



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
14.08.2002 Bulletin 2002/33

(51) Int Cl.⁷: **B31F 1/24**, B21D 13/02

(21) Numéro de dépôt: **02290285.2**

(22) Date de dépôt: **06.02.2002**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

- **Giang, Son Ha**
94370 Sucy en Brie (FR)
- **Lebain, Gilles**
94800 Villejuif (FR)
- **Werlen, Etienne**
75015 Paris (FR)

(30) Priorité: **09.02.2001 FR 0101805**

(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme à
Directoire et Conseil de Surveillance pour
l'Etude et l'Exploitation des
75321 Paris Cédex 07 (FR)**

(74) Mandataire: **Mercey, Fiona Susan et al**
L'Air Liquide SA,
Direction de la Propriété Intellectuelle,
75, Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(72) Inventeurs:

- **Beauvois, Jean Claude**
94500 Champigny sur Marne (FR)

(54) **Procédé et dispositif de fabrication d'une structure ondulée de garnissage et appareil de traitement de fluides**

(57) Suivant ce procédé, on effectue un pliage-emboutissage de la bande (17) par pas successifs, au moyen de deux réglettes opposées (11, 12) à mouve-

ment relatif alternatif de rapprochement-éloignement, ces réglettes possédant des surfaces actives (11, 12) sensiblement conjuguées des deux faces de l'onde.

Application aux colonnes de distillation d'air.

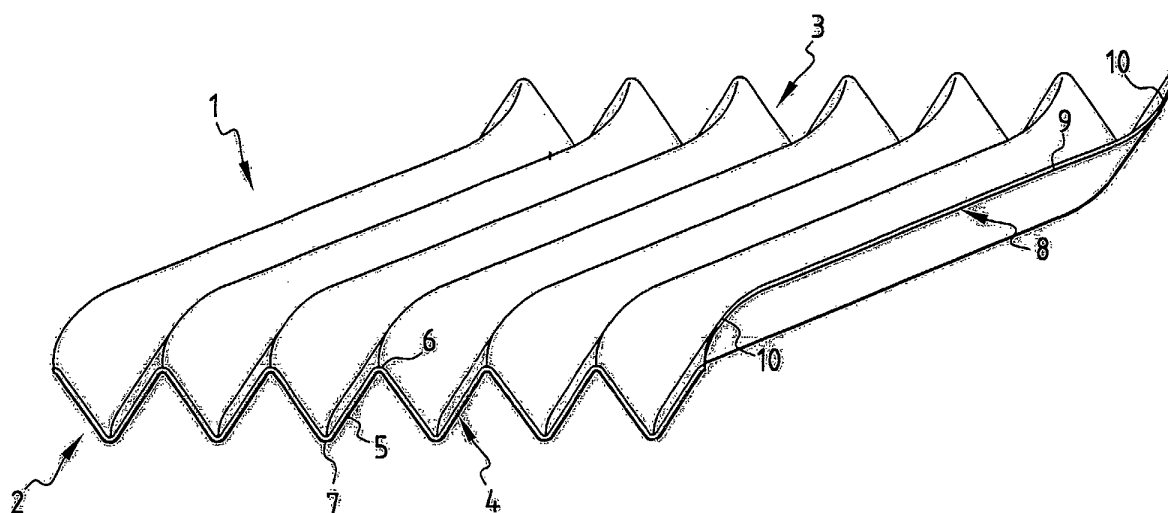


FIG. 1

Description

[0001] La présente invention est relative à un procédé de fabrication, à partir d'une bande de matière métallique en feuille éventuellement perforée, d'une onde de garnissage structuré dont la surface générale est générée sensiblement par balayage d'un profil répétitif parallèlement aux bords de la bande, suivant une ligne directrice non rectiligne sur au moins une partie de sa longueur et ayant une orientation principale oblique par rapport aux bords de la bande dans lequel on effectue un pliage-emboutissage de la bande par pas successifs, au moyen de deux réglettes opposées à mouvement relatif alternatif de rapprochement-éloignement, ces réglettes possédant des surfaces actives sensiblement conjuguées des deux faces de l'onde.

[0002] Les garnissages ondulés-croisés sont utilisés dans divers appareils : mélangeurs pour une phase unique, dispositifs d'échange de chaleur et/ou de matière entre deux fluides. Une application particulière est la distillation, notamment la distillation d'air.

