

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

11 Numéro de publication:

**0 283 334**  
**B1**

12

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

45 Date de publication du fascicule du brevet:  
05.12.90

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **D03D 13/00, B29C 67/14**

21 Numéro de dépôt: **88400279.1**

22 Date de dépôt: **08.02.88**

54 **Armature tissée pour matériau composite.**

30 Priorité: **17.02.87 FR 8702012**

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

45 Mention de la délivrance du brevet:  
**05.12.90 Bulletin 90/49**

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

56 Documents cités:  
**EP-A- 0 101 351**  
**DE-A- 3 434 115**  
**FR-A- 2 395 340**  
**US-A- 4 174 739**

73 Titulaire: **AEROSPATIALE Société 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'Illac(FR)**

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

**EP 0 283 334 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

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.

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 inégales.

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.

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.

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 :

### - 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.

### - 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.

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

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.

### - 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.

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 axi-symétriques (3D polaire).

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.

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 US-A 4 174 739, et 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, indélaminable 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 quinconce 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 indélaminable, sans fil perpendiculaire à la paroi.

5 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 :  $R_2^3$  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.

20 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.

25 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.

30 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  $R_2^1$ ,  $R_1^2$ ,  $R_2^3$ , et au dessous de  $R_1^4$ ,  $R_2^5$  et  $R_1^6$ .

35 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.

40 Le deuxième fil tourne autour de  $R_3^2$  puis de  $R_2^5$ . 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.

45 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.

50 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.

55 La représentation 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.

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

65 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<sub>1</sub><sup>2</sup>, au fil de trame R de la colonne 5 dans la ligne 2, soit R<sub>2</sub><sup>5</sup>; 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<sub>3</sub><sup>2</sup>, au fil de trame R de la colonne 5 dans la ligne 4, soit R<sub>4</sub><sup>5</sup>; 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<sub>2</sub><sup>1</sup>, au fil de trame R de la colonne 4, dans la ligne 1, soit R<sub>1</sub><sup>4</sup>; le second fil d de la deuxième nappe C2 reliant, de même, les fils de trame R<sub>4</sub><sup>1</sup> et R<sub>3</sub><sup>4</sup>, 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

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

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

### Patentansprüche

Bewehrung aus gewebten Fäden oder Fasern, gebildet aus Schußfäden und Kettfäden, dadurch gekennzeichnet, daß ihre Struktur aus einem Basismotiv geformt ist, das durch fünfzehn, versetzt angeordnete Schußfäden R, die sechs vertikale Kolonnen 1 bis 6 aus abwechselnd zwei und drei Fäden und wenigstens fünf horizontale Linien 1 bis 5, jede aus drei Fäden, bilden und durch sechs überlappende Bündel C1 bis C6 aus wenigstens zwei parallelen Fäden, das sind wenigstens zwölf Fäden a, b, c, ..., l gebildet wird, wobei jeder einen Schußfaden über drei einer selben Kolonne in zwei angrenzenden Linien bindet und die Kettfäden in aufeinanderfolgenden Bündeln die Schußfäden in den verschiedenen Kolonnen verbinden, der erste Faden a des ersten Bündels C1 verbindet dabei den Schußfaden R der Kolonne 2 in der Linie 1, das ist R<sub>1</sub><sup>2</sup>, mit dem Schußfaden R der Kolonne 5 in der Linie 2, das ist R<sub>2</sub><sup>5</sup>, der zweite Faden b des ersten Bündels C1 verbindet dabei den Schußfaden R der zweiten Kolonne 2 in der Linie 3, das ist R<sub>3</sub><sup>2</sup>, mit dem Schußfaden R der Kolonne 5 in der Linie 4, das ist R<sub>4</sub><sup>5</sup>, der erste Faden c des zweiten Bündels C2 verbindet dabei den Schußfaden R der Kolonne 1 in der Linie 2, das ist R<sub>2</sub><sup>1</sup> mit dem Schußfaden R der Kolonne 4 in der Linie 1, das ist R<sub>1</sub><sup>4</sup>, der zweite Faden d des zweiten Bündels C2 verbindet dabei auf gleiche Weise, die Schußfäden R<sub>4</sub><sup>1</sup> und R<sub>3</sub><sup>4</sup>, die Verläufe der Fäden der folgenden Bündel C3 ..... C6 erhält man durch Hinzufügen von 2 zu jeder entsprechenden vorhergehenden Kolonnennummer, und zwar für den ersten Faden des Bündels

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

usw., wobei dieses Motiv vergrößert werden kann gemäß der herzustellenden Materialstärke mit einer ungeraden Linienanzahl.

