

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 922 798 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
16.06.1999 Bulletin 1999/24

(51) Int Cl.6: D03D 13/00

(21) Numéro de dépôt: 98402990.0

(22) Date de dépôt: 30.11.1998

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

- Dupillier, Jean Marc Jacques
33200 Bordeaux (FR)
- Fantino, Lucien
33700 Merignac (FR)
- Monget, François
33700 Merignac (FR)
- Lemaire, Etienne
33160 Saint Medard en Jalles (FR)

(30) Priorité: 10.12.1997 FR 9715608

(71) Demandeur: AEROSPATIALE SOCIETE
NATIONALE INDUSTRIELLE
75016 Paris (FR)

(74) Mandataire: Bonnetat, Christian
CABINET BONNETAT
29, rue de St. Pétersbourg
75008 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• Cahuzac, Georges Jean Joseph Antoine
33110 Le Bouscat (FR)

(54) Dispositif de tissage pour la réalisation d'une structure pour pièce de matière composite

(57) -Dispositif de tissage pour réaliser une structure tissée qui est destinée à la réalisation d'une pièce de matière composite, comportant notamment des moyens (5) pour engendrer des vitesses de déplacement différentes pour au moins certains des fils de chaîne (FC).

table de tourner autour d'un axe longitudinal (X-X) et agencée de sorte que ledit axe longitudinal (X-X) est sensiblement orthogonal à la direction (D) définie par les fils de chaîne (FC), le profil de ladite came étant défini par une longueur transversale (h) variable, perpendiculairement audit axe longitudinal (X-X).

- Selon l'invention, lesdits moyens (5) comportent une came profilée sensiblement plane (5) suscep-

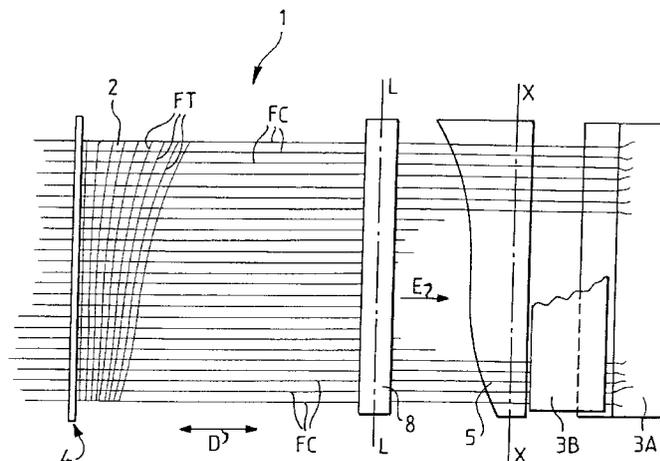


FIG.1

EP 0 922 798 A1

Description

[0001] La présente invention concerne une structure tissée pour la réalisation d'une pièce de matière composite, ainsi qu'un procédé et un dispositif pour réaliser une telle structure tissée.

5 [0002] De façon connue, pour former une pièce de matière composite, on imprègne la structure tissée d'une résine qui est ensuite polymérisée ou autrement durcie, par exemple par une élévation de température ou un bombardement d'électrons.

[0003] Plus particulièrement, quoique non exclusivement, de telles pièces de matière composite sont utilisées dans les domaines aéronautique et spatial en vertu de leurs excellentes propriétés de résistance aux contraintes mécaniques et/ou thermiques. De très nombreuses applications sont envisageables notamment, des protections thermiques de corps rentrant dans l'atmosphère, des tuyères de fusées à poudre, des freins d'avions, des moyeux de rotors d'hélicoptères, des trains d'atterrissage, des emplantures d'ailes, des bords d'attaque, etc ...

10 [0004] Toutefois, dès que les pièces à réaliser présentent une forme complexe avec une variation de forme et/ou d'épaisseur, comme la plupart des pièces précitées, la réalisation devient compliquée. En effet, il est alors nécessaire de former, au lieu d'une simple structure tissée usuelle, des armatures spécifiques appropriées, destinées à être noyées dans la résine durcie.

[0005] De nombreux procédés et appareils ont été imaginés et mis au point pour réaliser de telles armatures spécifiques, généralement compliquées, mais la fabrication automatisée de pièces de forme complexe rencontre de grandes difficultés, qui conduisent à des machines très compliquées et par suite coûteuses, sans pour autant que les pièces obtenues présentent toujours toutes les qualités nécessaires d'homogénéité et de résistance.

