

12

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 89870060.4

51 Int. Cl.<sup>4</sup>: **F 28 F 25/08**

22 Date de dépôt: 26.04.89

30 Priorité: 29.04.88 CH 1618/88

43 Date de publication de la demande:  
08.11.89 Bulletin 89/45

84 Etats contractants désignés:  
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

71 Demandeur: **ENGETRA S.A.**  
**Rue Hans Fries, 1**  
**CH-1700 Fribourg (CH)**

72 Inventeur: **Monjoie, Michel Willy Jean Paul René**  
**33, rue Frans Merjay**  
**B-1060 Bruxelles (BE)**

74 Mandataire: **de Kemmeter, François**  
**Cabinet Bede 13, avenue Antoine Depage**  
**B-1050 Bruxelles (BE)**

54 **Grille à protubérances.**

57 On décrit une grille de ruissellement pour corps d'échange de matière et de chaleur par contact direct entre un liquide tombant sous l'effet de la gravité et un gaz. La grille consiste en un panneau ajouré constitué de mailles polygonales (7,8) délimitées par un réseau d'arêtes (2,3,4) entrecroisées et présente des protubérances (6) en forme de méplat situées dans le plan de la grille sous les lieux d'intersection des arêtes et éventuellement sur les arêtes obliques de la grille. Les mailles peuvent être en forme de triangle isocèle, dont la base est disposée horizontalement lorsque la grille est en service.

Les grilles sont assemblées pour constituer un corps d'échange.

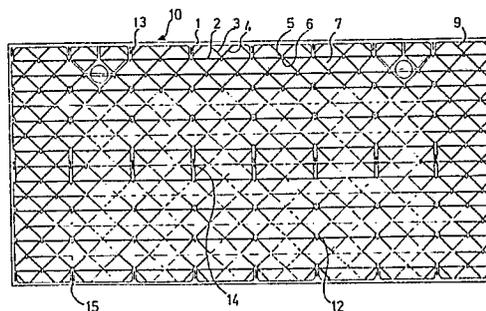


FIG. 1

## Description

### Champ d'application

L'invention se rapporte à un corps d'échange de matière et de chaleur à contact direct entre un liquide tombant par gravité et un gaz passant à contre-courant ou à courants croisés.

Ce corps d'échange est prévu pour diverses installations où un échange de matière et de chaleur est recherché entre un liquide et un gaz, aussi bien pour le refroidissement d'un liquide par un gaz que pour le refroidissement d'un gaz par un liquide. Une application importante réside dans les réfrigérants atmosphériques et tours de réfrigération, où le gaz est l'air atmosphérique et où le liquide est de l'eau ou une solution aqueuse. Le dégazage de liquides et l'épuration de gaz sont d'autres applications possibles.

#### Objet de l'invention

Le corps d'échange est constitué d'un ensemble de grilles ou treillis verticaux disposés parallèlement entre eux, dont les mailles polygonales peuvent avoir des formes quelconques, aux côtés droits ou curvilignes, mais sont, de préférence, triangulaires, l'un des côtés de chaque triangle étant horizontal.

L'écoulement du liquide au travers du corps d'échange a lieu par film et par gouttes. L'écoulement en film a lieu le long des arêtes non horizontales des mailles tandis que les gouttes tombent essentiellement des crêtes non verticales sur les arêtes inférieures ou soit elles rebondissent, réalisant un éclaboussement, soit elles se mélangent au film de ces arêtes, film qu'elles contribuent à former.

#### Art antérieur

Un ruissellement film typique est révélé, par exemple, par le brevet BE 544 596 (DE 1 134 689) (US 2 836 405).

Un corps d'échange à éclaboussement typique est révélé, par exemple, par le brevet BE 199 331, déposé le 16 avril 1907 se rapportant à un réfrigérant à contre-courant, et par le brevet FR 470 191, déposé le 28 mars 1914, se rapportant à un réfrigérant à courants croisés.

Les brevets US 3 346 246, US 4 338 266 et FR 1 388 886 (DE 1 196 218; GB 1 012 690) révèlent des corps d'échange constitués d'ensembles de grilles disposées verticalement.

Tandis que les grilles de US 4 338 266 et de US 3 346 246 sont constituées à partir de feuilles métalliques ou plastiques déployées ("expanded sheets"), et présentent un certain relief, les grilles de ruissellement ("trickle grids") sont constituées, dans FR 1 388 886, de panneaux plats ajourés.

L'eau tombe du bord supérieur de ces grilles principalement en ruisselant le long des arêtes; des gouttes s'en détachent sous l'effet de la turbulence de l'air et tombent sur les arêtes inférieures dont elles rejoignent le film. La forme des mailles de ces corps d'échange connus est en losange.

#### Particularités de l'invention

Le but de l'invention est d'avoir un corps d'échange léger, très ajouré, pour être pratiquement non colmatable par des eaux chargées de matière en suspension, présentant peu de pertes de charge au passage de l'air et ayant une grande efficacité d'échange thermique.