### Claims

A reinforcement of woven threads or fibres formed by weft threads and warp threads, characterised in that its texture comprises a basic pattern composed of fifteen weft threads R in a staggered arrangement forming six vertical columns 1 to 6 alternately of two and three threads and at least five horizontal rows 1 to 5 of three threads each, and six interwoven layers C1 to C6 of at least two parallel threads or at least twelve threads a, b, c, ..., l, each thread joining every third weft thread of the same column in two adjacent rows and the warp threads of the consecutive layer joining weft threads in alternate columns, the first thread a of the first layer C1 joining the weft thread R of column 2, in row 1, or R<sub>1</sub><sup>2</sup> to the weft thread R of column 5 in row 2, or R<sub>2</sub><sup>5</sup>; the second thread b of the first layer C1 joining the weft thread R of column 2 in row 3, or R<sub>3</sub><sup>2</sup>, to the weft

thread R of column 5 in row 4, or  $R_4^5$ ; the first thread  $\underline{c}$  of the second layer C2 joining the weft thread R of column 1 in row 2, or  $R_2^1$ , to the weft thread R of column 4, in row 1, or  $R_1^4$ ; the second thread  $\underline{d}$  of the second layer C2 likewise joining the weft threads  $R_4^1$  and  $R_3^4$ , the paths of the threads of the following layers C3, ...C6 being obtained by adding 2 to each reference of the preceding corresponding column, namely for the first thread of the layer

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

etc., it being possible to enlarge this pattern, depending on the thickness of the material to be produced, by an odd number of rows.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

