



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(19)

(11) Numéro de publication:

0 141 762
A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **84420169.9**

(51) Int. Cl.⁴: **B 21 D 13/04**

(22) Date de dépôt: **08.10.84**

(30) Priorité: **10.10.83 FR 8316315**

(71) Demandeur: **CEGEDUR SOCIETE DE
TRANSFORMATION DE L'ALUMINIUM PECHINEY,
23, Rue Balzac, F-75008 Paris (FR)**

(43) Date de publication de la demande: **15.05.85**
Bulletin 85/20

(72) Inventeur: **Esmieu, Jean-Paul, 36, rue Delsol,
F-77120 Coulommiers (FR)**

(84) Etats contractants désignés: **AT BE CH DE GB IT LI**

(74) Mandataire: **Séraphin, Léon et al, PECHINEY 28, rue de
Bonnel, F-69433 Lyon Cedex 3 (FR)**

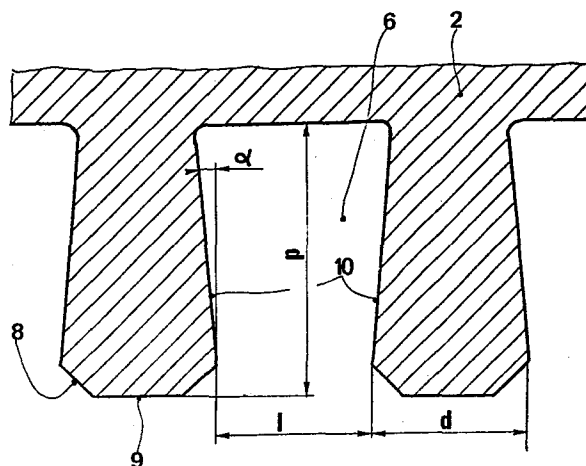
(54) Procédé et dispositif pour la réalisation de bandes métalliques renforcées.

(57) La présente invention concerne un procédé permettant d'obtenir par laminage des tôles, en aluminium, pourvues de reliefs de renforcement de hauteur importante, ainsi que le dispositif pour la mise en œuvre du procédé, c'est-à-dire des cylindres de forme appropriée correspondants.

Les cylindres présentent des cavités ou cannelures (6) dont les faces latérales sont en contre dépouille par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre, avec une inclinaison (α) allant jusqu'à 5°.

Le procédé consiste à introduire la bande initiale dans un laminoir à froid comportant au moins un cylindre usiné comme indiqué ci-dessus, de manière que le corroyage global imposé soit supérieur à 60 %, avec un léger serrage initial (P). On fixe l'extrémité de la bande sur une bobineuse avec une légère traction (F); on augmente progressivement la vitesse et la pression des cylindres (P), tout en augmentant la traction (F) sur la bande de manière à obtenir l'épaisseur de toile désirée (e).

Le produit obtenu peut être avantageusement utilisé pour la fabrication de tôles perforées à grand module d'inertie.



EP 0 141 762 A2

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA REALISATION DE
BANDES METALLIQUES RENFORCEES

L'objet de la présente invention est un procédé permettant d'obtenir par laminage des bandes métalliques pourvues de reliefs de renforcement de hauteur importante, ainsi que le dispositif pour la mise en oeuvre du procédé, c'est-à-dire les cylindres de forme appropriée correspondants.

5

Pour la réalisation économique de platelage et bardage, il est connu depuis longtemps d'utiliser des tôles dont le moment d'inertie est renforcé par des nervures. A cet effet, on fabrique couramment par filage des éléments de panneaux en aluminium en forme de voile, renforcé sur
10 une face par des nervures longitudinales. Par filage, on fabrique même des éléments en forme de caisson à section fermée dans le sens du filage. Mais, le filage reste un procédé onéreux.

Par laminage entre des cylindres comportant des motifs ou des rainures
15 gravés en creux, on fabrique couramment des bandes d'aluminium comportant des motifs correspondants en relief, qui peuvent être par la suite débitées en tôles de format désiré. Mais, ces motifs tels que ceux des tôles à larmes sont de faible épaisseur, de l'ordre du millimètre. Ils ont un effet décoratif ou antidérapant, mais sont pratiquement sans
20 influence sur la résistance à la flexion des tôles.

Pour faciliter la montée du métal laminé dans les cavités du cylindre, éviter des amorces de rupture à la base des motifs en relief de la tôle, les cavités du cylindre se raccordent sans angle vif avec la surface du
25 cylindre, le plus souvent par une surface arrondie ou au moins chanfreinée. De façon générale, dans l'art antérieur, les faces latérales des cavités du cylindre sont des surfaces inclinées convergentes vers le fond des cavités et non perpendiculaires à la surface du cylindre.