Les premières exigences conduisent à l'utilisation de grilles de ruissellement verticales, mais les grilles de ruissellement connues ont une faible efficacité thermique, parce que l'eau s'écoule principalement le long des arêtes des mailles de ces grilles, et, éventuellement, tombent en gouttes trop grosses pour être bien efficaces depuis les jonctions des arêtes.

Une grande partie du volume apparent de ces ensembles de grilles connus n'est presque pas utilisée, celui des ajourages des mailles.

Le but de l'invention est d'augmenter considérablement la quantité de gouttes de liquide dans les ajourages des mailles, et de mieux répartir la chute de l'eau à travers le corps d'échange entre un ruissellement film le long des arêtes des mailles et une multitude de gouttelettes à chute lente, entravée.

Suivant l'invention ce but est atteint par la présence aux lieux de croisement des arêtes des mailles de protubérances verticales situées dans le plan des grilles, sous ce lieu de croisement.

Suivant une forme d'exécution préférentielle de l'invention, la grille sera également pourvue le long des arêtes obliques de protubérances verticales situées de part et d'autre de ces arêtes.

Suivant une forme avantageuse d'exécution de l'invention, la grille sera pourvue d'arêtes horizontales et d'arêtes obliques, elle sera dépourvue d'arêtes verticales sauf en ses deux extrémités latérales.

Le liquide s'écoule le long des arêtes obliques des grilles et est partiellement recueilli par les protubérances le long desquelles il coule puis s'en détache sous forme de gouttes. Aux lieux de croisement des arêtes, dits noeuds, l'intersection même de ces arêtes favorise le recueillement du liquide par les protubérances qui s'y trouvent. Quant aux protubérances le long des arêtes obliques, le recueillement du liquide par ces protubérances est favorisé par la partie de la protubérance qui fait saillie au-dessus de l'arête, cassant ainsi l'écoulement du liquide le long de l'arête. Le liquide tombant des protubérances est recueilli par les arêtes situées plus bas, soit par les arêtes obliques semblables à celles d'où il provient, soit par des arêtes horizontales qui présentent, de préférence, une face supérieure horizontale où les gouttes de liquide qui y tombent y rebondissent et y éclatent. Ainsi la chute du liquide est fortement ralentie et le contact direct entre le liquide et le gaz est nettement accru.

Suivant une forme de mise en application préférentielle les protubérances ont une section prismatique, de préférence rectangulaire, aux faces respec-

tivement parallèles et perpendiculaires au plan de la grille, c'est-à-dire qu'elles sont en forme de méplat. Elles se terminent éventuellement par une partie arrondie. Leur épaisseur mesurée perpendiculairement au plan de la grille est identique à celle des arêtes de la grille, mesurée pareillement.

Avantageusement tous les éléments présentent d'un même côté de la grille une surface plane verticale, lorsque la grille est en service. Quant aux arêtes elles sont de préférence prismatiques, de section triangulaire, avec une face verticale. Les arêtes obliques sont de préférence de section triangulaire isocèle, la face verticale contenant les bases de ce triangle. Les arêtes horizontales sont de préférence de section triangulaire rectangle, la face verticale contenant un des côtés de l'angle droit, l'autre côté de l'angle droit déterminant une face horizontale, celle-ci étant la face supérieure, sur laquelle éclatent et rebondissent les gouttes de liquide tombant des protubérances.

Suivant une forme de mise en application avantageuse les mailles de la grille sont polygonales et les polygones du maillage sont des triangles isocèles dont la base est horizontale lorsque la grille est en service.

La grille pourrait éventuellement être constituée de losanges posés sur leurs sommets ou d'hexagones dont un côté est horizontal; mais la matérialisation des diagonales horizontales n'augmenterait pratiquement pas les pertes de charge du flux gazeux, tandis qu'elle briserait la chute des gouttes à mi-hauteur de ces polygones, accroissant l'efficacité de l'échange thermique, ces diagonales étant également pourvues de protubérances. En fait, le losange a ainsi donné lieu au triangle précédent, élément du maillage de la grille du corps d'échange préférentiel. Quant aux hexagones pourvus d'une de leurs diagonales, ils donnent deux trapèzes, ce qui constitue une variante possible de l'invention. La base des trapèzes étant disposée horizontalement, les angles obtus de ces trapèzes sont avantageusement pourvus de protubérances.

Suivant une forme de mise en application préférentielle, le maillage des grilles est constitué d'un ensemble d'arêtes horizontales (la grille étant vue en service) et de deux ensembles d'arêtes obliques parallèles entre elles dans chaque ensemble et se croisant d'un ensemble à l'autre avec la même obliquité par rapport à la verticale, les arêtes horizontales passant immédiatement soit sous les niveaux inférieurs soit au-dessus des niveaux supérieurs des lieux de croisement des arêtes obliques. L'effet recherché par cette disposition est de créer une relativement grande surface de croisement des arêtes, appelée noeud (de croisement), qui ainsi accroît la rigidité de la grille et contribue à constituer la surface d'appui des pièces d'entretoisement.

