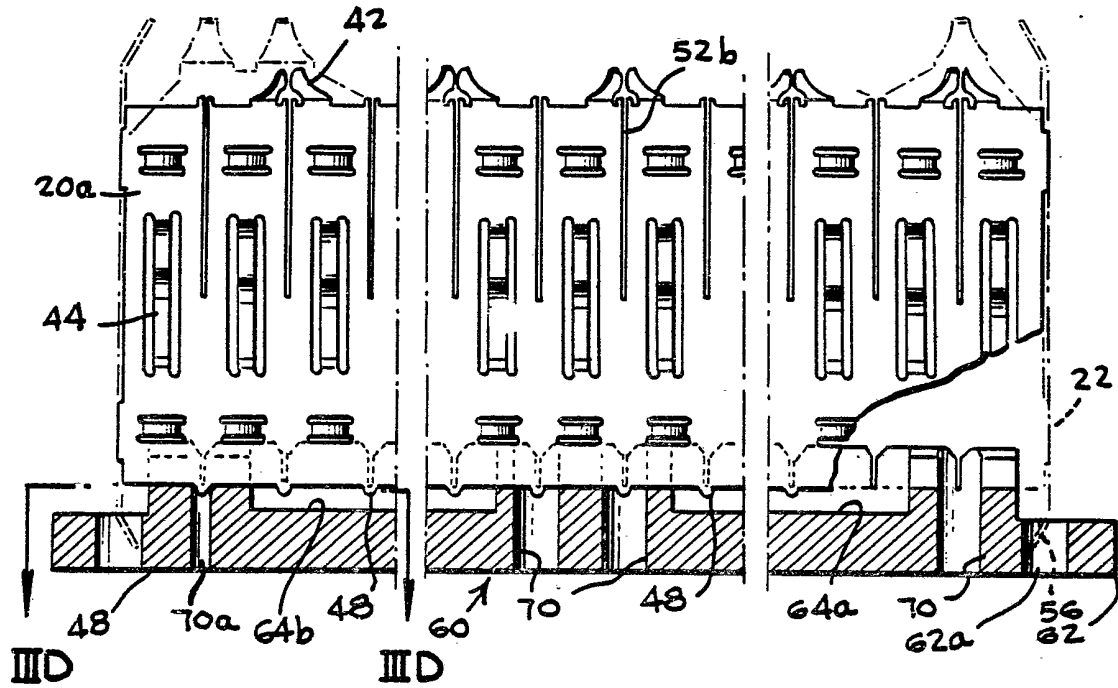
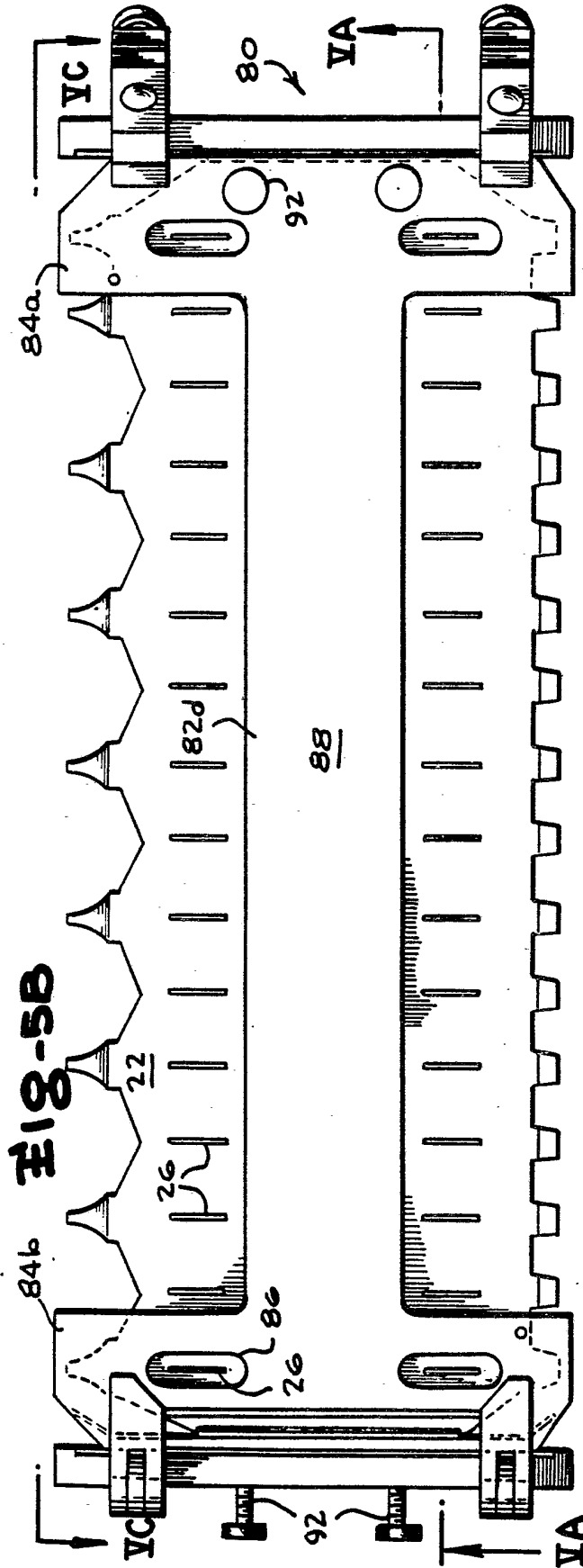