[0003] Ces garnissages sont constitués de modules ou « packs » dont chacun est formé d'un empilement de bandes ondulées en oblique, alternativement dans un sens et dans l'autre. Ces bandes peuvent être perforées ou non, et réalisées à partir de feuilles lisses ou texturées, généralement métalliques. Des exemples sont décrits dans GB-A-1 004 046 et dans CA-A-1 095 827.

[0004] Dans le cas des colonnes de distillation, les bandes sont contenues dans des plans généraux verticaux. Les modules sont généralement tournés de 90° autour de l'axe de la colonne d'un module au suivant, et on a montré que ces changements de direction provoquent, aux interfaces entre les modules, des engorgements qui limitent la capacité de traitement de la colonne.

[0005] Divers moyens ont été proposés pour limiter cet engorgement. En particulier, WO-A-97/16 247 et EP-A-401682 décrivent une onde dont les génératrices sont incurvées à chaque extrémité pour devenir verticales aux bords supérieur et inférieur du module.

[0006] EP-A-1025985 décrit un mode de fabrication d'un panneau d'humidification en carton dont la surface générale est générée sensiblement par balayage d'un profil répétitif parallèlement aux bords de la bande, suivant une ligne directrice non rectiligne sur au moins une partie de sa longueur et ayant une orientation principale oblique par rapport aux bords de la bande, caractérisé en ce qu'on effectue un pliage-emboutissage de la bande (17) par pas successifs, au moyen de deux réglettes opposées (11, 12) à mouvement relatif alternatif de rapprochement-éloignement, ces réglettes possédant des surfaces actives (11, 12) sensiblement conjuguées des deux faces de l'onde.

Si ce procédé est connu pour plier du carton, il n'a pas été utilisé pour former des ondes métalliques.

[0007] L'invention a pour but de permettre de réaliser industriellement de telles ondes de façon particulière-

ment économique et, plus généralement, de fabriquer industriellement des ondes dont les génératrices ont des formes variées.

[0008] A cet effet, le procédé de fabrication suivant l'invention est caractérisé en cela bande est en matière métallique. Le procédé suivant l'invention peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les surfaces actives des réglettes sont formées de telle sorte que la hauteur des ondulations des l'onde est réduite sur une région comprenant au moins un bord de l'onde et/ou l'angle formé par les ondulations est modifié (de préférence réduit) sur une région comprenant au moins un bord de l'onde par rapport à l'angle formé par les ondulations dans une région centrale de l'onde.
- dans au moins une région non rectiligne, au moins certains sommets convexes d'au moins une réglette ont une hauteur réduite par rapport à celle d'une région rectiligne adjacente ;
- tous les sommets convexes des deux réglettes ont une hauteur réduite dans une ou chaque région non rectiligne ;
- ladite réduction de hauteur est progressive à partir de ladite région rectiligne adjacente ;
- on perfore la bande avant d'effectuer le pliage-emboutissage ;
- on effectue un recuit de la bande avant son pliage-emboutissage, au moins dans les régions de cette bande qui correspondent aux régions non rectilignes de la ligne directrice ;
- on effectue le recuit près avoir perforé la bande ;
- la ligne directrice a une partie principale rectiligne et au moins une partie d'extrémité incurvée qui se termine sensiblement perpendiculairement aux bords de l'onde.
- la ligne directrice a une forme en S allongé, avec une partie principale rectiligne et deux parties d'extrémité incurvées qui se terminent sensiblement perpendiculairement aux bords de l'onde ;
- le profil est en zig-zag à côtés sensiblement rectilignes ;
- le procédé comprend l'étape de faire avancer la bande de matière métallique en feuille (17) par pas successifs entre les réglettes en position d'ouverture de celles-ci ; et,
- l'onde est une onde de garnissage ondulé-croisé.

[0009] L'invention a également pour objet un dispositif de mise en oeuvre d'un tel procédé. Ce dispositif est caractérisé en ce qu'il comprend deux réglettes opposées de pliage-emboutissage dont les génératrices comportent au moins une partie non rectiligne, des moyens pour animer ces réglettes d'un mouvement relatif alternatif de rapprochement-éloignement, et des moyens pour faire avancer une bande de matière en feuille par pas successifs entre les réglettes, en position d'ouverture de celles-ci.