20 [0006] Aussi, est-il souvent nécessaire, lorsque les pièces présentent des formes très compliquées et évolutives, de réaliser des découpes ou des usinages ultérieurs de pièces préfabriquées, ce qui augmente bien entendu le coût et diminue la résistance mécanique.

[0007] De plus, de telles armatures spécifiques ne peuvent pratiquement pas être réalisées par tissage, puisque de façon connue une structure tissée qui est réalisée usuellement en enlaçant des fils de trame dans des fils de chaîne déplacés longitudinalement, présente toujours une forme rectangulaire.

25 [0008] Par conséquent, l'état de la technique connu précité présente un double inconvénient, lorsque les pièces à réaliser présentent des formes complexes :

- 30
- d'une part, le tissage est souvent exclu et il est nécessaire de mettre en oeuvre des procédés complexes pour réaliser les armatures appropriées ; et
 - d'autre part, des traitements ultérieurs à la fabrication, tels que des usinages, sont généralement nécessaires.

[0009] On remarquera cependant que le brevet US-A-2 998 030 décrit un processus de tissage, qui met en oeuvre des moyens, tels qu'un rouleau, pour modifier les vitesses de déplacement des différents fils de chaîne, afin d'obtenir une structure tissée de forme curviligne.

35 [0010] La présente invention a pour objet de perfectionner un tel processus pour pouvoir réaliser par tissage des pièces complexes ne nécessitant que peu ou pas du tout de traitements ultérieurs.

[0011] A cette fin, selon l'invention, le dispositif de tissage pour réaliser une structure tissée qui est destinée à la réalisation d'une pièce de matière composite et qui comprend des fils de trame et des fils de chaîne, ledit dispositif comportant notamment :

- 40
- des moyens pour déplacer longitudinalement les fils de chaîne ;
 - des moyens pour enlacer les fils de trame dans lesdits fils de chaîne ; et
 - 45 - des moyens pour engendrer des vitesses de déplacement différentes pour au moins certains desdits fils de chaîne,

est remarquable en ce que lesdits moyens pour engendrer des vitesses de déplacement différentes comportent une came profilée susceptible de tourner autour d'un axe longitudinal, dont le profil est déterminé en fonction du contour souhaité au moins d'un bord latéral de la structure tissée à réaliser, en ce que ladite came présente une forme sensiblement plane et un profil qui est défini par une longueur transversale variable, perpendiculairement audit axe longitudinal, et en ce qu'elle est agencée de sorte que ledit axe longitudinal est sensiblement orthogonal à la direction définie par les fils de chaîne.

[0012] De plus, de façon avantageuse, ledit profil est défini de sorte que sa longueur transversale h_i , en un point P_i selon ledit axe longitudinal, vérifie la relation suivante :

55

$$L_i = \Sigma n(P_j) + F_1(h_i, \theta_2) - F_2(h_i, \theta_1),$$

dans laquelle :

- Li est la longueur souhaitée du fil de chaîne de la structure tissée, qui est situé audit point Pi selon ledit axe longitudinal ;
- n est le nombre de fils de trame de la structure tissée ;
- les n Pj sont les pas de déplacement des fils de chaîne déplacés par pas ; et
- F1 et F2 sont des distances fonctions de ladite longueur transversale hi et respectivement d'angles extrêmes θ_1 et θ_2 de rotation de la came, lors du déplacement des fils de chaîne.

[0013] On remarquera que, grâce à la présente invention, la structure tissée obtenue peut présenter une épaisseur variable, que l'on peut sélectionner librement. Ainsi, grâce à l'invention, on peut modifier la forme de la structure tissée, non seulement dans un plan, mais également transversalement à ce plan, ce qui permet de créer une structure tridimensionnelle de forme quelconque.

[0014] Pour modifier l'épaisseur de la structure tissée, dans le cas d'une réalisation du type multicouche selon l'invention, on peut :

- enlacer un nombre variable de fils de trame superposés ; et/ou
- enlacer des fils de trame présentant des diamètres variables ; et/ou
- modifier la longueur du pas de déplacement des fils de chaîne déplacés longitudinalement par pas, l'enlacement des fils de trame étant réalisé à chaque pas.

[0015] Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

[0016] La figure 1 est une vue schématique de dessus d'un dispositif conforme à l'invention.

[0017] La figure 2 est une vue schématique de côté d'un dispositif conforme à l'invention.