30 Le calcul montre, par ailleurs, que, pour obtenir sur la bande des motifs d'épaisseur importante, il est souhaitable d'avoir un coefficient de frottement important entre métal et cylindre, également une forte réduction d'épaisseur du métal de part et d'autre du motif. Ce sont là, des conditions de laminage difficiles et onéreuses. Or, il est apparu que,

s'il n'était pas souhaitable d'avoir des arêtes vives au raccordement entre surface du cylindre et surface des cavités mais, conformément à l'art antérieur, plutôt des raccords arrondis ou au moins chanfreinés, il était, par contre, peu souhaitable, contrairement aux idées
5 reçues, de poursuivre ces surfaces inclinées convergentes jusqu'au fond des cavités (dépouille normale). Le métal venant remplir les cavités du cylindre est, en effet, freiné dans son déplacement latéral par frottement sur les surfaces inclinées des cavités. Il est apparu que l'on a de bien meilleurs résultats en réalisant sur les cylindres de laminage
10 des cavités dont, à l'exception de l'embouchure, les surfaces latérales sont perpendiculaires à l'axe du cylindre, ou même inclinées en "contre dépouille", c'est-à-dire des cavités à profil en queue d'aronde allant en s'élargissant vers le fond. Le métal, en pénétrant dans de telles cavités, n'est plus freiné par frottement contre ces parois latérales.
15 Cependant, l'évasement des cavités vers leur fond ne peut être que faible. L'inclinaison (α) "à contre dépouille" des parois latérales par rapport aux perpendiculaires à l'axe du cylindre doit être limitée à un angle de l'ordre de 5° , ceci afin de limiter l'épanouissement possible du métal refoulé dans les cavités et permettre sans trop de difficulté,
20 à l'étape ultérieure, la sortie hors des cavités du cylindre des motifs formés en relief sur la bande. Cette forme, légèrement évasée vers le fond des cavités des cylindres de laminage, s'est révélée particulièrement intéressante pour la réalisation de tôles nervurées longitudinalement dans le sens de laminage, les cavités ayant alors la forme de
25 cannelures circulaires.

Evidemment, les nervures hautes à faces latérales parallèles adhèrent fortement dans les cavités ou cannelures du cylindre. Ce phénomène est encore accentué lorsque les cavités ou cannelures du cylindre ont des
30 faces latérales à "contre dépouille" qui engendrent dans la bande des nervures à section transversale en queue d'aronde, dans le plan axial des cylindres.

Il faut, à la sortie du cylindre, exercer une traction importante sur la
35 bande pour la détacher du cylindre et éviter son enroulement sur celui-ci. La tête des nervures, ou tout au moins leur partie médiane, si le métal n'a pas rempli tout le volume des rainures, se trouve en quelque

sorte laminé latéralement lors de leur sortie par l'orifice de sortie réduite des cannelures. Contrairement à ce qu'on aurait pu penser, il n'y a pas d'arrachement de nervure, ni même d'amorce de rupture à la racine des nervures, ceci évidemment à la condition que l'inclinaison à contre dépouille des faces latérales des cannelures du cylindre reste faible, c'est-à-dire de l'ordre de 5° par rapport à des plans perpendiculaires à l'axe du cylindre. La traction à exercer sur la bande laminée pour la détacher du cylindre cannelé, si on l'exprime par rapport à la section transversale de la bande, peut être supérieure à 40 N/mm². Pour l'aluminium et ses alliages, elle est généralement de l'ordre de 40 à 50 N/mm².

Cependant, eu égard aux puissances disponibles sur les laminoirs à froid actuels, les reliefs de grande hauteur ne peuvent être obtenus que sur des métaux ou alliages relativement doux et suffisamment ductiles à froid ; les alliages d'aluminium en l'état recuit ou états voisins, pour lesquels la limite élastique est inférieure ou égale à 200 MPa, sont particulièrement bien adaptés au procédé suivant l'invention. Par ailleurs, le remplissage des cavités exige certaines conditions géométriques, la profondeur (p) de celles-ci étant en général supérieure à leur largeur (l), et elles doivent être séparées par une distance (d) comprise entre 0,5 l et 3 l. Au-dessous de 0,5 l, la résistance mécanique du cordon séparant deux cannelures devient insuffisante ; au-delà de 3 l, le remplissage des cannelures par le métal est insuffisant.

Il est préférable que le corroyage global imposé à la bande, mesuré par $\left(\frac{S - s}{S} \times 100\right)$, S étant la section transversale initiale et s étant la section transversale finale du produit, soit élevé, en général supérieur à 60.

Le procédé selon l'invention consiste donc à usiner au moins dans l'un des cylindres des cavités ou cannelures conformes à la description ci-dessus et à le(s) mettre en place, à introduire une bande dont l'épaisseur est telle que le corroyage global soit supérieur à 60 % avec un léger serrage (P) des cylindres, à fixer la bande sur la bobineuse et à exercer une certaine traction (F), à augmenter progressivement et simultanément la vitesse, le serrage (P) et la traction (F), de manière à

obtenir l'épaisseur de toile (e) désirée.

On a ainsi pu réaliser des tôles à nervures hautes, c'est-à-dire des tôles pourvues de nervures longitudinales dont la hauteur (h) est de plus de deux fois l'épaisseur (e) du voile métallique les réunissant à la base. Cette hauteur (h) peut facilement être de cinq fois l'épaisseur (e) du voile réunissant les nervures.