[0010] L'invention a encore pour objet un appareil de traitement de fluides, notamment d'échange de chaleur et/ou de matière entre deux fluides, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une section de travail équipée d'un garnissage ondulé-croisé constitué d'ondes réalisées par un procédé tel que défini plus haut.

[0011] Cet appareil de traitement peut en particulier constituer une colonne de distillation, notamment une colonne de distillation d'air.

[0012] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 représente en perspective une onde réalisée conformément à l'invention ;
- la Figure 2 représente en perspective deux réglettes de pliage-emboutissage pour la fabrication de cette onde ;
- la Figure 3 est une vue en plan de l'onde en cours de fabrication ;
- les Figures 4 et 5 sont des vues prises respectivement suivant les lignes IV-IV et V-V de la Figure 3, illustrant la fabrication de l'onde ;
- la Figure 6 est une vue en bout correspondante, suivant la flèche VI de la Figure 3 ;
- la Figure 7 est une vue analogue à la Figure 6 d'une variante ;
- les Figures 8 et 9 sont des vues agrandies, respectivement, des détails VIII de la Figure 8 et IX de la Figure 7 ;
- la Figure 10 représente schématiquement une autre variante du procédé de l'invention ; et
- la Figure 11 représente schématiquement une partie d'une colonne de distillation d'air suivant l'invention.

[0013] L'onde 1 représentée à la Figure 1, supposée dans un plan général horizontal, est une feuille métallique mince pliée en aluminium, cuivre ou acier inoxydable qui présente deux bords latéraux parallèles 2 et 3. Chaque bord forme un profil répétitif 4 en zig-zag à côtés 5 sensiblement rectilignes, avec des sommets supérieurs 6 et inférieurs 7 de rayon aussi petit que possible.

[0014] L'onde est générée par le balayage du profil 4 parallèlement aux bords 2 et 3, suivant une ligne directrice 8. Cette ligne 8 (Figures 1 et 3) comporte sur la plus grande partie de sa longueur une partie courante 9 rectiligne, inclinée à 45° par rapport aux bords 2 et 3, et elle s'incurve à chaque extrémité suivant un arc 10 qui se termine sur le bord correspondant, sensiblement perpendiculairement à celui-ci. Les deux arcs 10 ont des concavités opposées, ce qui confère à la ligne 8 une forme générale en S allongé. L'onde comporte ainsi une série de sommets d'ondes, inférieurs et supérieurs, ayant la même forme en S allongé.

[0015] Alternativement seule une extrémité de la partie rectiligne 9 s'incurve suivant un arc 10 qui se termine sur le bord correspondant, sensiblement perpendiculai-

rement à celui-ci.

[0016] L'onde 1 est réalisée à partir d'une bande métallique mince plane par simple pliage-emboutissage au moyen d'un dispositif A qui comprend deux réglettes opposées, inférieure 11 et supérieure 12, à mouvement relatif alternatif de rapprochement-éloignement.

[0017] Chaque réglette comporte en direction de l'autre réglette deux dents, respectivement 13-14 et 15-16, dont les surfaces actives ont la forme tridimensionnelle de la face correspondante de l'onde, ces dents étant disposées de façon à s'interpénétrer. Les dents ont ainsi des génératrices qui comportent chacune une région principale rectiligne se prolongeant par des régions d'extrémités incurvées, et définissent quatre sommets convexes 13A à 16A et deux creux 13B et 15B de forme analogue.

[0018] Comme schématisé sur les Figures 4 à 6, la bande 17 de départ est avancée par pas suivant la flèche F, parallèlement à ces bords, au moyen d'un mécanisme d'avancement 18, pendant que les réglettes sont écartées l'une de l'autre, le pas d'avance étant égal au pas de l'ondulation. Après chaque avance, les réglettes sont rapprochées l'une de l'autre et déforment le métal, lequel emplit sensiblement la totalité de l'espace qui sépare les réglettes, comme illustré sur la Figure 8.

[0019] Comme connu, et bien que ceci n'ait pas été représenté sur la Figure 3, le pliage-emboutissage provoque une déviation d'ensemble de la bande, vers le bas en considérant la Figure 3.

[0020] La fabrication de l'onde est ainsi réalisée rapidement, économiquement et de façon fiable.

[0021] Comme connu en soi, la bande 17 peut être perforée avant son pliage, soit dans un poste de perforation séparé situé en amont du dispositif A, soit au sein même de ce dispositif.

