

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: **88400279.1**

51 Int. Cl.⁴: **D 03 D 13/00**
B 29 C 67/14

22 Date de dépôt: **08.02.88**

30 Priorité: **17.02.87 FR 8702012**

43 Date de publication de la demande:
21.09.88 Bulletin 88/38

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

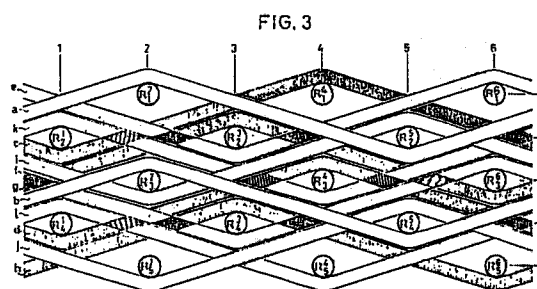
71 Demandeur: **AEROSPATIALE SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE**
37, Boulevard de Montmorency
F-75781 Paris Cédex 16 (FR)

72 Inventeur: **Cahuzac, Georges Jean Joseph**
1410 Avenue du Duc de Lorge
F-33127 Saint Jean D'Illiac (FR)

74 Mandataire: **Barnay, André François**
Cabinet Barnay 80 rue Saint-Lazare
F-75009 Paris (FR)

54 **Armature tissée pour matériau composite.**

57 Cette armature est formée par un motif de base constitué par quinze fils de trame R disposés en quinconces formant six colonnes verticales 1 à 6 de deux et trois fils alternativement et au moins cinq lignes horizontales 1 à 5 de trois fils chacune, et par six nappes imbriquées C1 à C6 d'au moins deux fils parallèles, soit au moins douze fils a, b, c, ..., l, reliant chacun un fil de trame sur trois d'une même colonne dans deux lignes adjacentes et les fils de chaîne des nappes consécutives reliant des fils de trame dans des colonnes alternées.



Description

Armature tissée pour matériau composite.

La présente invention concerne les matériaux composites et elle est plus particulièrement relative à une armature tissée ayant une texture nouvelle pour la fabrication de pièces à très haute résistance.

5 Les matériaux composites présentent d'une façon générale les deux avantages suivants :

- Caractéristiques, notamment mécaniques, exceptionnelles
- Aptitudes remarquables à orienter les constituants dans les directions des contraintes auxquelles est soumise la structure, à telle enseigne que celle-ci possède des caractéristiques inégalables.

10 Les matériaux composites sont constitués par une armature et un liant. L'armature est essentiellement réalisée à partir de fibres textiles très résistantes (fibres de verre, de silice, de carbone, de carbure de silicium, d'alumine, de polyamide aromatique, etc...) et le liant peut être une résine organique ou un produit réfractaire ou un métal.

15 La présente invention a pour but de réaliser un nouveau type d'armature. Telle que réalisée selon l'invention, l'armature est dite tissée. On entend par armature tissée, un entrelacement de fibres textiles qui se tient par lui-même et a les caractéristiques dimensionnelles de la pièce en matériau composite.

20 Le liant nécessaire à la finition de la structure peut être déposé dans l'armature tissée, soit par voie liquide, soit par voie gazeuse. La voie liquide consiste à faire pénétrer dans l'armature un imprégnant liquide qui, par un traitement ultérieur, se transforme à telle enseigne que la structure ainsi confectionnée possède les caractéristiques requises. Par la voie gazeuse, on entend un procédé tel que l'armature est placée dans une enceinte à température et pression fixées et est soumise de façon concomitante à un flux gazeux dont les molécules se décomposent au contact des fibres constituant l'armature (dépôt chimique en phase vapeur). Au bout d'un certain temps, l'armature plus le liant ont obtenu les caractéristiques requises.

La littérature décrit des armatures comportant des renforts dans différentes directions :

25 - Armatures à renfort fibreux dans des directions aléatoires (dites aléa D).

C'est notamment le cas des feutres. Ces armatures présentent l'avantage d'avoir des caractéristiques très homogènes. Elles présentent l'inconvénient souvent rédhibitoire d'avoir des caractéristiques mécaniques faibles dues au fait que les fibres sont courtes (inférieures à 1 centimètre) et peu liées les unes aux autres par le liant.