FIG.1

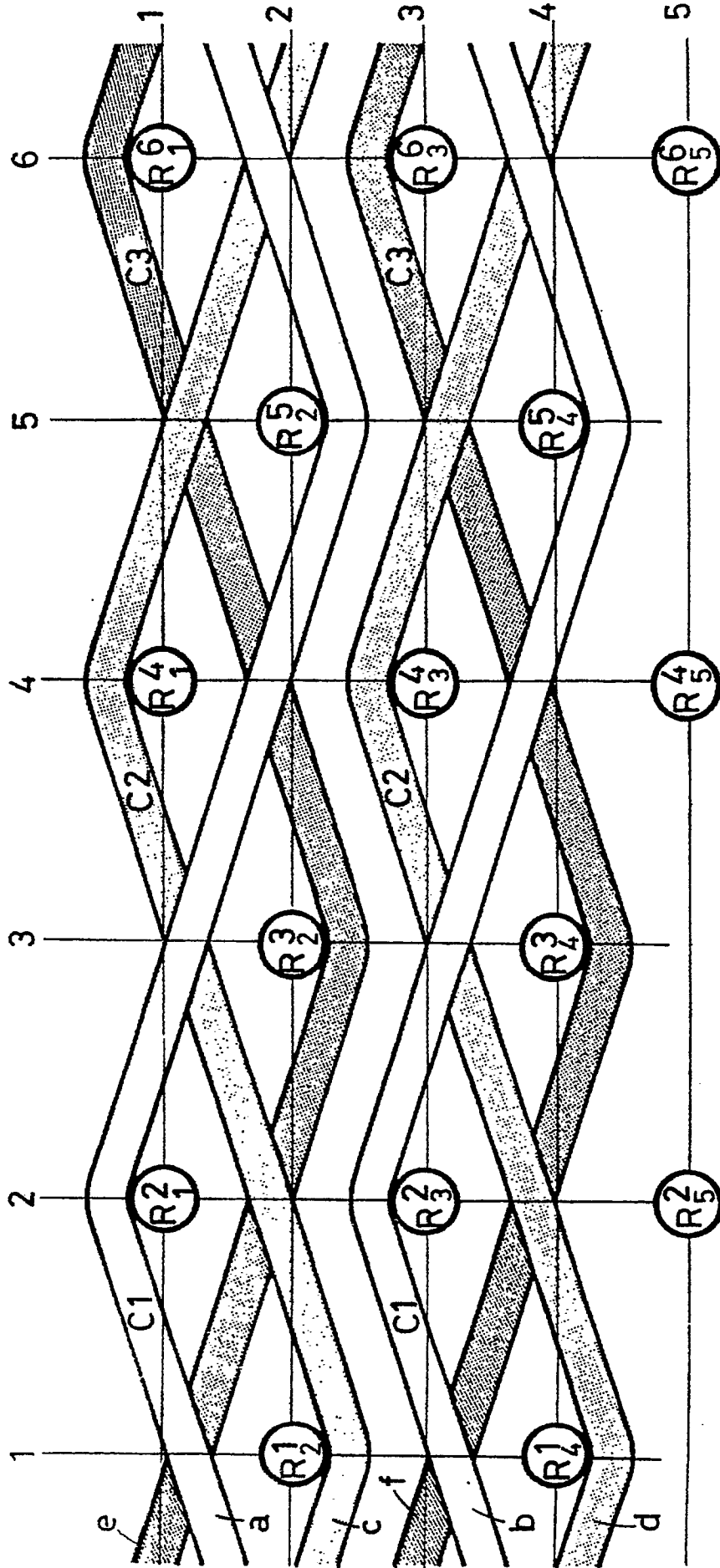


FIG. 2

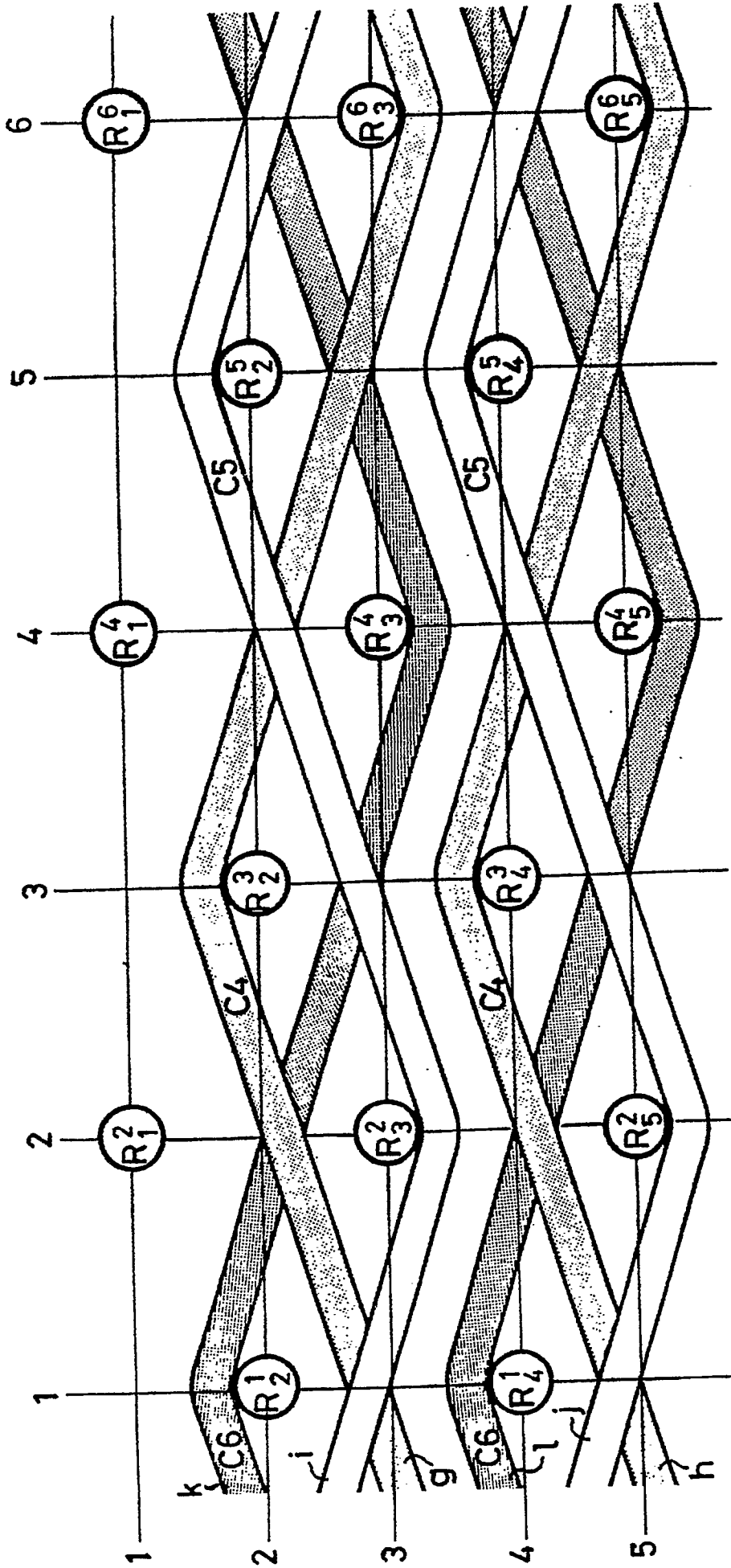