Les grilles sont de préférence moulées en matière plastique injectée, par exemple en polypropylène, en polyéthylène, en chlorure de polyvinyle,.... La section des arêtes des mailles est quelconque, par exemple triangulaire, tout en étant favorable aux opérations de démoulage (présence d'une dépouille).

Accessoirement, ces grilles sont renforcées sur leurs périphéries par un cadre, moulé d'une pièce

avec la grille, qui lui assure une certaine rigidité. Des arêtes renforcées, verticales ou horizontales, peuvent également contribuer à accroître la rigidité de la grille.

5 La distance requise entre les grilles d'un paquet de garnissage est assurée par des pièces d'écartement (intercalaires) placées entre les grilles successives.

10 Ces intercalaires peuvent par exemple contenir des tétons qui passent à travers des noeuds et se coincent dans un trou borgne de l'intercalaire précédent à l'opposé d'un téton de cet intercalaire, dans l'embase de ce téton. Les embases des tétons se positionnent de préférence entre des noeuds de deux grilles successives. Leur longueur est calibrée pour correspondre au pas de l'assemblage de grilles. Les noeuds destinés à recevoir ces embases sont de préférence renforcés.

20 Ces intercalaires peuvent également contenir des pinces en forme de bitte fendue destinées à aller se coincer dans une cavité femelle correspondante, "contre-bitte", de l'intercalaire précédent, à l'opposé d'une bitte de cet intercalaire.

25 Ces bittes traversent les grilles en des endroits pourvus de méplats verticaux (grille en position de service) situés de préférence entre deux noeuds en croisant ainsi une arête horizontale. Ces méplats ont l'épaisseur de la grille. L'arrière des bittes est pourvu d'un épaulement qui s'applique sur ce méplat et qui est pourvu, en surplomb, d'une (aux bittes d'extrémité) ou de deux (aux bittes intermédiaires) languettes-ressorts destinées à rattraper le jeu de l'assemblage bitte/contre-bitte, compte tenu des tolérances de fabrication et de montage.

35 Ces bittes fendues assurent la solidarisation de l'ensemble des grilles. Les tétons contribuent avec les bittes à la grande rigidité de l'ensemble du paquet de grilles.

40 Pour solidariser les grilles d'un même plan du paquet, il est prévu des pièces de liaison qui chevauchent deux grilles contiguës sur toute leur hauteur et sont coincées contre ces grilles par les pièces d'écartement (intercalaires).

45 Enfin des éléments doivent permettre la fixation des paquets de grilles dans l'échangeur, de préférence par suspension. Ce sont, par exemple, des orifices circulaires calibrés, situés en pleine matière sous le cadre ou sous une arête horizontale renforcée, à un endroit déterminé, permettant l'enfilade des grilles d'un paquet, ainsi que l'enfilade de plusieurs paquets de grilles sur une ou deux barres.

50 L'invention sera décrite ci-après plus en détail à l'aide d'un exemple nullement limitatif en se référant aux figures jointes qui représentent

55 la Fig.1 une vue en élévation d'une grille de ruissellement

la Fig.2 une coupe verticale d'une pièce d'écartement entre deux grilles

60 la Fig.3 une vue en élévation d'une pièce de liaison de deux grilles

les Fig. 4,5,6 et 7 des détails de la grille.

65 La Fig.1 montre une grille 10 constituée d'un cadre 1, d'un ensemble d'arêtes horizontales 2, d'un premier ensemble d'arêtes obliques 3 parallèles

entre elles et d'un second ensemble d'arêtes obliques 4 également parallèles entre elles.

Les arêtes 3 du premier ensemble croisent les arêtes 4 du second ensemble avec la même obliquité par rapport à la verticale

Dans cet exemple, les arêtes horizontales 2 passent immédiatement sous le niveau inférieur des lieux de croisement des arêtes 3 et 4, de sorte que les arêtes 2,3 et 4 forment une relativement grande surface de croisement, appelée ci-après noeud 5.

Chaque noeud 5 comporte une protubérance verticale 6 placée dans le plan de la grille 10 et prolongée sous le bord inférieur du noeud 5.

Les mailles formées par les arêtes 2,3 et 4, ont une forme de triangle isocèle 7.

A distance égale entre deux noeuds chaque arête oblique 3 et 4 comporte une protubérance 9 située dans le plan de la grille et s'étendant verticalement de part et d'autre de l'arête, mais plus longue en dessous de l'arête qu'au-dessus de celle-ci.

Afin de ne pas trop charger le dessin, la Fig.1 ne montre que les protubérances 9 de deux mailles.

Le cadre 1 et certains des noeuds 5 comportent des orifices permettant d'assembler plusieurs grilles à l'aide de pièces d'écartement.