30 - Armatures à renfort fibreux dans 1 direction (dites 1D).

Des armatures de ce type sont la plupart du temps utilisées comme sous-produits des armatures à plus d'une direction (à l'exception des aléas D) ou dans l'industrie des sports et loisirs. Elles sont constituées par des fibres longues (plusieurs mètres) alignées parallèlement les unes aux autres.

35 - Armatures à renfort fibreux dans 2 directions (dites 2D).

40 Il s'agit de toutes les sortes de tissus et des produits bobinés. Ces tissus sont utilisés à l'état de monocouches, essentiellement dans l'industrie du vêtement. Dans la plupart des autres industries, les 2D sont utilisées à l'état de multicouches. Les structures résultantes ont d'excellentes caractéristiques mécaniques dans le sens des renforts. Par contre, dans le sens perpendiculaire, les caractéristiques sont très faibles, à telle enseigne que des clivages intercouches (aussi appelés délaminages) peuvent se produire en cours de dépôt du liant, lors d'un choc ou lors de sollicitations cycliques, souvent rédhibitoires pour l'utilisation envisagée.

45 - Armatures à renfort fibreux dans 3 directions (dites 3D).

Il s'agit là de produits beaucoup plus sophistiqués dont l'utilisation est essentiellement réservée à l'heure actuelle aux secteurs aéronautiques et balistiques. Les structures résultantes ont d'excellentes caractéristiques, notamment dans les trois directions des fibres de renfort. D'autre part, elles ne présentent pas de risque de délaminage.

50 Les fibres de renforts peuvent être disposées, soit selon les trois axes d'un trièdre normal (3D triorthogonal), soit selon des directions radiales, circonférentielles et longitudinales des pièces axisymétriques (3D polaire).

55 L'inconvénient des armatures 3D est que, telles qu'obtenues par les procédés existants à ce jour, l'espacement entre les couches des fils est trop grand pour répondre aux besoins des structures minces, lesquelles peuvent être de l'ordre de 1 à 3 mm. Par ailleurs, du fait de sa construction géométrique, le 3D possède des grandes cavités. Celles-ci compliquent le plus souvent l'opération de dépôt du liant de façon homogène, tant par voie liquide, que par voie gazeuse.

60 Il existe de nombreux procédés permettant de réaliser des armatures fibreuses. Certains de ces procédés sont dans le domaine public; d'autres sont protégés par des brevets d'invention, par exemple les brevets FR-2 395 340 et FR-2 531 459 de la demanderesse.

Il existe des armatures à plus de trois dimensions (4D, 5D, 9D et 11D). Elles ont l'avantage d'avoir de bonnes caractéristiques homogènes. Toutefois, leur utilisation est très marginale, du fait notamment de l'extrême complexité de leur réalisation par des procédés automatiques.

Le but de l'invention est de fournir une armature nouvelle particulièrement appropriée pour la réalisation de structure minces et notamment pour des éléments de protection d'engins spatiaux lors de leur rentrée dans l'atmosphère, ou autres applications, présentant de très bonnes caractéristiques mécaniques dans le sens des renforts, équivalent à un empilement de 2D, indélamenable comme un 3D, mais sans fibres perpendiculaires à la paroi, c'est-à-dire une armature intermédiaire entre le 2D et le 3D.

L'invention a pour objet à cet effet une armature en fils ou fibres tissés formée de fils de trame et de fils de chaîne, caractérisée en ce que sa texture est formée par un motif de base constitué par quinze fils de trame R disposés en quinconces formant six colonnes verticales 1 à 6 de deux et trois fils alternativement et au moins cinq lignes horizontales 1 à 5 de trois fils chacune, et par six nappes imbriquées C1 à C6 d'au moins deux fils parallèles soit au moins douze fils a, b, c...l, reliant chacun un fil de trame sur trois d'une même colonne dans deux lignes adjacentes et les fils de chaîne des nappes consécutives reliant des fils de trame dans des colonnes alternées, le premier fil a de la première nappe C1 reliant le fil de trame R de la colonne 2, dans la ligne 1, soit R_1^2 , au fil de trame R de la colonne 5, dans la ligne 2, soit R_2^5 , le second fil b de la première nappe C1 reliant le fil de trame R de la colonne 2, dans la ligne 3, soit R_3^2 , au fil de trame R de la colonne 5, dans la ligne 4, soit R_4^5 ; le premier fil c de la deuxième nappe C2 reliant le fil de trame R de la colonne 1 dans la ligne 2, soit R_2^1 , au fil de trame R de la colonne 4, dans la ligne 1, soit R_1^4 ; le second fil d de la deuxième nappe C2 reliant, de même, les fils de trame R_4^1 et R_3^4 , les trajets des fils des nappes suivants C3,...C6 étant obtenus en ajoutant 2 à chaque référence de colonne correspondante précédente, savoir, pour le premier fil de la nappe