Par exemple, avec des nervures dont la hauteur (h) est égale à leur écartement (d), c'est-à-dire dont le pas est de l'ordre du double de leur hauteur, on obtient, à module d'inertie égal dans le sens longitudinal, un gain de poids de l'ordre de la moitié par rapport à une tôle pleine de même nature et de même épaisseur totale.

Cette méthode de laminage s'applique également aux bandes composites où l'âme métallique est revêtue au moins d'une couche métallique superficielle (telle que brasure, protection cathodique ou autres) ou même à des composites métal-matières plastiques.

La jonction de deux bandes ou tôles nervurées ainsi obtenues par tout moyen connu (brasure, collage, etc...) permet d'obtenir des structures résistantes aux efforts biaxiaux lorsque les nervures sont croisées (non parallèles).

L'invention sera mieux comprise par la description ci-après d'un exemple particulier de réalisation et par l'examen des figures correspondantes.

La figure 1 représente, en vue cavalière, une installation de laminage réalisée conformément à l'invention.

La figure 2 représente, à plus grande échelle, en coupe, une portion de la surface cannelée du cylindre de laminage.

La figure 3 représente, à la même échelle, une portion de bande d'aluminium réalisée selon l'invention, le plan de coupe étant perpendiculaire aux nervures de la bande.

La figure 4 représente une vue en coupe selon l'axe AA' (figure 5) d'une tôle à nervures hautes dont le voile a été perforé selon des fentes équidistantes des nervures.

La figure 5 représente la même tôle (figure 4) vue en plan.

La figure 6 représente une vue en coupe selon l'axe BB' (figure 7) de la tôle des figures 4 et 5 dont les fentes ont été élargies par traction latérale de la tôle.

5 La figure 7 représente la vue en plan de la même tôle.

En figure 1, on voit une bande plane (1) d'épaisseur 12 mm et de largeur 950 mm, en aluminium de qualité 3003 recuit, qui est laminée entre deux cylindres (2, 3) pour donner une bande (4) dont la section transversale
10 est représentée en figure 3. A la sortie des cylindres, cette bande (4) est enroulée sur une bobineuse (5) qui exerce un effort de traction (F) de l'ordre de 200 000 N. L'effort de serrage (P) entre les deux cylindres (2, 3) est de l'ordre de 7 000 000 N, c'est-à-dire par rapport à la largeur de la tôle (1) de l'ordre de 7 000 N/mm.

15

Le cylindre (2) comporte une série de cannelures périphériques parallèles (6) dont la section est représentée en figure 2, tandis que le cylindre (3) comporte, selon l'art antérieur, une série de motifs creux (7) de faible profondeur, régulièrement disposés à sa surface.

20

En figure 2, on remarque que, si les cannelures (6) du cylindre se raccordent latéralement par des surfaces chanfreinées (8) avec la surface cylindrique (9) enveloppe du cylindre (2), ces cannelures (6) ont des faces latérales (10) divergentes à "contre dépouille", ce qui donne aux
25 cannelures (6) une plus grande largeur au fond qu'à la périphérie du cylindre (2). L'évasement de ces cannelures (6) vers le fond est très faible. L'angle (α) des génératrices des faces latérales (10) avec les perpendiculaires à l'axe du cylindre (ou le plan axial de la cannelure) n'est que de 5°. Ces cannelures ont une profondeur (d) de 7 mm et une
30 largeur (l_1) de 4 mm à leur partie la plus étroite, à la périphérie du cylindre (2). Elles sont distantes de 4 mm (d).

En figure 3, on voit que la bande nervurée (4) comporte sur une face des nervures (11) de hauteur (h) sensiblement égale à la profondeur (p) des
35 cannelures (6) de largeur (l_1) sensiblement égale à la largeur (l) des cannelures (6), dans leur partie la plus étroite et de pas (p) égal au pas desdites cannelures (6). Sur l'autre face, la bande (4) comporte des

aspérités (12) de faible épaisseur, ici de 0,2 mm correspondant aux motifs (7) du cylindre (3). Ces aspérités correspondent à l'art antérieur.

Enfin, dans sa partie la plus mince, constituant le voile (13) de liaison entre les nervures (11), la bande (4) a une épaisseur (e) de 1,8 mm seulement.

Au cours du laminage, le métal de la bande (1) refoulé par la surface périphérique du cylindre (2) pénètre sensiblement jusqu'au fond des cannelures (6) du cylindre (2) pour former des nervures (11). Le métal s'est épanoui dans ces cannelures (6) plus larges au fond qu'à l'entrée, sans cependant les remplir complètement, comme on le voit par la largeur (l_2) des nervures (11) à leur extrémité supérieure. Cette largeur (l_2) est légèrement inférieure à la largeur (l_1) desdites cannelures (6) à leur entrée. Dans ce cas particulier, $l_1 = 3,8$ mm. Ce n'est qu'à la base des nervures (11) que celles-ci ont leur plus grande largeur l_1 et sont limitées par des faces parallèles (14). Au cours du laminage, le métal de la bande (1) a été refoulé par la pression exercée par la surface externe (9) du cylindre, dans les cannelures (6). Il s'est épanoui dans ces cannelures en suivant leurs faces latérales (10) divergentes, ceci jusqu'à sensiblement mi-hauteur des rainures (6), avant d'être "étiré" à la sortie de la cannelure.