Fig-3D

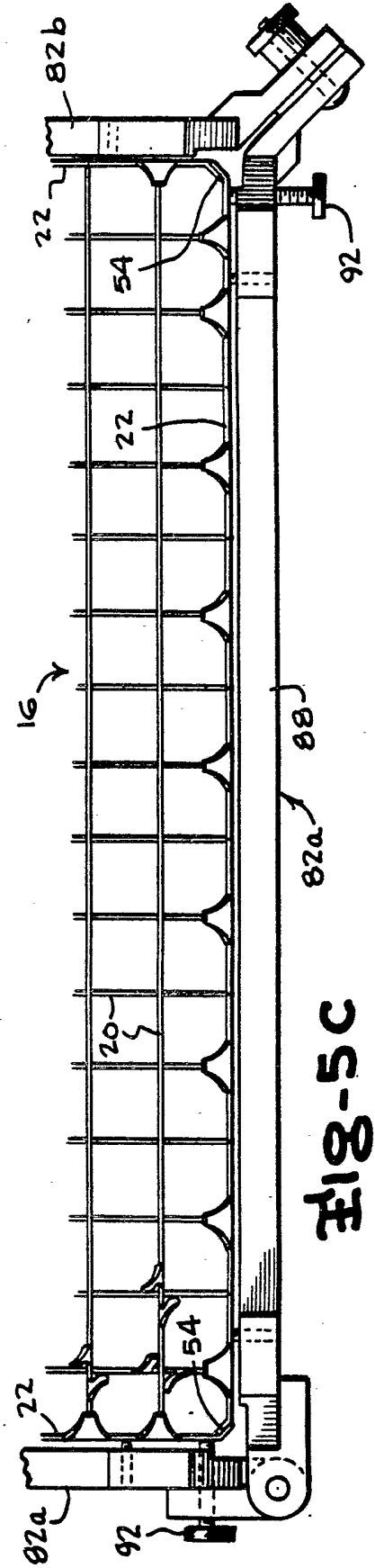




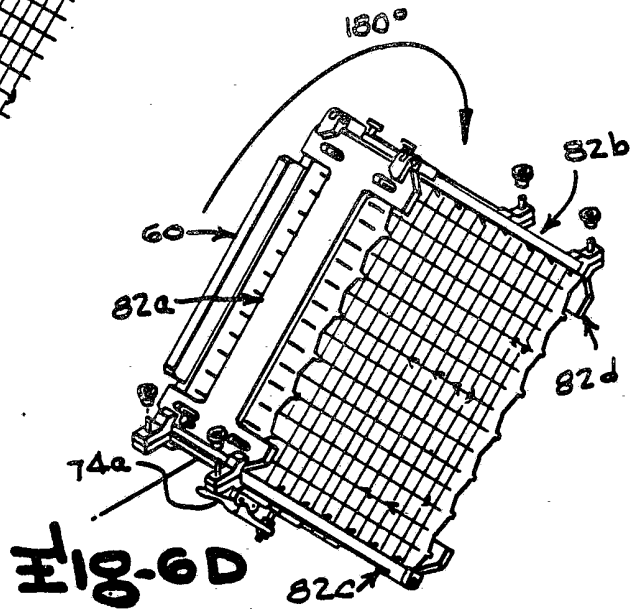