La Fig.2 montre une pièce d'écartement. Cette pièce 21 a la même hauteur que celle de la grille 10 montrée à la Fig.1. Plusieurs de ces pièces 21 sont placées verticalement entre deux grilles en plusieurs endroits régulièrement espacés.

Dans l'exemple considéré, les pièces 21 sont placées avec un intervalle de deux mailles, de façon que deux grilles 10 de la Fig.1 sont assemblées à l'aide de neuf pièces 21.

Chaque pièce 21 comporte quatre tétons 22 et trois pinces 23,24 et 25 disposées respectivement en haut, au milieu et en bas de la pièce 21.

Les pinces 23 et 25 passent à travers des orifices 13 et 15 dans le cadre 1 de la grille 10; la pince 24 passe à travers une pièce 14 prévue à cet effet et placée entre deux noeuds 5 de la grille 10.

Les tétons 22 passent à travers des orifices 12 prévus à cet effet dans certains des noeuds 5. En dessous de la pince 23 et au-dessus de la pince 25, la pièce 21 comporte une bosse 26 permettant le centrage d'une pièce de liaison comme il sera décrit plus loin.

Chaque téton 22 est placé sur une embase 27 faisant partie de la pièce 21. Les dimensions des embases 27 déterminent la distance entre deux grilles 10. Chaque embase 27 contient un trou borgne 28 dans lequel vient se loger le téton correspondant de la pièce 21 qui précède.

Chaque pince 23, 24 et 25 est exécutée en forme de bitte fendue et est placée sur une embase 29 ayant la même profondeur que les embases 27. Chaque embase 29 contient une cavité 30 dans laquelle vient se loger la pince correspondante de la pièce 21 précédente.

Pour solidariser les grilles d'un même plan d'un paquet de grilles, on utilise des pièces de liaison.

La Fig.3 montre une telle pièce de liaison.

Cette pièce de liaison 31 comporte des orifices 32 adaptés aux dimensions des embases 27 des tétons 22 et des orifices 34 adaptés aux dimensions des

embases 29 des pinces 24. Les orifices 33 en haut et en bas correspondent aux dimensions des bosses 26. Les autres orifices 35 ne sont que des évidements dans la pièce 31. La pièce 31 a une hauteur légèrement réduite par rapport à la pièce d'écartement 21, c'est-à-dire que la pièce 31 se place en dessous de la pince 23 et au-dessus de la pince 25 de la pièce 21. Une pièce 31 relie deux grilles 10 juxtaposées dans le même plan. Les tétons 22 et la pince 24 de la pièce d'écartement 21 placée dans le cadre gauche d'une grille passent à travers les orifices droits 32 et 34 de la pièce de liaison 31, tandis que les tétons 22 et la pince 24 de la pièce 21 placée dans le cadre droit de la grille à juxtaposer passent à travers les orifices gauches 32' et 34' de la pièce 31. Les orifices 33 servent au positionnement correct d'une bosse 26 respectivement en haut et en bas de la pièce 31.

La Fig.4 montre le détail d'un noeud 5 avec les arêtes horizontales 2 et les arêtes obliques 3 et 4. La protubérance 6 couvre l'ensemble de la surface de croisement des arêtes, elle a une forme arrondie 41 vers le haut et une forme arrondie 42 vers le bas. Vers le bas la protubérance dépasse la surface de croisement et fait saillie au-dessous du noeud.

L'épaisseur de la protubérance mesurée perpendiculairement au plan de la grille est identique à celle des arêtes de la grille.

La Fig.5 montre le détail d'un noeud 5 pourvu d'un orifice pour le passage d'un téton 22. La forme de la protubérance est légèrement adaptée dans le but de renforcer cette partie de la grille. La protubérance porte toujours une saillie 42 vers le bas. L'épaisseur du noeud 5 reste toujours identique à l'épaisseur de la grille.

La Fig.6 représente une coupe de l'arête horizontale 2 (de la Fig.5). La Fig.6 montre la section triangulaire rectangle de l'arête avec un des côtés de l'angle droit qui forme la face verticale 61 et l'autre côté de l'angle droit qui forme la face horizontale 62. Cette face 62 constitue la face supérieure de l'arête.

La Fig.7 représente une coupe de l'arête oblique 4 (de la Fig.5). La Fig.7 montre la section triangulaire isocèle de l'arête, la face formant la base du triangle étant la face verticale 71.

## Revendications

1. Grille de ruissellement pour corps d'échange à contact direct entre un liquide tombant sous l'effet de la gravité et un gaz, constituée par un panneau ajouré constitué de mailles polygonales délimitées par un réseau d'arêtes entrecroisées, caractérisée par la présence de protubérances (6) situées aux croisements des arêtes (2,3,4) verticalement sous leurs angles, dans le plan de la grille.

2. Grille suivant la revendication 1, caractérisée en ce que les arêtes obliques (3,4) sont pourvues d'au moins une protubérance (9) située dans le plan de la grille et s'étendant verticalement de part et d'autre de l'arête.