[0018] La figure 3 montre, en perspective, une partie d'un dispositif conforme à l'invention.

[0019] La figure 4 montre schématiquement une partie d'une structure tissée conforme à l'invention.

[0020] La figure 5 est une représentation graphique permettant d'expliciter la détermination du profil d'une came conforme à l'invention.

[0021] Le dispositif de tissage 1 conforme à l'invention et représenté schématiquement sur les figures 1 à 3 permet de réaliser une structure tissée 2, du type nappe, formée de fils de trame FT et de fils de chaîne FC et destinée à la réalisation d'une pièce de matière composite.

[0022] On sait qu'une telle pièce de matière composite est formée de façon usuelle, par ladite structure tissée qui est noyée dans une matrice de résine durcie.

[0023] De façon connue, ledit dispositif 1 comporte notamment :

- des moyens 3A et 3B pour déplacer longitudinalement par pas, selon une direction D, les fils de chaîne FC. A cet effet, lesdits moyens 3A et 3B présentent des formes coopérantes, par exemple en gradins, pour maintenir, en particulier par coincement, lesdits fils de chaîne FC ; et
- des moyens 4, comprenant par exemple un peigne de frappe, pour enlacer lesdits fils de trame FT dans lesdits fils de chaîne FC.

[0024] Selon l'invention, ledit dispositif 1 comporte de plus une came 5 pour engendrer des vitesses de déplacement différentes pour au moins certains desdits fils de chaîne FC.

[0025] L'ensemble des éléments 3A, 3B et 5 et du rouleau 8 précisé ci-dessous sont solidaires et se déplacent ensemble, et la came 5 tourne régulièrement d'un incrément de rotation lorsque les fils de chaîne FC avancent.

[0026] Ainsi, grâce à ces différences de vitesse, on obtient une structure tissée 2, dont au moins un bord latéral 6A selon les fils de trame FT n'est pas perpendiculaire à la direction D définie par les fils de chaîne FC, tel que représenté sur la figure 4.

[0027] Par conséquent, la structure tissée 2 obtenue par le dispositif 1 présente une forme non rectangulaire, car bien que les bords longitudinaux 7A et 7B selon les fils de chaîne FC restent parallèles, au moins le bord latéral 6A n'est pas perpendiculaire auxdits bords longitudinaux 7A et 7B.

[0028] Bien entendu, les adjectifs latéral et longitudinal sont définis par rapport aux fils de trame et de chaîne, et non par rapport à la structure tissée 2 finale, cette dernière pouvant présenter une longueur plus importante selon les fils de trame que selon les fils de chaîne.

[0029] Selon l'invention, ledit bord latéral 6A ou les deux bords latéraux peuvent présenter :

- soit une ligne rectiligne de manière à obtenir une structure tissée de forme trapézoïdale ;

EP 0 922 798 A1

- soit une ligne courbe quelconque, comme représenté sur la figure 4.

[0030] En outre, selon l'invention, la came profilée 5 est susceptible de tourner, au moins partiellement autour d'un axe X-X orthogonal à la direction D, et est agencée en amont des moyens 3A et 3B, dans le sens E de déplacement ou d'avancement des fils de chaîne FC, à proximité desdits moyens 3A et 3B.

[0031] Comme on peut le voir sur les figures 1 à 3, le dispositif 1 conforme à l'invention comporte de plus le rouleau 8 d'axe L-L parallèle à l'axe X-X et agencé à une distance d en amont de l'axe X-X, tel que représenté sur la figure 5.

[0032] Ladite came profilée 5 de forme générale plane présente un profil adapté à la forme du bord latéral 6A que l'on souhaite obtenir, comme précisé ci-dessous. Ledit profil est défini par une longueur transversale h variable, perpendiculairement audit axe longitudinal X-X, comme représenté sur la figure 5.

[0033] Sur cette figure 5, on a représenté de plus :

- θ , l'angle de rotation de la came 5, de valeur comprise entre deux valeurs limites θ_1 et θ_2 non représentées ;
- r, le rayon du rouleau 8, ainsi que des extrémités arrondies 5A et 5B de la came profilée 5, qui présentent le même rayon ;
- l, la longueur entre l'axe L-L du rouleau 8 et l'axe de l'extrémité arrondie 5A de la came profilée 5 ; et
- α , un angle qui est défini par les conditions de tangence du fil de chaîne FC.