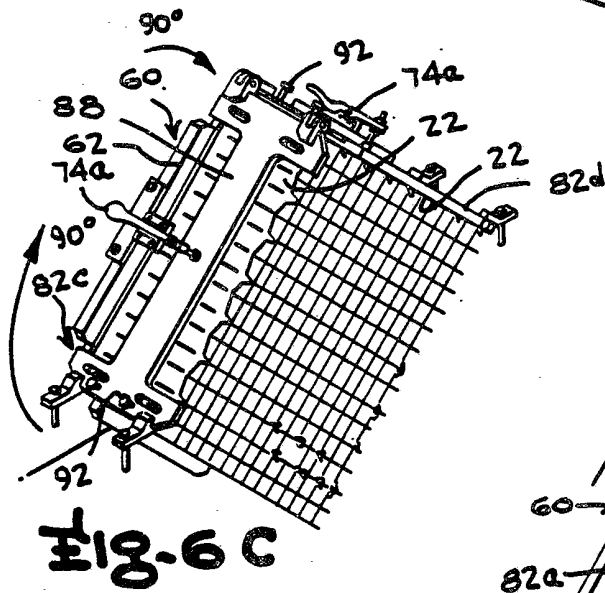
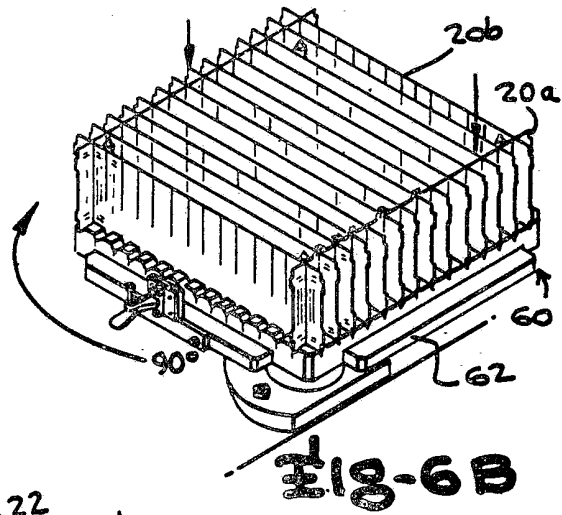
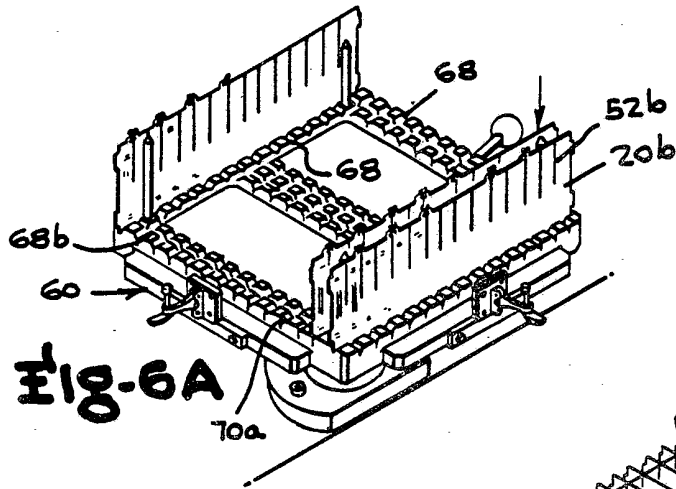
7/12