3. Grille suivant la revendication 2 caractéri-

sée en ce que la partie de la protubérance (9) sous l'arête est plus longue que celle au-dessus de l'arête.

4. Grille suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les protubérances (6,9) ont la forme de méplats de section horizontale rectangulaire, se terminant vers le bas par une forme arrondie.

5. Grille suivant la revendication 4 caractérisée en ce que l'épaisseur des protubérances (6,9) et celle des arêtes, mesurée perpendiculairement au plan de la grille sont identiques.

6. Grille suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que les mailles (7) ont une forme substantiellement triangulaire isocèle dont la base est disposée horizontalement lorsque la grille est en service.

7. Grille suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le maillage est constitué, lorsque la grille est en service, d'un ensemble d'arêtes horizontales (2) et deux ensembles d'arêtes obliques (3,4) parallèles entre elles dans chaque ensemble et se croisant d'un ensemble (3) à l'autre (4) avec la même obliquité par rapport à la verticale, les arêtes horizontales (2) touchant les lieux de croisement (5) des arêtes obliques (3,4)

8. Grille suivant la revendication 7 caractérisée en ce que les arêtes horizontales (2) passent immédiatement sous les niveaux inférieurs des lieux de croisement des arêtes obliques (3,4) déterminant des triangles isocèles (7).

9. Grille suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8 caractérisée en ce que les arêtes

(2,3,4) ont la forme de prisme de section triangulaire dont une face (61,71) est verticale.

10. Grille suivant la revendication 9 caractérisée en ce que chaque arête horizontale (2) est de section triangulaire rectangle, la face verticale (61) correspondant à un côté de l'angle droit et la face perpendiculaire, horizontale (62) étant la face supérieure de l'arête.

11. Grille suivant la revendication 9 caractérisée en ce que les arêtes obliques (3,4) sont de section triangulaire isocèle, les faces verticales (71) constituant les bases des triangles isocèles.

12. Corps d'échange constitué d'un ensemble de grilles suivant la revendication 1 dans lequel des pièces d'écartement réalisent l'assemblage des grilles face à face, caractérisé en ce que plusieurs pièces d'écartement (21), qui s'étendent sur toute la hauteur des grilles sont placées entre deux grilles successives et sont fixées les unes aux autres par des éléments mâles en forme de téton (22) et/ou de bitte fendue (23, 24 et 25) qui peuvent se loger dans des éléments femelles en forme de cavité qui correspond à la forme de téton et/ou de bitte fendue.

13. Corps d'échange constitué d'un ensemble de grilles suivant la revendication 12 dans lequel des pièces de liaison réalisent l'assemblage des grilles côte à côte, caractérisé en ce que les grilles contiguës d'un même plan sont reliées entre elles par des pièces de liaison (31) qui se coincent entre les pièces d'écartement (21) et les grilles (10).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