[0034] Selon l'invention, ledit profil de la came 5 est défini de sorte que sa longueur transversale h_i , en un point P_i le long de l'axe longitudinal X-X, tel que représenté sur la figure 3, vérifie la relation suivante :

$$L_i = P \cdot n + F_1(h_i, \theta_2) - F_2(h_i, \theta_1) \quad (\text{EO})$$

dans laquelle :

- L_i est la longueur souhaitée du fil de chaîne FC_i de la structure tissée 2, qui est situé audit point P_i selon ledit axe longitudinal X-X ;
- n est le nombre de fils de trame FT de la structure tissée 2 ;
- P est le pas de déplacement des fils de chaîne FC sous l'action des moyens 3A, qui a lieu à chaque fois que l'on met en place un fil de trame FT et qui est supposé constant ; et
- F_1 et F_2 sont des distances précisées ci-dessous et fonctions de ladite longueur transversale h_i et respectivement desdits angles extrêmes θ_1 et θ_2 de rotation de la came 5.

[0035] Bien entendu, la longueur obtenue par le produit $P \cdot n$ peut être déterminée différemment si le pas P de déplacement ou d'avancement des fils de chaîne FC n'est pas constant, à savoir par une simple sommation des longueurs des différents pas.

[0036] Selon l'invention, les paramètres h, d, r, θ_1 et θ_2 précités sont optimisés pour avoir la meilleure uniformité de répartition possible des fils de trame FT entre les bords latéraux 6A et 6B de la structure tissée 2.

[0037] On précise ci-après le mode de calcul des fonctions F_1 et F_2 . Comme le calcul est le même pour les deux fonctions, on l'explique sur une fonction F dépendant d'un angle θ . Pour obtenir F_1 et F_2 , il suffira de remplacer θ respectivement par θ_1 et θ_2 , dans cette fonction F.

[0038] A partir de relations géométriques et de la représentation de la figure 5, et en supposant que :

- la structure tissée 2 ne glisse pas de la came 5 selon la direction X-X ;
- les fils de chaîne FC présentent une élasticité nulle ; et
- l'épaisseur de la structure tissée 2 est constante et indépendante de la tension et de la pression,

on déduit facilement l'expression :

$$F = r + r\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) + h + r(\alpha + \theta) + l + r\alpha,$$

qui s'écrit

$$F = r\left(1 + \frac{\pi}{2} + 2\alpha\right) + h + l.$$

EP 0 922 798 A1

[0039] Dans cette dernière expression, r , h , θ et d sont des paramètres variables à choisir, et l et α sont des inconnues, que l'on peut calculer, comme précisé ci-dessous.

[0040] En réalisant une double projection respectivement sur un axe horizontal et un axe vertical non représentés, on obtient les deux relations suivantes :

5

$$d = -r\sin\theta + h\cos\theta + r\sin\theta + r\sin\alpha + l\cos\alpha + r\sin\alpha \quad (1)$$

10

$$0 = r + r\cos\theta + h\sin\theta + r(1-\cos\theta) - r(1-\cos\alpha) - l\sin\alpha - r(1-\cos\alpha) \quad (2)$$

qui se simplifient en :

15

$$l\cos\alpha + 2r\sin\alpha = d - h\cos\theta \quad \text{pour (1)}$$

$$l\sin\alpha - 2r\cos\alpha = h\sin\theta \quad \text{pour (2)}.$$

20 **[0041]** En calculant l'expression $(1)^2 + (2)^2$, on obtient

$$l^2 + 4r^2 = d^2 + h^2 - 2dh\cos\theta,$$

25 c'est-à-dire :

$$l = \sqrt{d^2 + h^2 - 4r^2 - 2dh\cos\theta}.$$

30 **[0042]** En outre, à partir de l'expression $(1)\sin\alpha + (2)\cos\alpha$, on obtient :

$$2r = (d - h\cos\theta)\sin\alpha - h\sin\theta\cos\alpha,$$

35 c'est-à-dire :

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{2r}{\sqrt{d^2 + h^2 - 2dh\cos\theta}}\right) + \arcsin\left(\frac{h\sin\theta}{\sqrt{d^2 + h^2 - 2dh\cos\theta}}\right).$$

40 **[0043]** De ce qui précède, on est en mesure de calculer l et α , et donc de former la fonction F à partir des paramètres r , h , d et θ .