FIG. 3

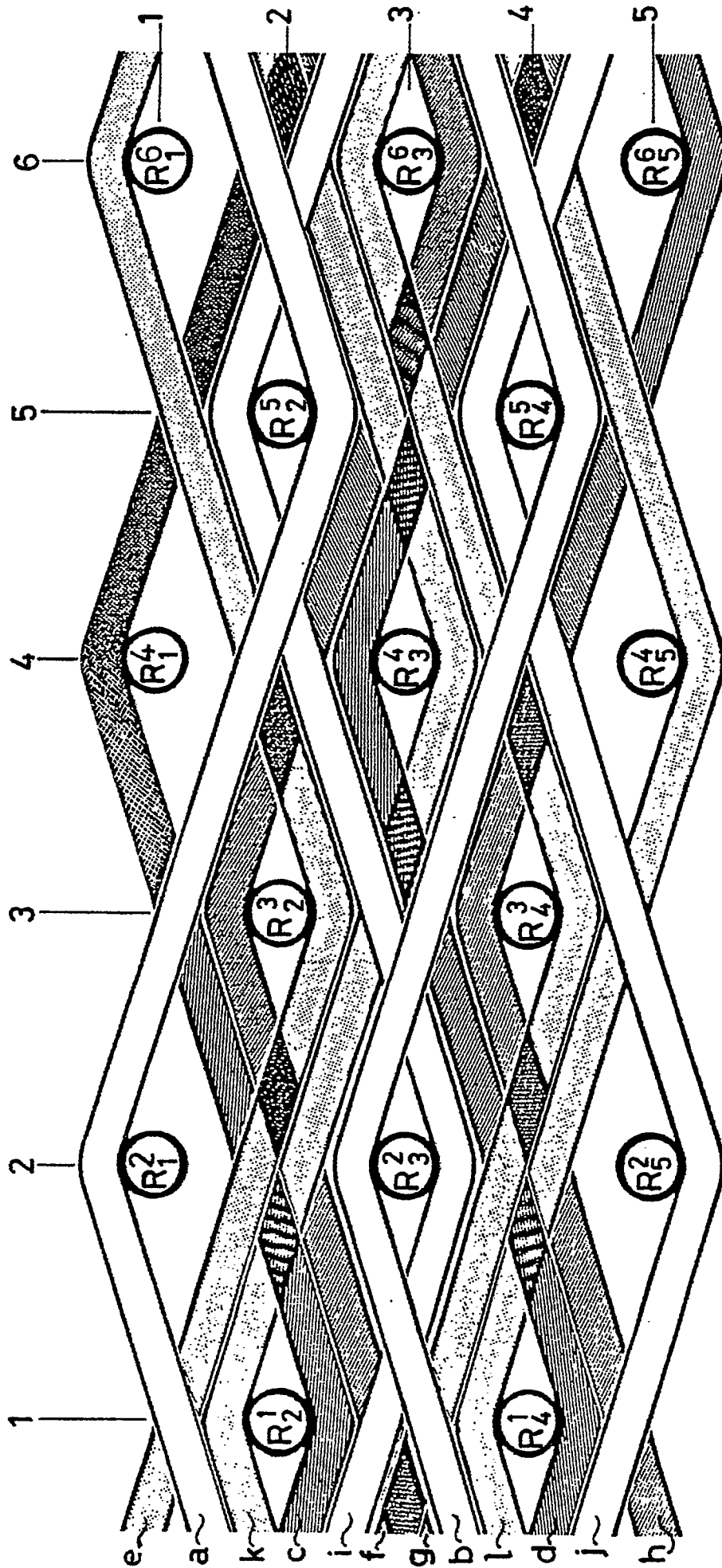


FIG. 4