**Fig-5B**



**Fig-5C**



9/12

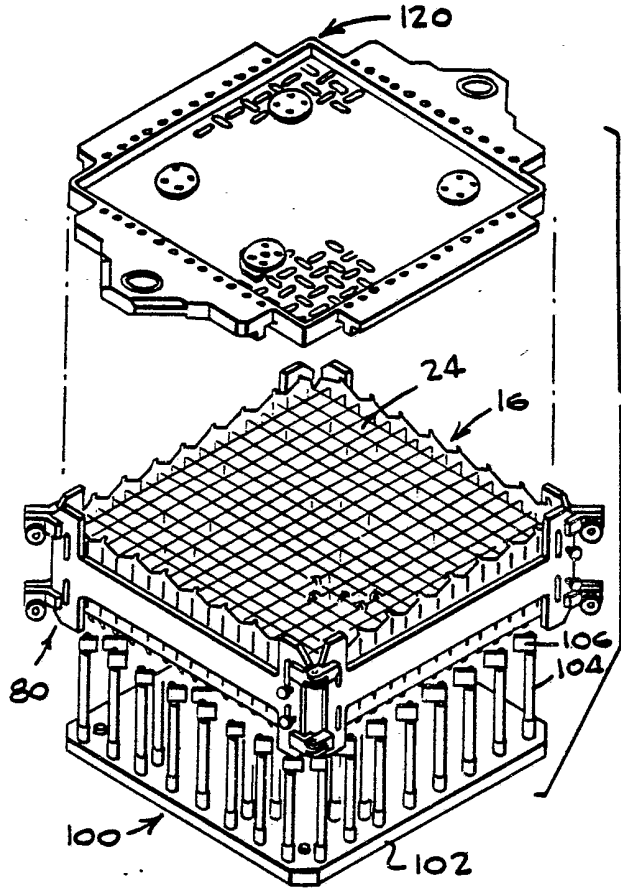


Fig-7A

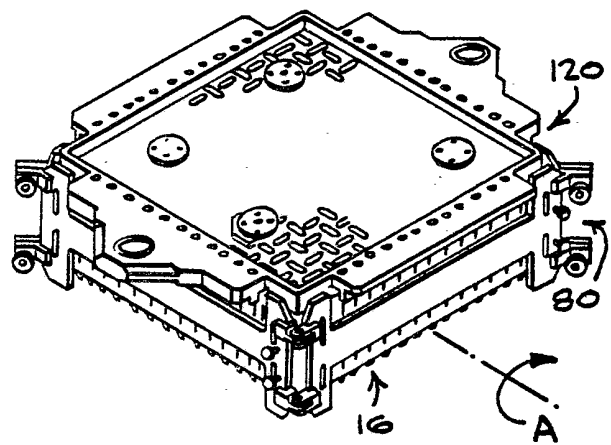


Fig-7B

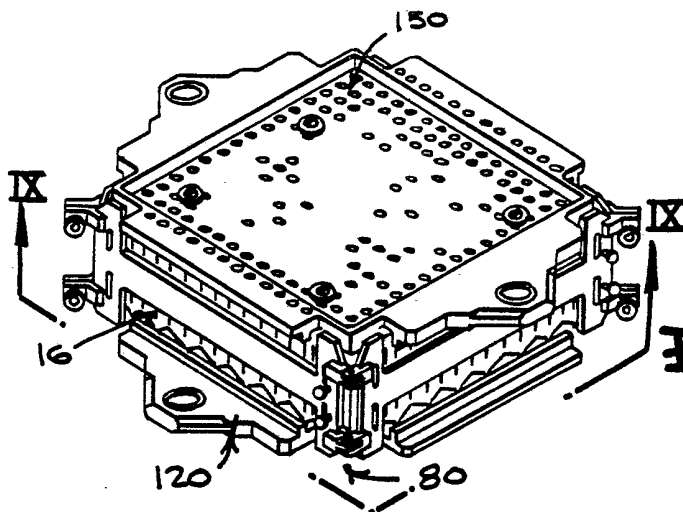