$$C3 = R_2^{1+2} = R_2^3 \text{ et } R_1^{4+2} = R_1^6$$

etc, ce motif étant agrandissable suivant l'épaisseur du matériau à réaliser, avec un nombre impair de lignes.

La figure 4 est un exemple d'agrandissement du motif de base, comportant sept lignes et des nappes de trois fils.

La description qui va suivre, en regard des dessins annexés à titre d'exemples non limitatifs, permettra de bien comprendre comment l'invention peut être mise en pratique.

La figure 1 est une vue schématique d'une première partie d'un motif de base d'une armature suivant l'invention montrant l'agencement des six fils de chaîne a...f des trois premières nappes C1, C2, C3 par rapport aux fils de trame R.

La figure 2 est une vue analogue à celle de la figure 1, montrant l'agencement des six fils de chaîne g...l des trois autres nappes C4, C5 et C6 par rapport aux fils de trame du même motif de base.

la figure 3 est une vue schématique d'un motif de base complet, obtenue par superposition des figures 1 et 2.

La figure 4 montre l'agencement réel des fils de chaîne et de trame dans l'armature suivant l'invention, tel qu'il apparaît à la micrographie.

Le principe de l'armature 2,5D consiste à entrelacer les fils de chaîne et les fils de trame afin d'obtenir un matériau indélamenable, sans fil perpendiculaire à la paroi.

Les figures 1 à 3 montrent comment les fils de chaîne sont disposés par rapport à des "ronds" qui correspondent à l'emplacement des fils de trame. On notera que ces fils de trame, ou ces "ronds" sont disposés en quinconce, formant des alignements en lignes et colonnes dont une intersection sur deux comporte un "rond" si l'on donne à chaque "rond" un numéro de ligne et un numéro de colonne : R_3^2 désigne le "rond" de la 2ème colonne et de la 3ème ligne. On notera que le nombre total de lignes dépend de l'épaisseur du matériau à réaliser et qu'il est impair (ici 5) alors que le nombre de colonne est multiple de 6, car le reste de l'armature est obtenu par répétition du motif précédent.

On appellera "nappe" un ensemble de paires de fils parallèles. Un motif complet est constitué de 6 nappes de fils de chaîne, parallèles deux à deux.

On désignera ces nappes par C1, C2, C3, C4, C5 et C6. (Pour plus de clarté, le trajet de ces nappes a été séparé en deux figures). La figure 1 montre le trajet des nappes C1, C2 et C3, et la figure 2, montre le trajet des nappes C4, C5 et C6.

Sur le motif représenté, la nappe comporte seulement 2 fils et le nombre de fils d'une nappe est égal à la moitié du nombre pair, immédiatement inférieur au nombre de lignes.

Le premier fil de la nappe C1 passe au-dessus de R_2^1 , R_2^2 , R_3^3 , et au dessous de R_1^4 , R_2^5 et R_1^6 .

Le deuxième fil de la nappe C1 passe au-dessus de R_4^1 , R_3^2 , et R_4^3 , et au-dessous de R_3^4 , R_4^5 , et R_3^6 .

Le premier fil tourne autour de R_1^2 , puis de R_2^5 . Il relie donc un sur trois des fils de la ligne 2.

Le deuxième fil tourne autour de R_3^2 puis de R_4^5 . Il relie donc un sur trois des fils de trame de la ligne 3 à un sur trois des fils de trame de la ligne 4.

En ajoutant 2 au numéro de colonne des fils de trame, on obtient le trajet des fils de la nappe C2, puis en y ajoutant à nouveau 2, celui de la nappe C3.