[0022] Pour certains paramètres du profil 4 et de la ligne directrice 8, et/ou pour certains types de perforations de la bande 17, il peut être utile de recourir à la variante des Figures 7 et 9, qui permet de réduire l'allongement du métal au sommet des ondulations, dans les régions 10 où la ligne directrice 8 est incurvée.

[0023] Dans cette variante, dans les régions incurvées, les sommets convexes des dents 13A à 16A ont une hauteur réduite, comme représenté en 19, en trait mixte sur la Figure 8 et en trait plein sur la Figure 9. Plus précisément, par rapport à un plan horizontal de référence, le niveau du sommet de chaque dent diminue progressivement d'une valeur H, dans la partie rectiligne 9, à une valeur H-ΔH à l'emplacement du bord 2 ou 3.

[0024] Grâce à cette modification, le métal est moins sollicité dans ses régions toriques, où il subsiste un espace libre entre lui-même et au moins l'une des deux réglettes en position de fermeture de celles-ci, comme représenté sur la Figure 9.

[0025] L'onde 1 peut posséder alors une hauteur légèrement réduite près de ses bords, ce qui ne présente pas d'inconvénient particulier pour les modules de gar-

nissage résultants.

[0026] La variante de la Figure 10 utilise d'autres moyens pour faciliter la mise en forme des régions 10. Dans cas, on ne limite pas l'allongement du métal comme dans la variante précédente, mais on en modifie les propriétés physiques pour permettre cet allongement dans de bonnes conditions.

[0027] Pour cela, on prévoit un poste B de recuit du métal en amont du poste A de pliage-emboutissage. Le recuit intéresse au moins les régions marginales de la bande 17 dans lesquelles seront formées les régions 10, et éventuellement la totalité de la bande.

[0028] Cette variante s'applique plus particulièrement aux ondes perforées. Dans ce cas, comme illustré, le poste B se trouve entre le poste C de perforation et la bande A de pliage-emboutissage. Or le poste B peut se trouver en amont du poste C.

[0029] Comme on le comprend, l'invention permet de réaliser des ondes ayant des ondulations de formes très variées à partir de feuilles lisses ou structurées (par exemple gaufrées), ce qui permet d'améliorer les propriétés des garnissages ondulés-croisés résultants. De plus, l'invention s'applique à d'autres types de garnissages structurés, par exemple aux garnissages à ventilateurs. Ces garnissages, dont des exemples sont décrits dans les WO-A-86/06 296 et 90/10 497 ainsi que dans EP-A-845 293, définissent après pliage-emboutissage et empilage un ensemble de couches de ventilateurs fixes de brassage de fluide. Dans ce cas, c'est la surface générale de chaque onde qui est conforme à la définition indiquée plus haut.

[0030] On a représenté sur la Figure 11 une partie d'une colonne de distillation d'air 20, comprenant un tronçon de distillation 21 disposé dans la virole cylindrique 22 de la colonne. Le tronçon 21 est constitué par un garnissage ondulé-croisé lui-même formé d'un empilement de modules de garnissage 23. Chaque module 23 est constitué d'un empilement d'ondes 1, situées chacune dans un plan général vertical, coupées à longueur à partir de la bande 17 pliée et dont les directions générales d'ondulation sont inversées d'une onde à l'autre, les bords 2 et 3 étant disposés horizontalement. Chaque module 22 est tourné de 90° par rapport au module suivant autour de l'axe vertical X-X de la colonne.

Revendications

1. Procédé de fabrication, à partir d'une bande de matière en feuille (17) éventuellement perforée, d'une onde (1) de garnissage structuré dont la surface générale est générée sensiblement par balayage d'un profil répétitif (4) parallèlement aux bords (2, 3) de la bande, suivant une ligne directrice (8) non rectiligne sur au moins une partie de sa longueur et ayant une orientation principale oblique par rapport aux bords de la bande, dans lequel on effectue un pliage-emboutissage de la bande (17) par pas suc-

cessifs, au moyen de deux réglettes opposées (11, 12) à mouvement relatif alternatif de rapprochement-éloignement, ces réglettes possédant des surfaces actives (11, 12) sensiblement conjuguées des deux faces de l'onde caractérisé en ce la bande est en matière métallique.

2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans au moins une région non rectiligne, au moins certains sommets convexes (13A à 16A) d'au moins une réglette (11, 12) ont une hauteur réduite par rapport à celle d'une région rectiligne adjacente.