A la sortie des cylindres (2, 3), la base divergente des nervures (11), emprisonnée dans les cannelures (6) à contre dépouille, retient la bande (4) plaquée contre le cylindre (2). La bande (4) s'enroulerait sur le cylindre (2) si elle n'était pas tirée par la bobineuse (5) avec une force (F) de l'ordre de 200 000 N. On remarque ainsi sur la figure 1, qu'à la sortie des cylindres (2, 3), la bande (4) forme un léger repli (15) contre le cylindre (2). La force (F) permettant l'extraction de la tôle (4), entraîne une sorte de laminage latéral de la base des nervures (11). A condition de ne pas être exagéré, et d'amener des amorces de rupture à la base des nervures (11), le laminage latéral de ces nervures permet d'obtenir les grandes hauteurs recherchées et s'avère bénéfique en comprimant le métal.

Dans le cas de l'aluminium ou de ses alliages avec des cylindres (2) à

cannelures plus profondes, une pression (P) entre cylindres (2, 3) supérieure à 7 000 N/mm de largeur de tôle et un effort de traction supérieur à 40 N/mm² de section de tôle, on arrive facilement à réaliser des nervures plus hautes, par exemple des nervures de hauteur h de l'ordre de 10 mm pour une épaisseur de voile (e) de l'ordre de 2 mm.

On peut utiliser les tôles laminées à nervures hautes décrites ci-dessus pour réaliser des tôles perforées et nervurées en forme de grilles épaisses ayant un aspect assez analogue aux grilles réalisées en "métal déployé". Mais ces grilles ont une bien meilleure résistance mécanique grâce à leur renforcement par leurs nervures hautes. Les nervures hautes de la tôle initiale sont, en effet, conservées et seulement déformées en zig-zag. Elles constituent une ossature très résistante.

Pour la réalisation de telles tôles perforées en forme de grilles nervurées, on commence par effectuer par des moyens connus des perforations dans les parties minces de la tôle (4), c'est-à-dire le voile (13). Comme représenté en figures 4 et 5, ces perforations (16) sont effectuées sous forme de fentes parallèles équidistantes des nervures (11) dans chacun des intervalles entre nervures (11). Comme on peut le remarquer dans la figure 5, ces fentes sont disposées en quinconce dans un plan horizontal. Le milieu de chaque fente (16) se trouve à la hauteur d'une partie non perforée du voile entre deux nervures (11) voisines.

On effectue alors une traction latérale sur la tôle. Les fentes (16) s'élargissent sous forme de trous (17) sensiblement hexagonaux, comme représenté en figures 6 et 7. Simultanément, les nervures (11) se déforment en zig-zag (18). Les nervures hautes et relativement larges donnent une bonne rigidité à la tôle perforée qui a un aspect en nid d'abeille.

Dans l'exemple décrit, les fentes ont toutes même longueur, mais on pourrait également obtenir des tôles perforées et nervurées avec des fentes de longueurs différentes. Il importe, cependant, par une bonne exécution, qu'elles soient disposées régulièrement en quinconce dans un plan horizontal.

Dans l'exemple décrit, le cylindre (3) comporte de petits motifs creux

(7) qui donnent naissance aux aspérités (12). Le cylindre (3) pourrait tout aussi bien être lisse ou, au contraire, comporter des cannelures profondes analogues aux cannelures (6) du cylindre (2). Avec un cylindre (3) cannelé, on obtiendrait une tôle (4) avec des nervures (11) sur ses

5 deux faces.

REVENDICATIONS

1°/ Cylindre de laminoir à froid pour la réalisation de bandes (ou de tôles) à reliefs de grande hauteur comportant des cavités (6) dont la profondeur est au moins égale à la largeur (1) et dont la distance (d) est comprise entre 0,5 et 3 l, caractérisé en ce que ces cavités ont un
5 profil transversal en queue d'aronde dont les parois latérales (10) divergent légèrement vers le fond.

2°/ Cylindre de laminoir selon la revendication 1, caractérisé en ce que les cavités (6) ont la forme de cannelures circonférentielles.

10

3°/ Cylindre selon revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'angle (α) d'inclinaison des faces latérales (10) des cannelures ou cavités, avec des perpendiculaires à l'axe du cylindre, est comprise entre 0 et 5° (limites comprises).

15

4°/ Cylindre de laminoir, selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les cannelures ou cavités (6) ayant un profil en queue d'aronde, se raccordent avec la surface enveloppe (9) du cylindre par des arêtes arrondies ou au moins chanfreinées (8).

20

5°/ Procédé de laminage à froid de bandes métalliques en aluminium (ou ses alliages), caractérisé en ce que :

- a) on usine au moins un des cylindres de travail selon l'une des revendications 1 à 4 et on le(s) met en place,
- 25 b) on introduit une bande (1) dont l'épaisseur est telle que le corroyage global $\left(\frac{S - s}{S}\right)$ soit supérieur à 60 %, avec un léger serrage (P) des cylindres (2, 3),
- c) on fixe la bande (4) sur la bobineuse (5) et on exerce une certaine traction (F),
- 30 d) on augmente progressivement la vitesse et la pression des cylindres (P) de travail tout en augmentant la traction (F) sur la bande nervurée, de manière à obtenir l'épaisseur de toile désirée (e).