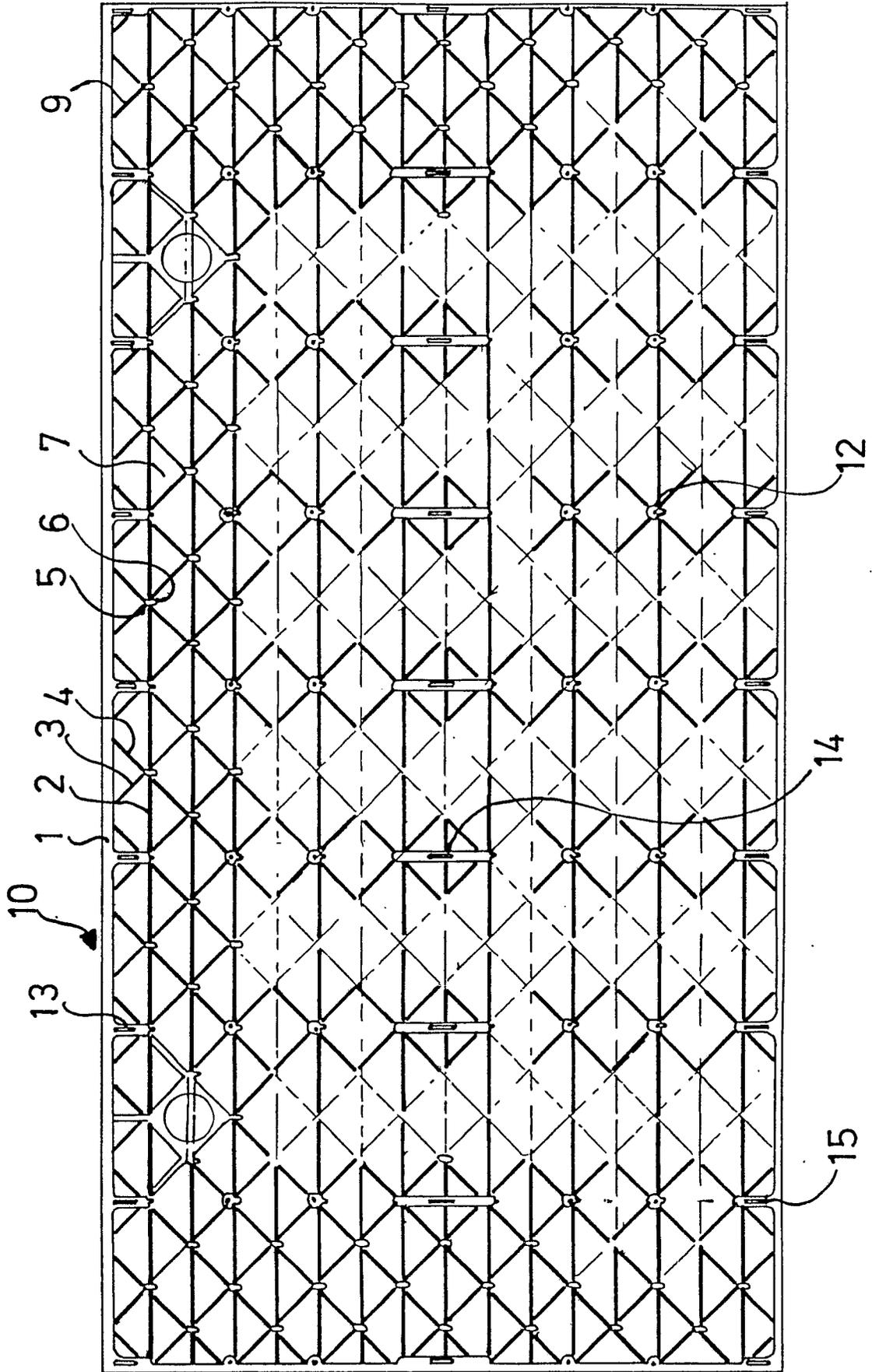
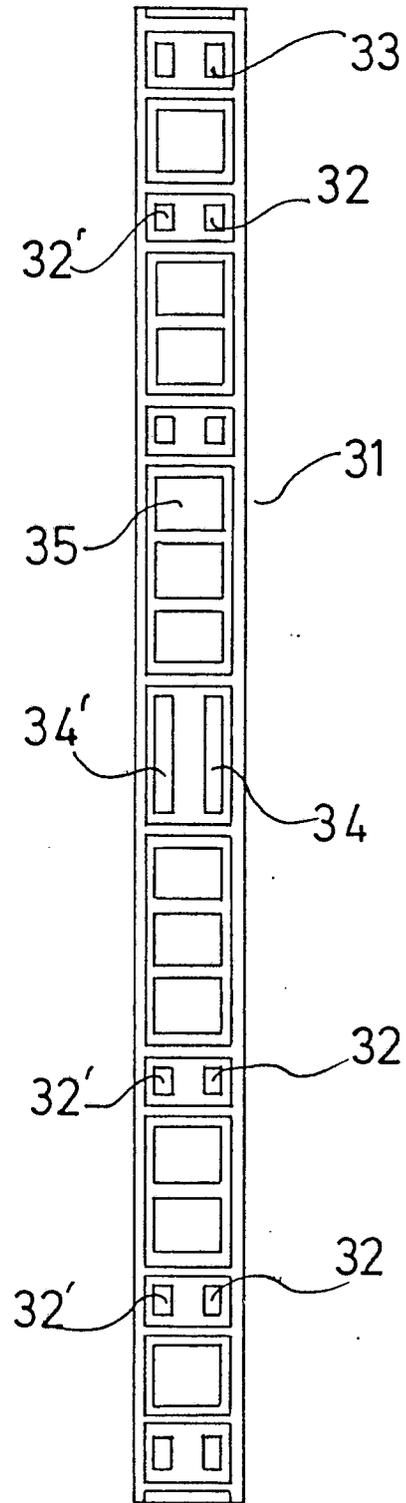
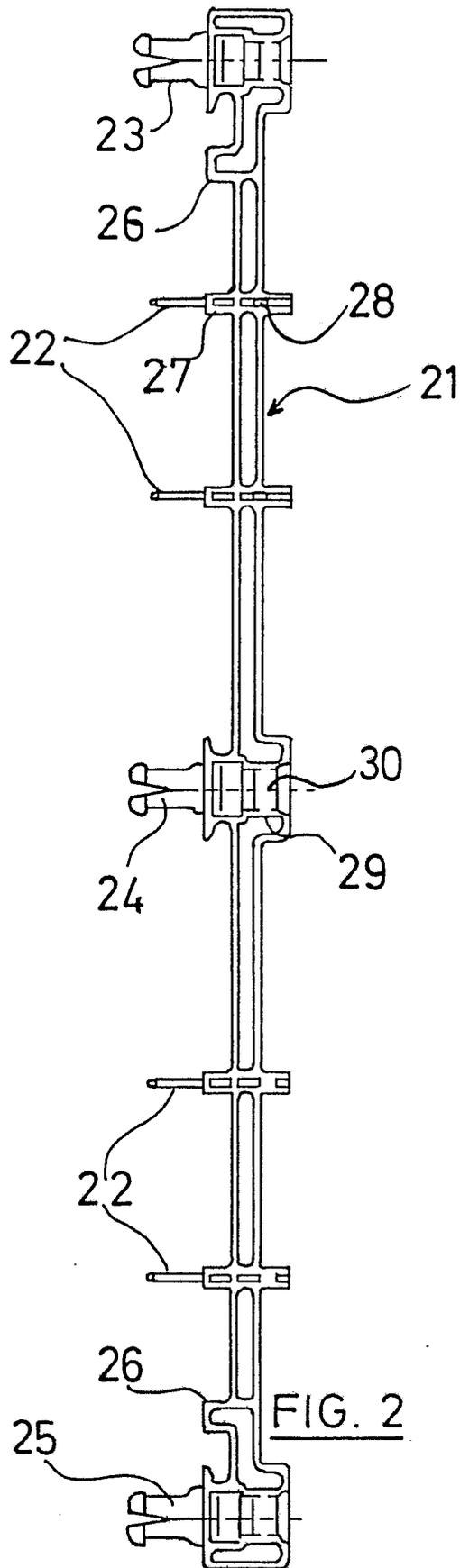