3. Procédé suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** tous les sommets convexes des deux réglettes (11, 12) ont une hauteur réduite dans chaque ou une région non rectiligne.

4. Procédé suivant la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** ladite réduction de hauteur est progressive à partir de ladite région rectiligne adjacente.

5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'on** perfore la bande (17) avant d'effectuer le pliage-emboutissage.

6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'on** effectue un recuit de la bande (17) avant son pliage-emboutissage, au moins dans les régions de cette bande qui correspondent aux régions non rectilignes (10) de la ligne directrice (8).

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la ligne directrice (8) a une partie principale rectiligne (9) et au moins une partie d'extrémité incurvée (10) qui se termine sensiblement perpendiculairement aux bords (2, 3) de l'onde (1).

8. Procédé suivant la revendication 7, **caractérisé en ce que** la ligne directrice (8) a une forme en S allongé, avec une partie principale rectiligne (9) et deux parties d'extrémité incurvées (10) qui se terminent sensiblement perpendiculairement aux bords (2, 3) de l'onde (1).

9. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le profil (4) est en zig-zag à côtés (5) sensiblement rectilignes.

10. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'onde (1) est une onde de garnissage ondulé-croisé.

11. Procédé suivant l'une quelconque des revendica-

tions 1 à 10 comprenant l'étape de faire avancer la bande de matière métallique en feuille (17) par pas successifs entre les réglettes en position d'ouverture de celles-ci.

5

12. Dispositif de mise en oeuvre du procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'il** comprend deux réglettes opposées (11, 12) de pliage-emboutissage dont les génératrices comportent au moins une partie non rectiligne, des moyens pour animer ces réglettes d'un mouvement relatif alternatif de rapprochement-éloignement, et des moyens (17, 18) pour faire avancer une bande de matière en feuille (17) par pas successifs entre les réglettes en position d'ouverture de celles-ci. 10
13. Dispositif suivant la revendication 12, **caractérisé en ce que**, dans au moins une région non rectiligne, au moins certains sommets convexes (13A à 16A) d'au moins une réglette (11, 12) ont une hauteur progressivement réduite à partir d'une région rectiligne adjacente. 20
14. Dispositif suivant la revendication 13, **caractérisé en ce que** tous les sommets convexes des deux réglettes (11, 12) ont une hauteur progressivement réduite dans une ou chaque région non rectiligne. 25
15. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 12 à 14, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens (B) pour recuire la bande (17) au moins dans la ou les régions de celle-ci destinée(s) à être pliée(s) de façon non rectiligne, ces moyens de recuit étant situés en amont des réglettes (11, 12). 30
16. Dispositif suivant la revendication 15, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de recuit (B) sont situés en aval ou en amont de moyens de perforation (c). 35
17. Appareil de traitement de fluides, notamment d'échange de chaleur et/ou de matière entre deux fluides, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins une section de travail (20) équipée d'un garnissage ondulé-croisé constitué d'ondes (1) réalisées par un procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11. 40