6°/ Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la traction (F) est supérieure à 40 N/mm² de section transversale (s) de la bande finale (4).

35

7°/ Bande (ou tôle) à nervures hautes longitudinales obtenues par le procédé selon la revendication 5 ou 6, dont la distances des nervures (d) est comprise entre 0,5 et 3 fois leurs épaisseurs à la base (l_1), caractérisée en ce que leur hauteur (h) est supérieure à deux fois l'épaisseur (e) du voile les réunissant.

8°/ Bande ou tôle nervurée selon la revendication 7, caractérisée en ce que la hauteur (h) est de l'ordre de 5 fois l'épaisseur de la toile (e).

10 9°/ Utilisation d'une tôle suivant les revendications 7 ou 8, pour la réalisation d'une tôle perforée et nervurée, caractérisée en ce que la tôle est en premier lieu perforée par des fentes équidistantes des nervures et disposées en quinconce dans un plan horizontal puis que ladite tôle subit une traction latérale.

15

10°/ Tôle perforée en forme de nid d'abeille obtenue selon la revendication 9.

1-4

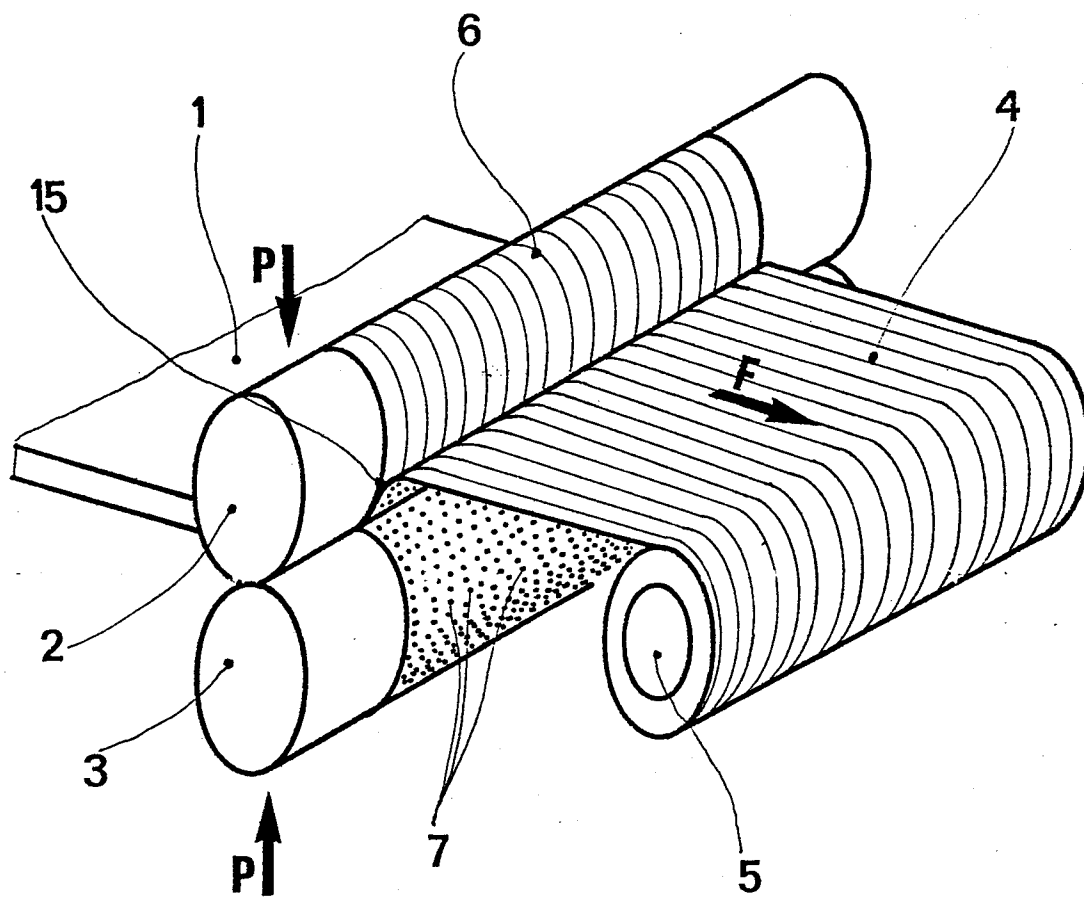


FIG.1

2-4

FIG.2

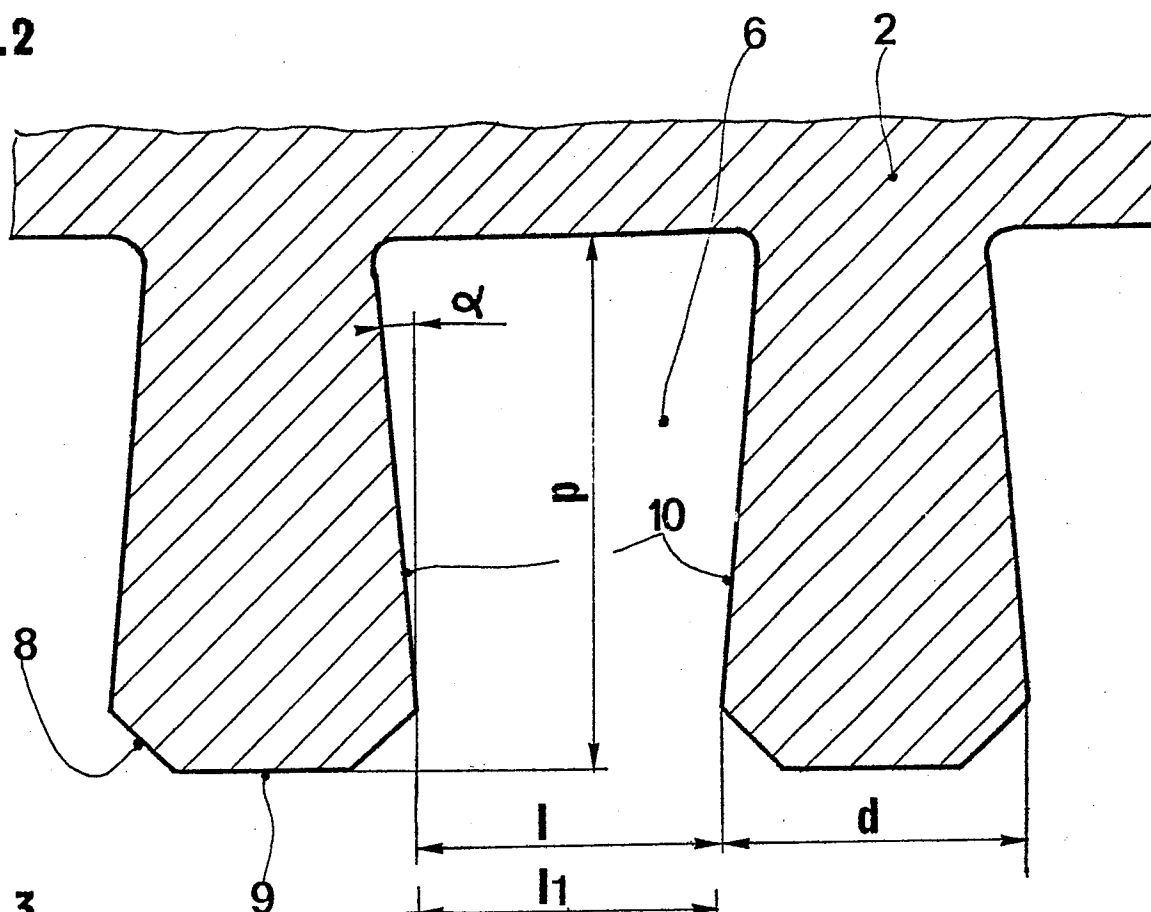
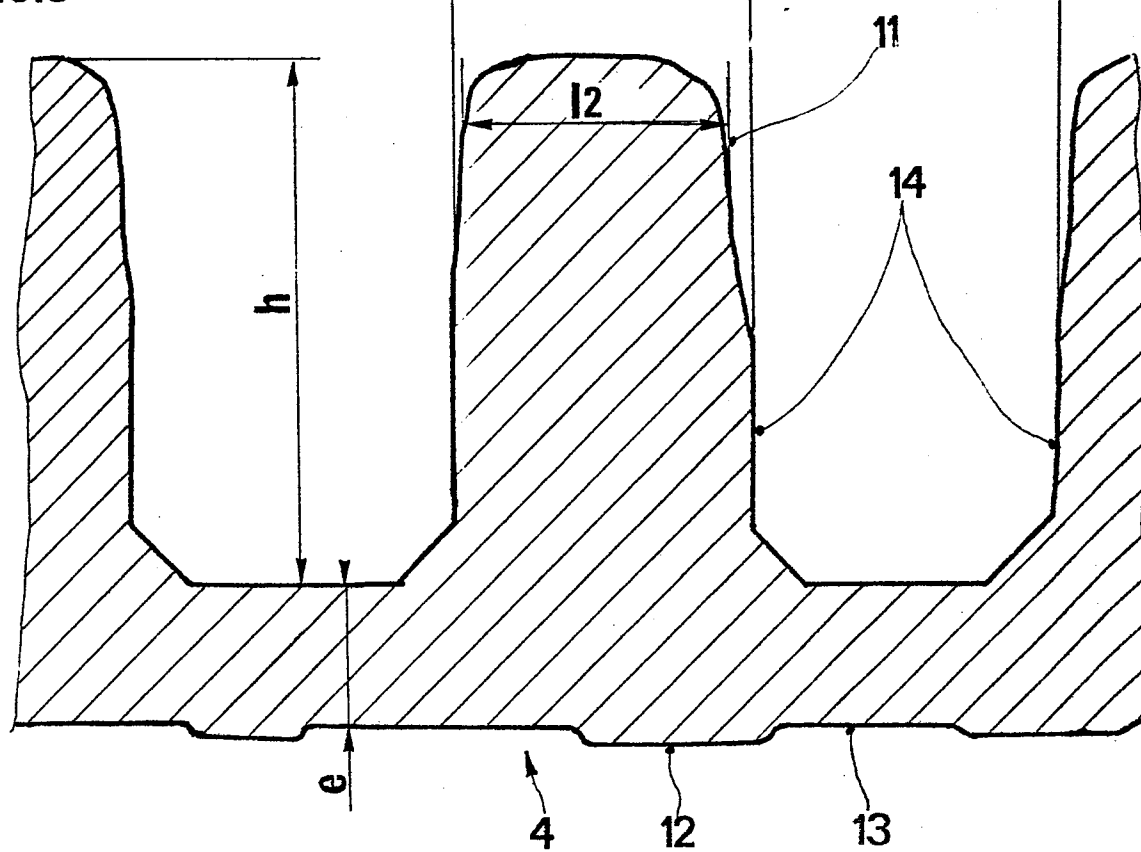