Quand ces 3 nappes sont passées, les fils de trame de la ligne 1 sont reliés à ceux de la ligne 2 et les fils de trame de la ligne 3 à ceux de la ligne 4.

Les nappes C4, C5 et C6 (figure 2) relient les fils de trame de la ligne 2 à ceux de la ligne 3 et les fils de trame de la ligne 4 à ceux de la ligne 5.

Le trajet de C4 est déduit de celui de la nappe C1 en ajoutant 1 au numéro de ligne et 1 au numéro de

colonne des fils de trame.

La présentation réelle du produit obtenu est représentée à la figure 3. On notera la forme en ovale aplati que prennent les fils de trame et le fort pourcentage de la surface occupée par des filaments; ceci est favorable à la tenue mécanique du matériau et facilite la mise en place du liant.

Le motif constituant cette armature est le plus simple et le plus logique pour obtenir un matériau à couches entrelacées.

Chaque fil de chaîne relie deux rangées de trames adjacentes. La disposition des fils de trame (R) en quinconce est imposée pour éviter un vide entre les fils de chaîne et minimiser les ondulations des fils de chaîne.

Dans ce motif il faut 6 nappes de fil pour lier les rangées de fils de trame.

Les armatures suivant l'invention peuvent être réalisées avec des fibres ou fils de toute nature (carbone, Kevlar, silice, carbure de silicium, Nextel...).

Ces armatures sont soit réalisées avec des fibres, soit de même nature, soit encore par combinaison de fibres ou fils de natures différentes. De plus les sections des fibres ou fils peuvent être identiques ou de dimensions et formes différentes.

Enfin, le maillage de l'armature peut être adapté à la demande par disposition prévue à l'avance des "ronds" correspondants aux fils de trame.

L'armature suivant l'invention peut être réalisée sous forme de plaque. Cependant, la majeure partie de ce type de produit concerne des pièces circulaires de forme variable, et convient en particulier pour les structures minces.

Revendications

Armature en fils ou fibres tissés formée de fils de trame et de fils de chaîne, caractérisée en ce que sa texture est formée par un motif de base constituée par quinze fils de trame R disposés en quinconques formant six colonnes verticales 1 à 6 de deux et trois fils alternativement et au moins cinq lignes horizontales 1 à 5 de trois fils chacune, et par six nappes imbriquées C1 à C6 d'au moins deux fils parallèles soit au moins douze fils a, b, c,...l, reliant chacun un fil de trame sur trois d'une même colonne dans deux lignes adjacentes et les fils de chaîne des nappes consécutives reliant des fils de trame dans des colonnes alternées, le premier fil a de la première nappe C1 reliant le fil de trame R de la colonne 2, dans la ligne 1, soit R_1^2 , au fil de trame R de la colonne 5 dans la ligne 2, soit R_2^5 ; le second fil b de la première nappe C1 reliant le fil de trame R de la colonne 2 dans la ligne 3, soit R_3^2 , au fil de trame R de la colonne 5 dans la ligne 4, soit R_4^5 ; le premier fil c de la deuxième nappe C2 reliant le fil de trame R de la colonne 1 dans la ligne 2, soit R_2^1 , au fil de trame R de la colonne 4, dans la ligne 1, soit R_1^4 ; le second fil d de la deuxième nappe C2 reliant, de même, les fils de trame R_4^1 et R_3^4 , les trajets des fils des nappes suivantes C3,...C6 étant obtenus en ajoutant 2 à chaque référence de colonne correspondante précédente, savoir, pour le premier fil de la nappe

$$C3 = R_2^{1+2} = R_2^3 \text{ et } R_1^{4+2} = R_1^6 \text{ etc.},$$

ce motif étant agrandissable suivant l'épaisseur du matériau à réaliser, avec un nombre impair de lignes.