50

55

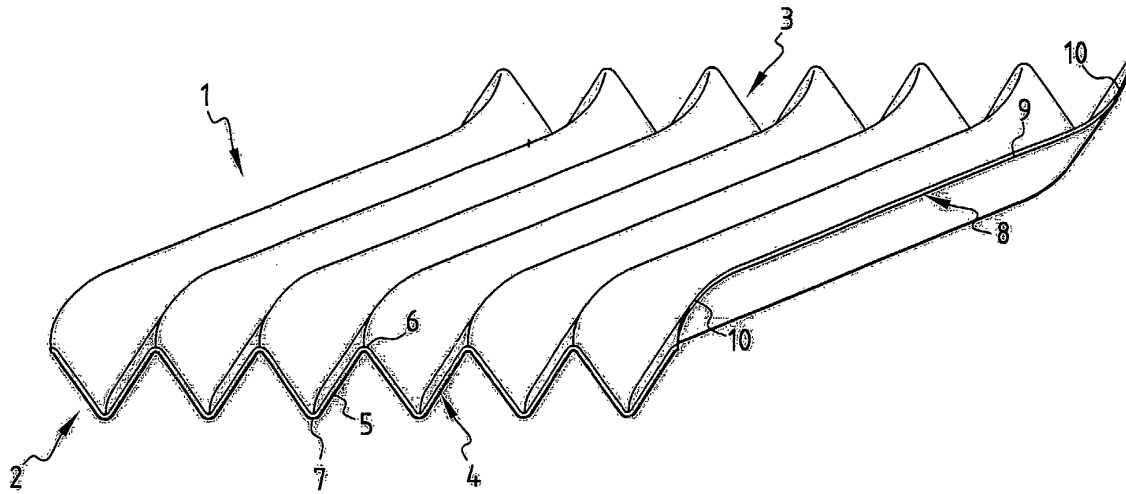


FIG. 1

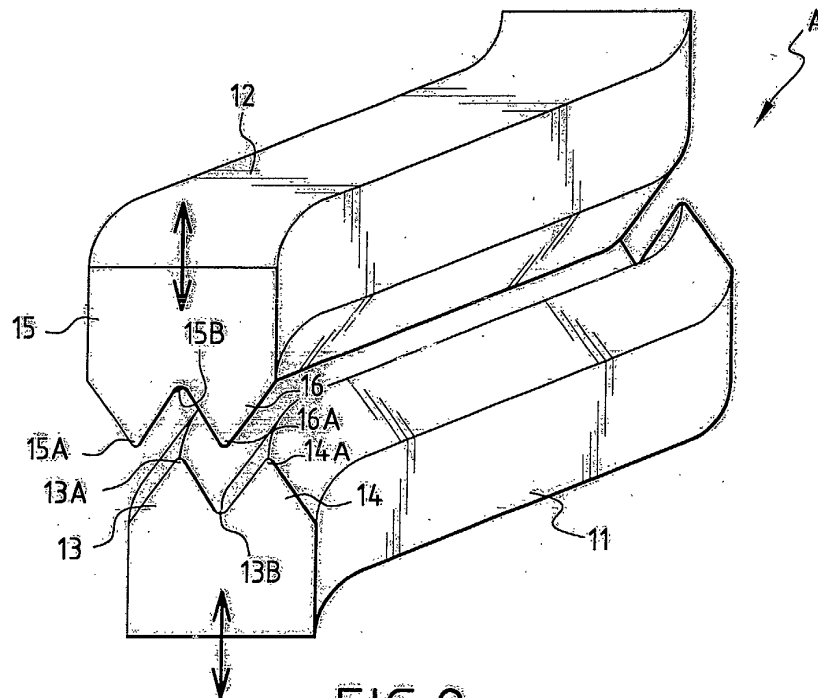


FIG. 2

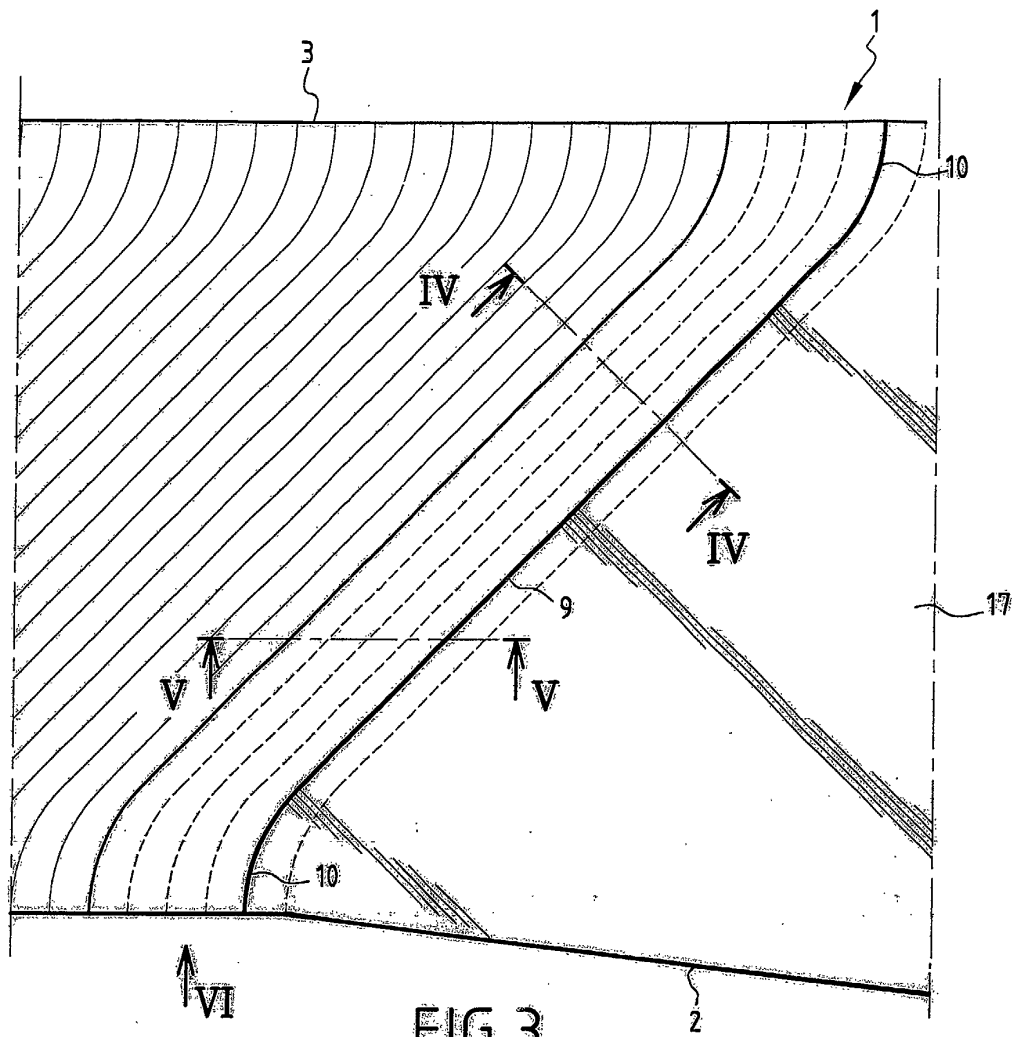


FIG. 3

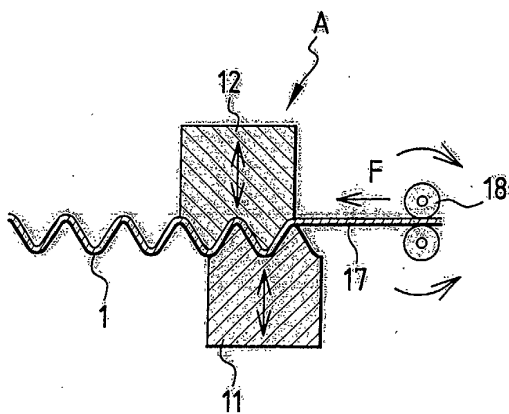


FIG. 4

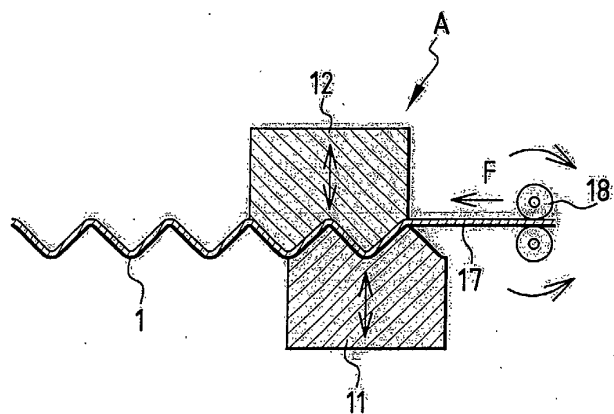


FIG. 5

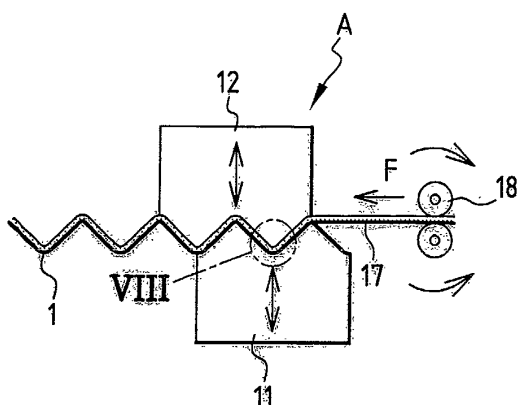


FIG. 6

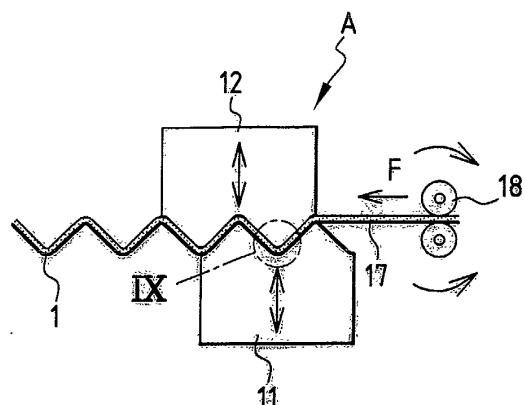


FIG. 7

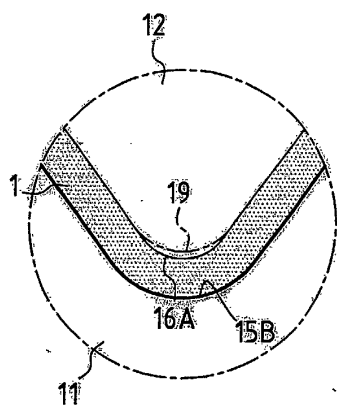


FIG. 8

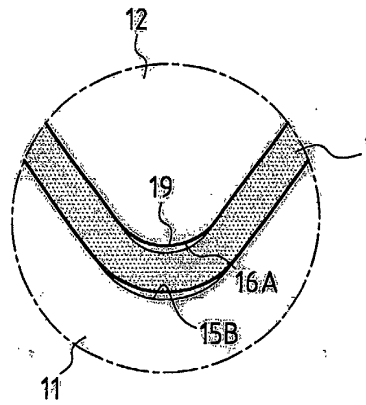


FIG. 9

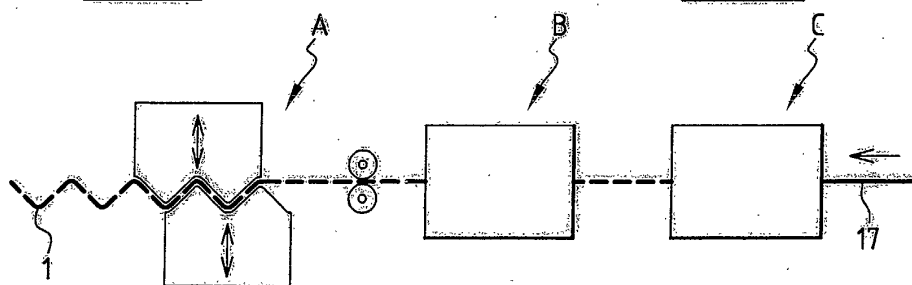
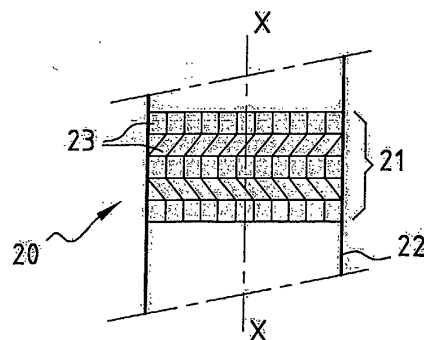


FIG. 10

FIG. 11





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 29 0285