FIG.3



3.4

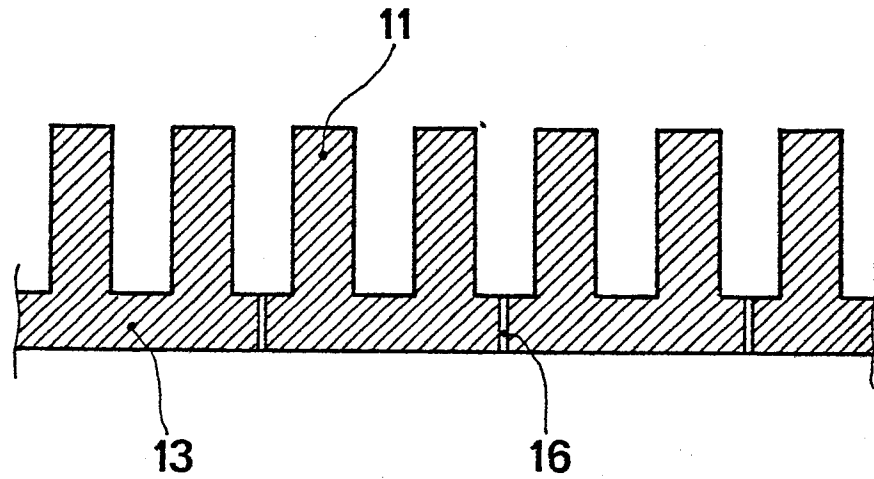


FIG. 4

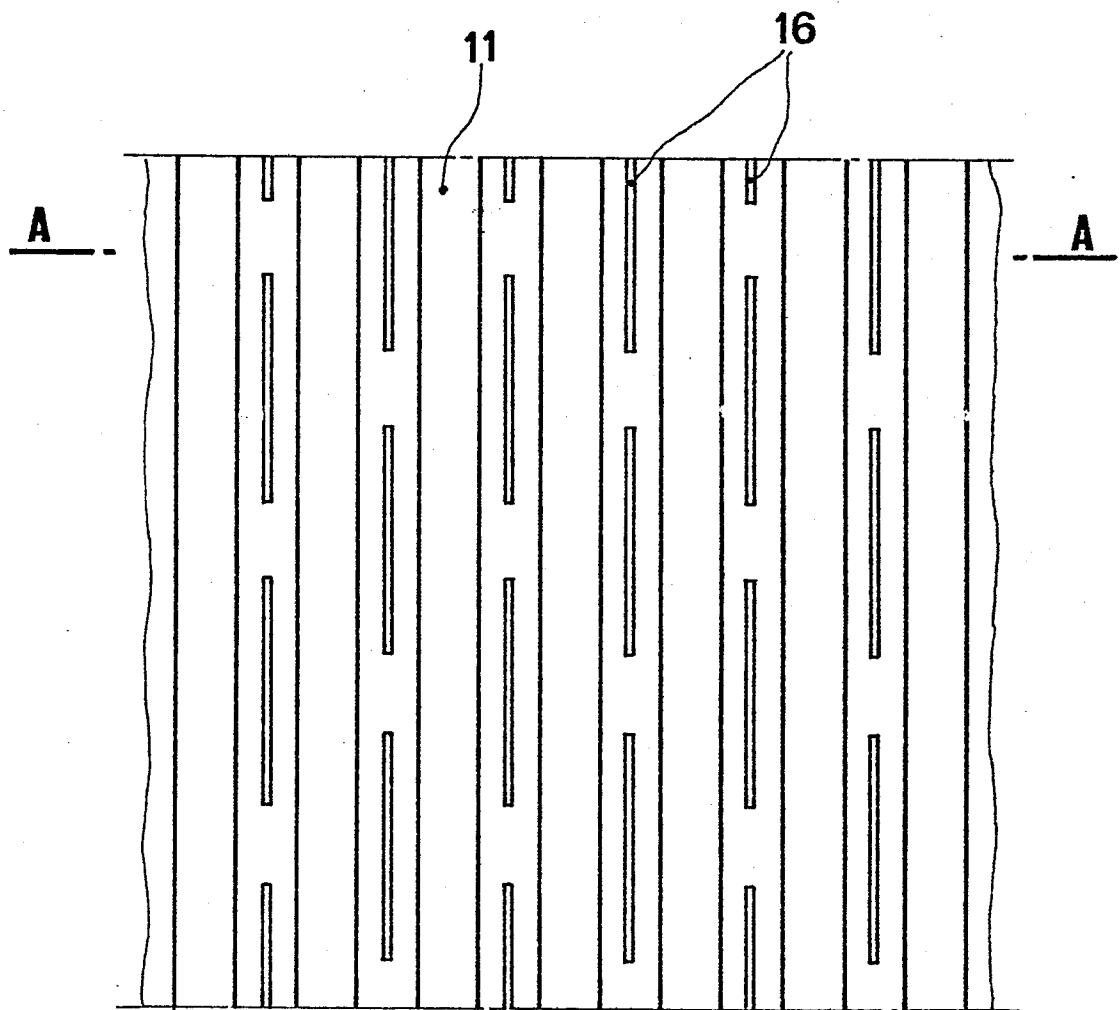