FIG. 1

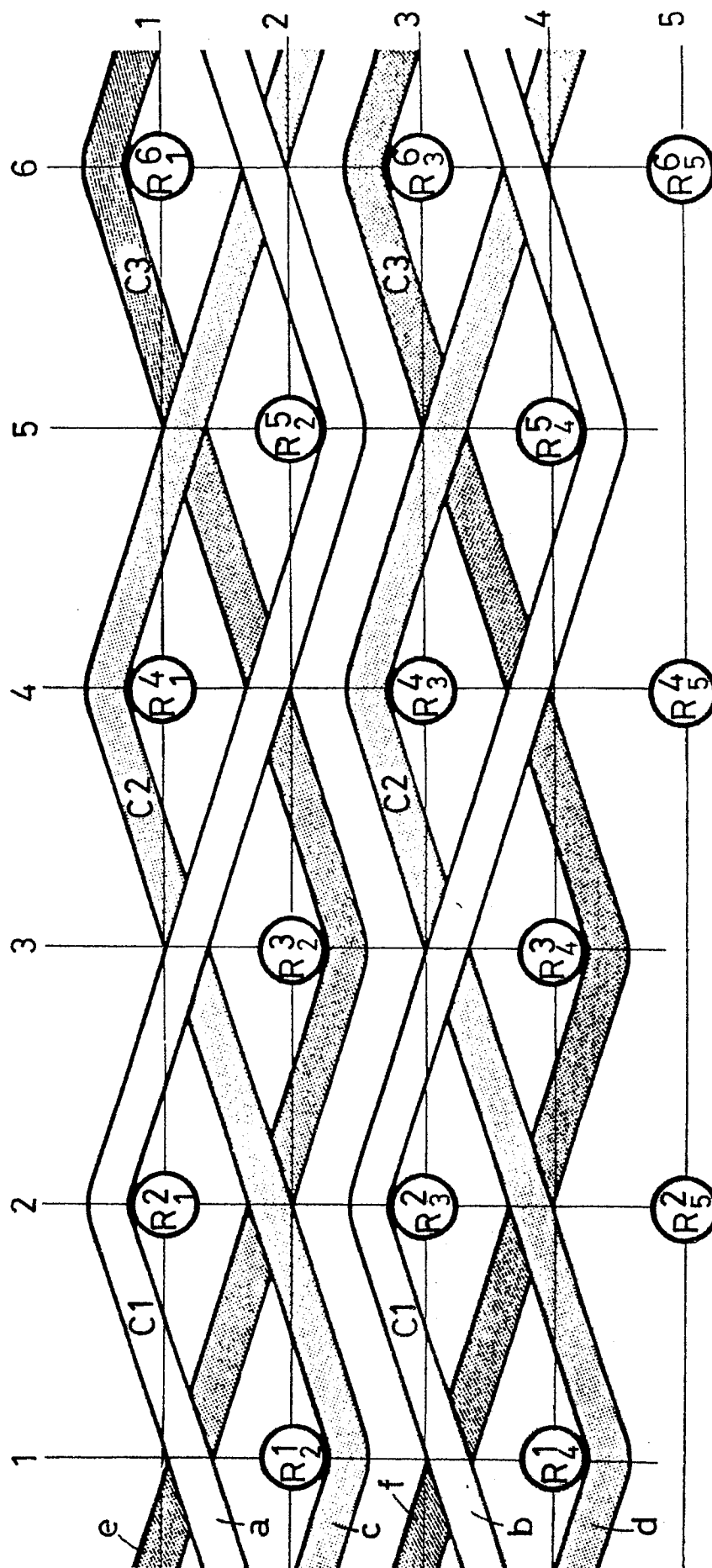


FIG. 2

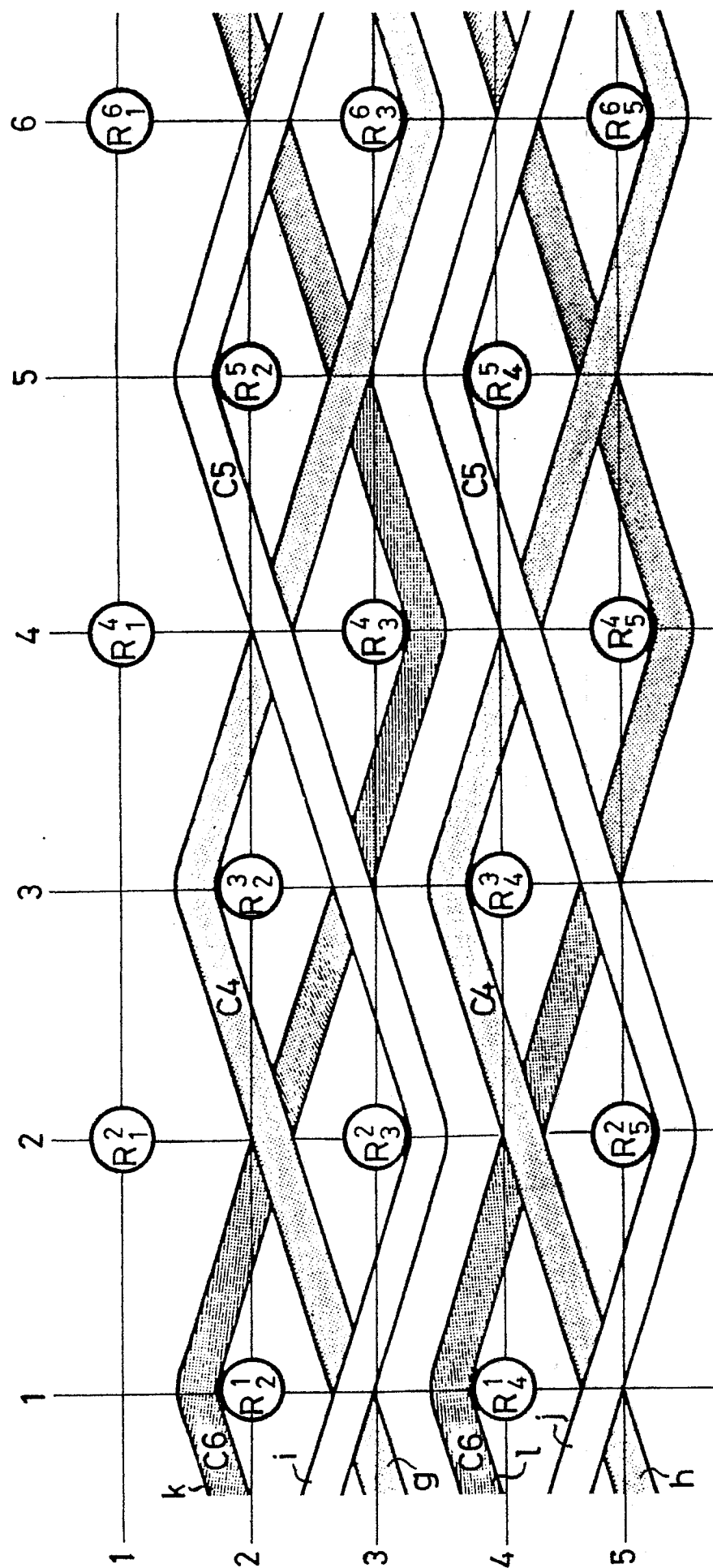
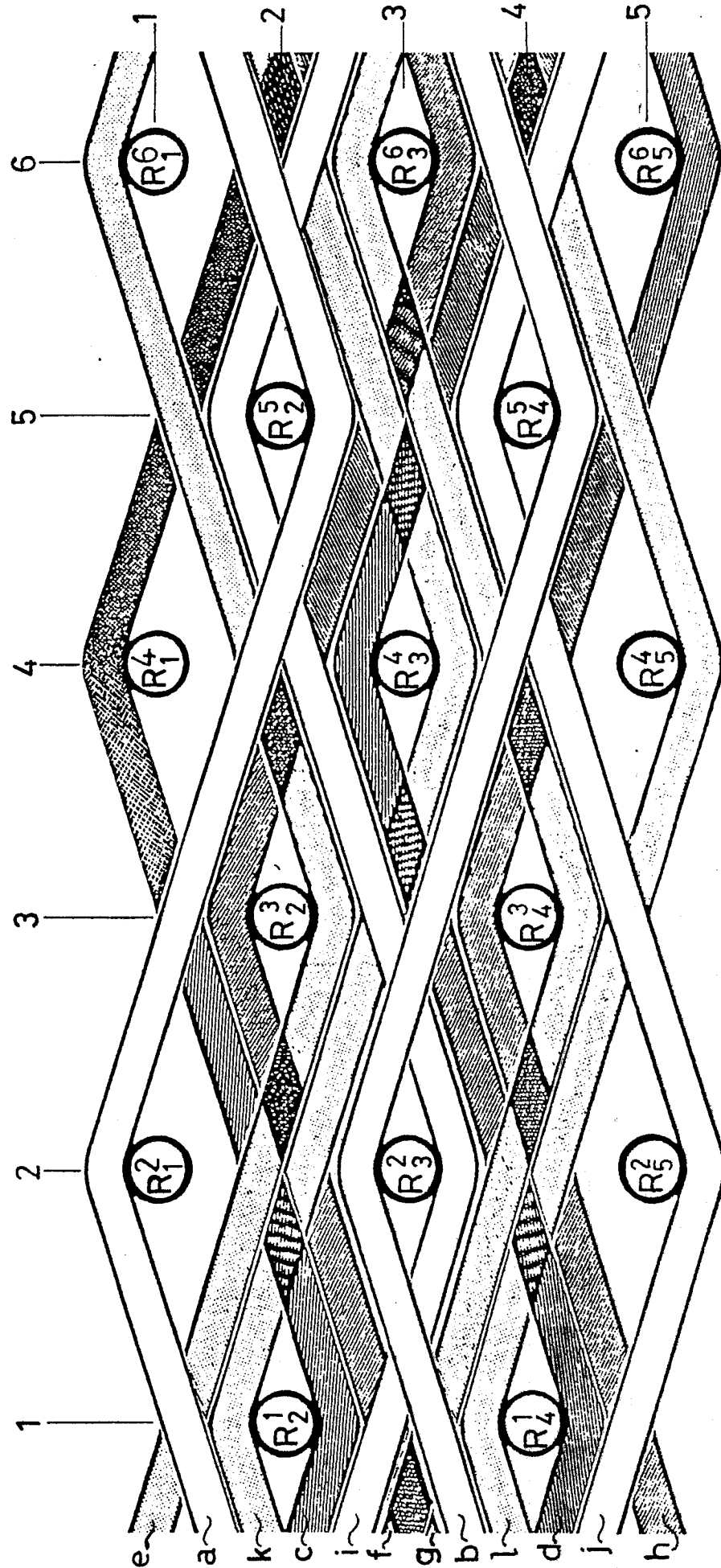
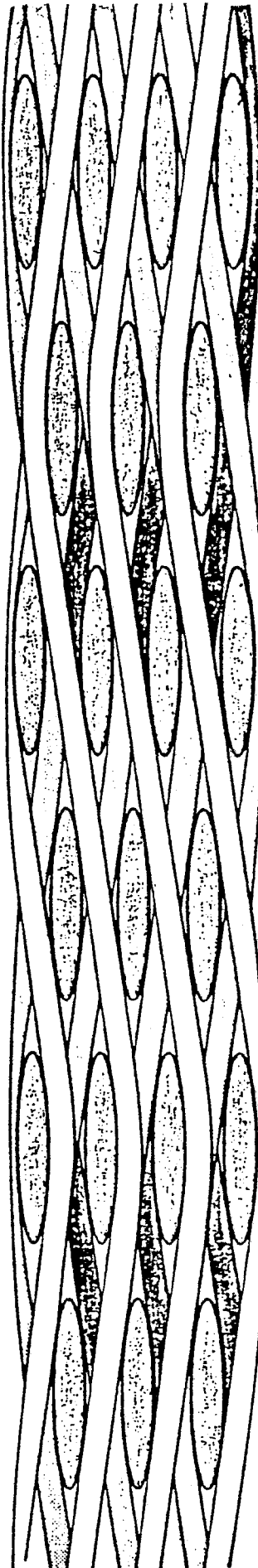


FIG. 3



0283334

FIG. 4





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 88 40 0279

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)
A	US-A-4 174 739 (RASERO) * Figures * ---	1	D 03 D 13/00 B 29 C 67/14
A	DE-A-3 434 115 (SPAAR) ---		
A,D	EP-A-0 101 351 (AEROSPATIALE) ---		
A,D	FR-A-2 395 340 (AEROSPATIALE) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			D 03 D B 64 C B 29 C D 04 C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 26-05-1988	Examineur BOULEGIER C.H.H.
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			