FIG. 1



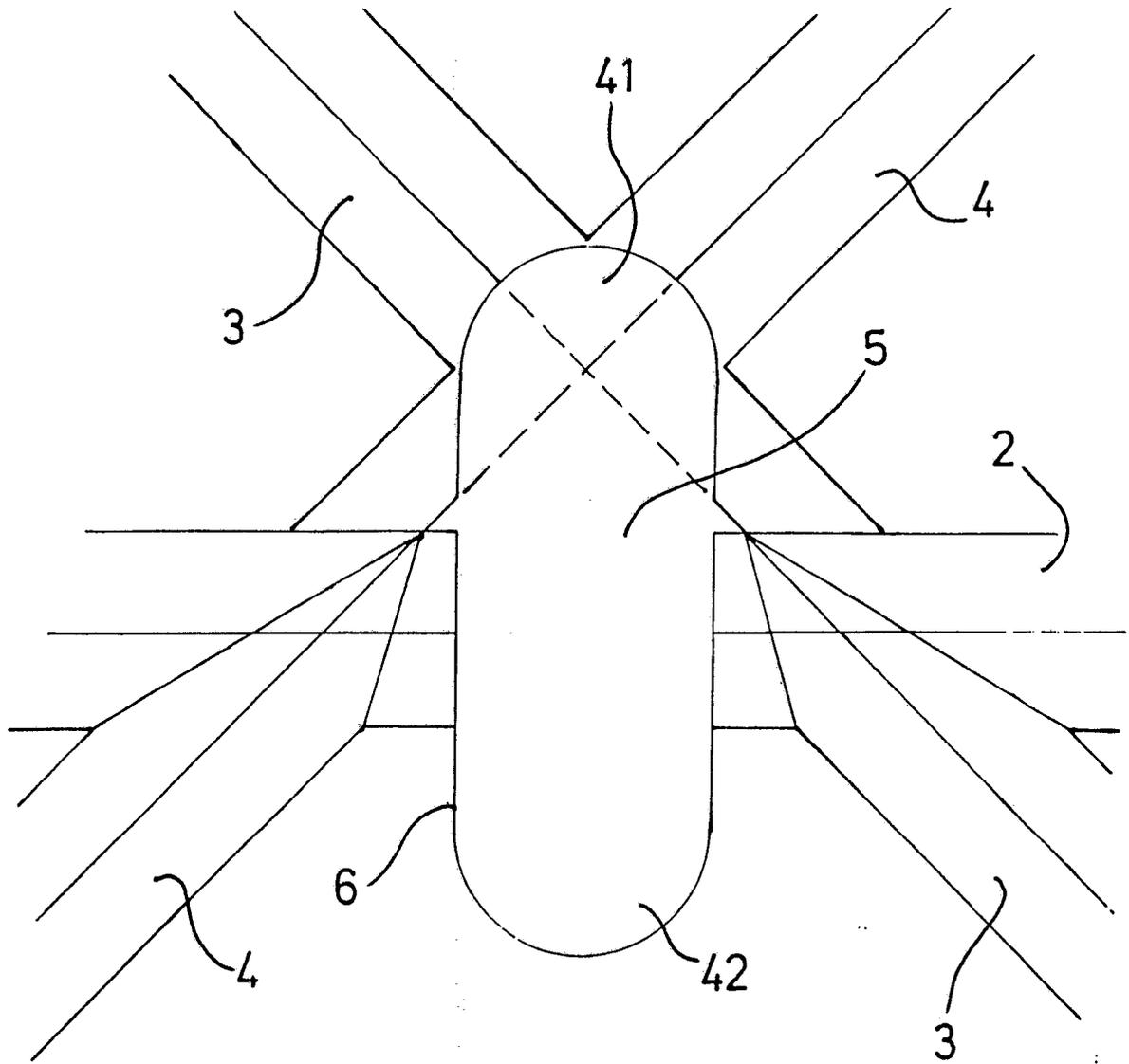


FIG. 4

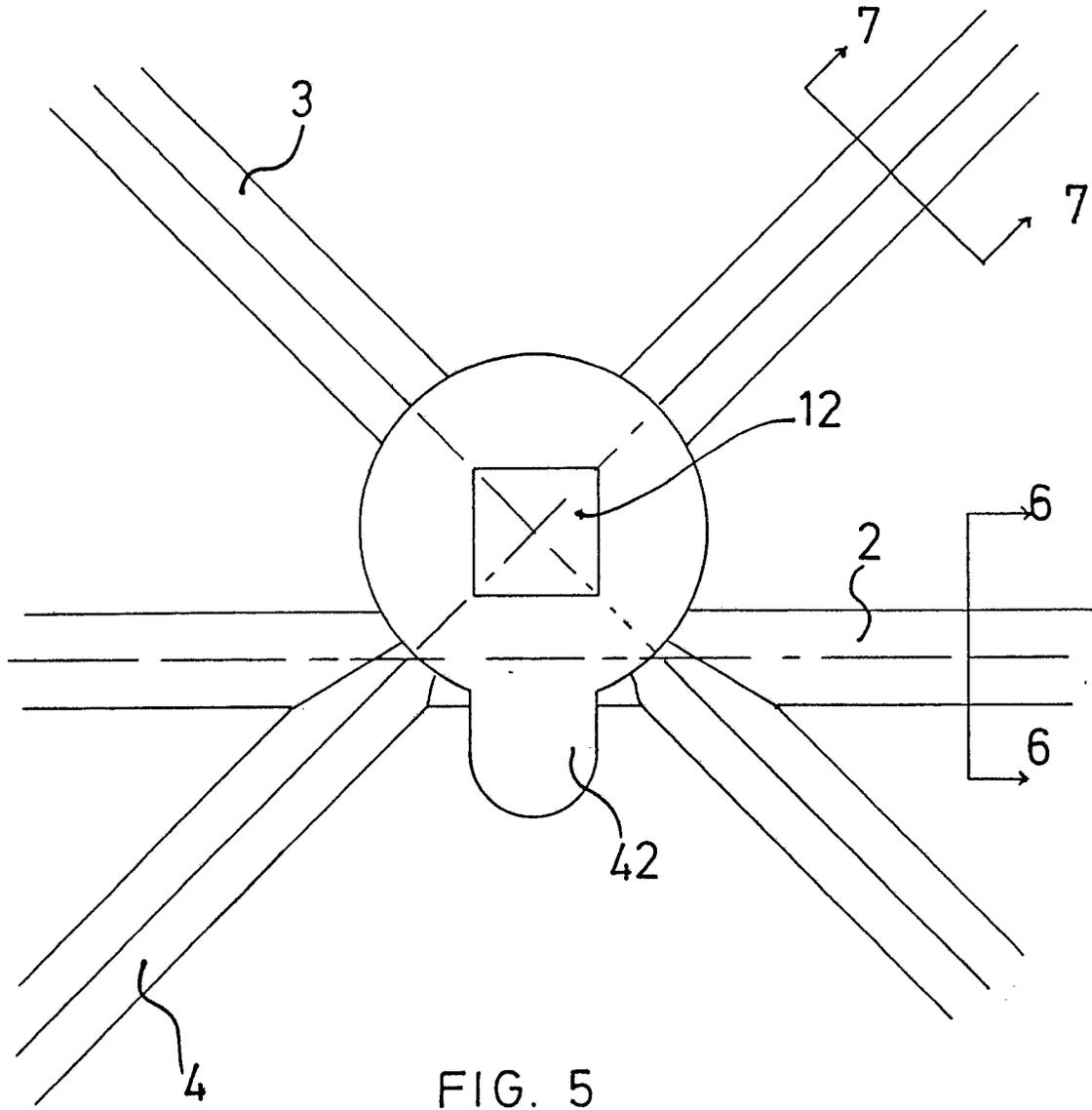


FIG. 5

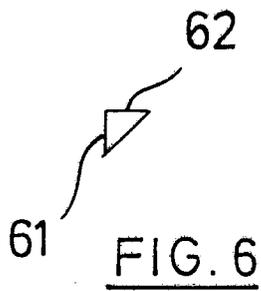


FIG. 6



FIG. 7



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
X	US-A-4 728 468 (DUKE) * En entier * ---	1,2	F 28 F 25/08
X	GB-A-1 285 495 (BISCHOFF) * En entier * ---	1,2	
D,A	US-A-3 346 246 (MARLEY) * En entier * ---	1	
D,A	FR-A-1 388 886 (BALCKE) * En entier * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			F 28 F B 01 D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 04-08-1989	Examinateur SMETS E. D. C.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			