Fig-7C

Fig-8A

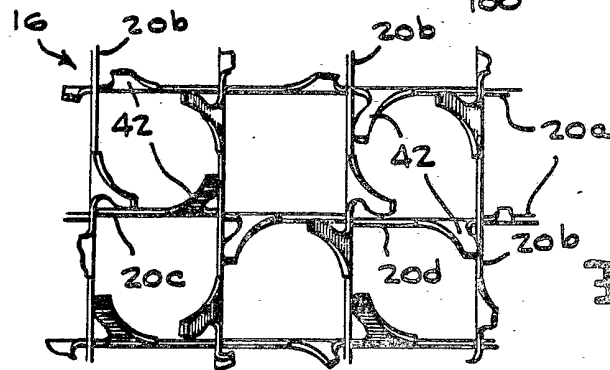
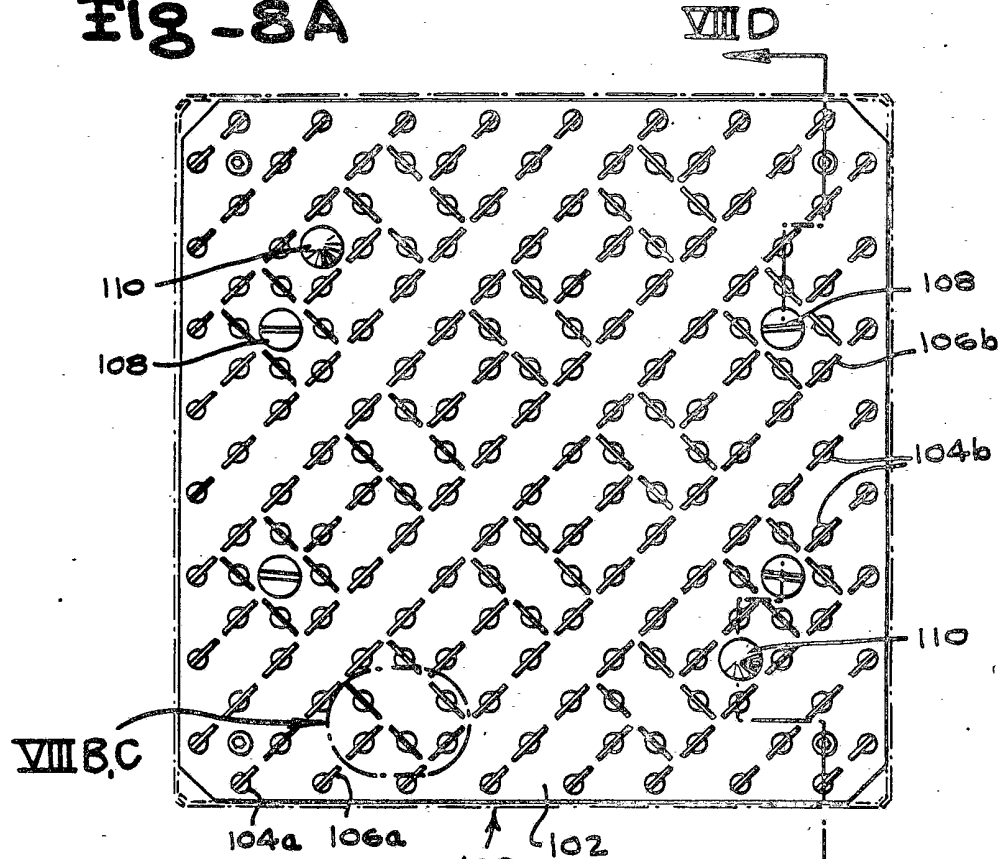


Fig-8B

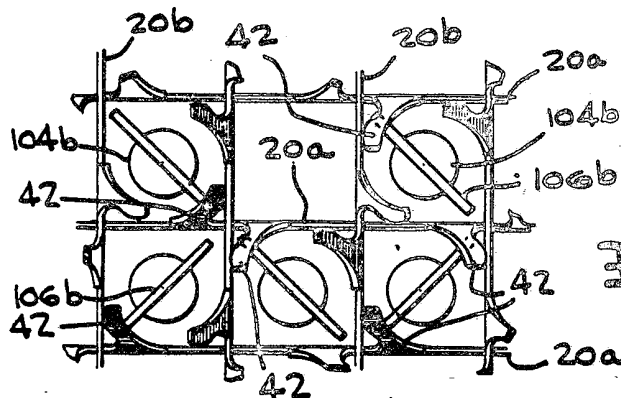


Fig-8C



Fig. 9