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.7)
X	EP 1 025 985 A (GIGOLA ANTONIO) 9 août 2000 (2000-08-09) * le document en entier *	1,7,12,17	B31F1/24 B21D13/02
A	FR 2 361 952 A (SOBERMECA) 17 mars 1978 (1978-03-17) * le document en entier *	1,12	
A	DE 23 57 892 A (SIEMENS AG) 22 mai 1975 (1975-05-22) * page 4, dernier alinéa * * page 6, alinéa 1; figure 2 *	1-4,17	
A	US 3 307 387 A (LACEY JR ELBERT M ET AL) 7 mars 1967 (1967-03-07) * revendication 1 *	5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			B31F B21D B29C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		18 avril 2002	Pipping, L
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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		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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 02 29 0285

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

18-04-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1025985	A	09-08-2000	IT	MI990073 A1	17-07-2000
			EP	1025985 A1	09-08-2000
FR 2361952	A	17-03-1978	BE	835140 A1	16-02-1976
			DE	2650164 A1	12-05-1977
			ES	453233 A1	16-11-1977
			FR	2361952 A1	17-03-1978
DE 2357892	A	22-05-1975	DE	2357892 A1	22-05-1975
US 3307387	A	07-03-1967	GB	1021566 A	02-03-1966
			IL	22149 A	24-10-1968

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82