FIG. 5

4.4

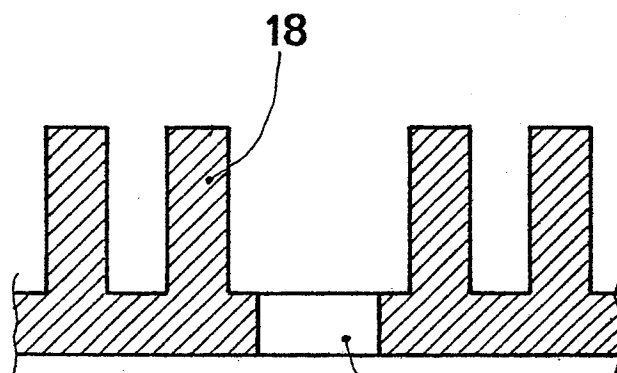


FIG. 6

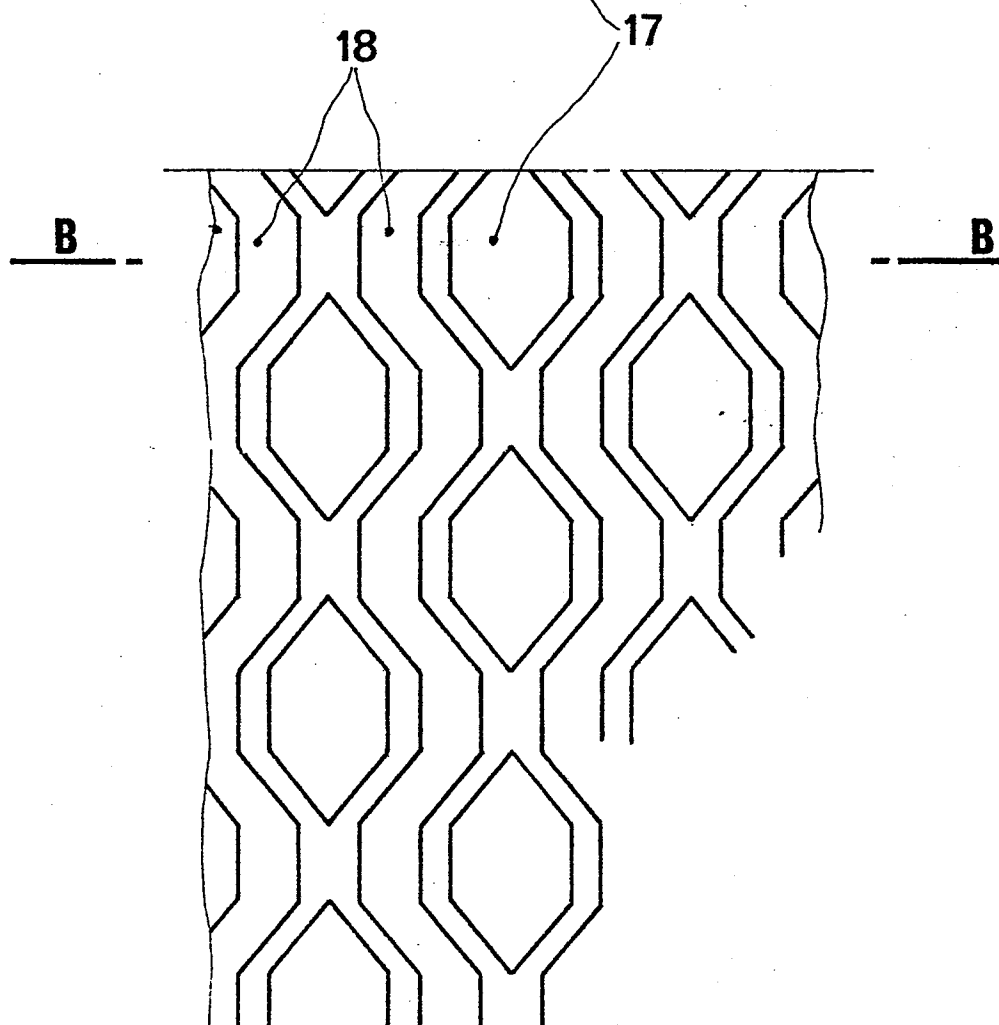


FIG. 7