[0044] Par conséquent, en prenant des valeurs déterminées de r , d , θ_1 et θ_2 et en utilisant ladite fonction F et l'expression (EO) précitée, on arrive à déduire la distance h_i pour chaque point P_i considéré, c'est-à-dire à déterminer le profil de la came 5.

45 **[0045]** On notera de plus que, sur le dispositif de tissage 1 mis en oeuvre conformément à l'invention, chaque fil de chaîne FC est enroulé sur une bobine indépendante non représentée de manière à permettre de délivrer des longueurs de fil différentes telles que précisées et exigées par ledit dispositif 1.

[0046] Le dispositif 1 conforme à l'invention permet également de modifier l'épaisseur de la structure tissée 2, notamment dans le cas de réalisation d'une structure de type multicouche.

50 **[0047]** Pour ce faire, c'est-à-dire pour obtenir une épaisseur variable, selon l'invention :

- on enlace, à chaque pas de déplacement du dispositif 1, des fils de trame FT superposés présentant un nombre et/ou un diamètre variables ; et/ou
- 55 - on varie la longueur du pas P de déplacement ou d'avancement des fils de chaîne FC.

[0048] Pour ce faire, il suffit de former en correspondance notamment les moyens 4 précités.

[0049] Ainsi, grâce à l'invention, on peut réaliser des structures tissées 2 de forme et d'épaisseur variables. On est

donc en mesure de préformer les structures tissées 2 en fonction des pièces de matière composite à fabriquer, ce qui réduit considérablement les traitements ultérieurs, du type usinage, auxquels sont ensuite soumises lesdites pièces. [0050] De plus, le dispositif 1 conforme à l'invention est simple à réaliser et à mettre en oeuvre et il est peu coûteux.

5

Revendications

10

1. Dispositif de tissage pour réaliser une structure tissée qui est destinée à la réalisation d'une pièce de matière composite et qui comprend des fils de trame (FT) et des fils de chaîne (FC), ledit dispositif (1) comportant notamment :

15

- des moyens (3A, 3B) pour déplacer longitudinalement les fils de chaîne (FC) ;
- des moyens (4) pour enlacer les fils de trame (FT) dans lesdits fils de chaîne (FC) ; et
- des moyens (5) pour engendrer des vitesses de déplacement différentes pour au moins certains desdits fils de chaîne (FC),

20

caractérisé en ce que lesdits moyens (5) pour engendrer des vitesses de déplacement différentes comportent une came profilée (5) susceptible de tourner autour d'un axe longitudinal (X-X), dont le profil est déterminé en fonction du contour souhaité au moins d'un bord latéral (6A) de la structure tissée (2) à réaliser, en ce que ladite came (5) présente une forme sensiblement plane et un profil qui est défini par une longueur transversale (h) variable, perpendiculairement audit axe longitudinal (X-X), et en ce qu'elle est agencée de sorte que ledit axe longitudinal (X-X) est sensiblement orthogonal à la direction (D) définie par les fils de chaîne (FC).

25

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit profil est défini de sorte que sa longueur transversale h_i , en un point P_i selon l'axe longitudinal (X-X), vérifie la relation suivante :

$$L_i = \sum n(P_j) + F_1(h_i, \theta_2) - F_2(h_i, \theta_1),$$

30

dans laquelle :

35

- L_i est la longueur souhaitée du fil de chaîne (FC_i) de la structure tissée (2), qui est situé audit point P_i selon ledit axe longitudinal (X-X) ;
- n est le nombre de fils de trame (FT) de la structure tissée (2) ;
- les $n P_j$ sont les pas de déplacement des fils de chaîne (FC) déplacés par pas ; et
- F_1 et F_2 sont des distances fonctions de ladite longueur transversale h_i et respectivement d'angles extrêmes θ_1 et θ_2 de rotation de la came (5).

40

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour réaliser une structure tissée présentant une épaisseur variable, caractérisé en ce que lesdits moyens (4) pour enlacer des fils de trame (FT) enlacent un nombre variable de fils de trame (FT) superposés.

45

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour réaliser une structure tissée présentant une épaisseur variable, caractérisé en ce que lesdits moyens (4) pour enlacer des fils de trame (FT) enlacent des fils de trame (FT) présentant des diamètres variables.

50

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour réaliser une structure tissée présentant une épaisseur variable, caractérisé en ce qu'il est formé de manière à pouvoir modifier la longueur du pas de déplacement des fils de chaîne (FC) déplacés longitudinalement par pas, l'enlacement de fils de trame (FT) étant réalisé à chaque pas.

55

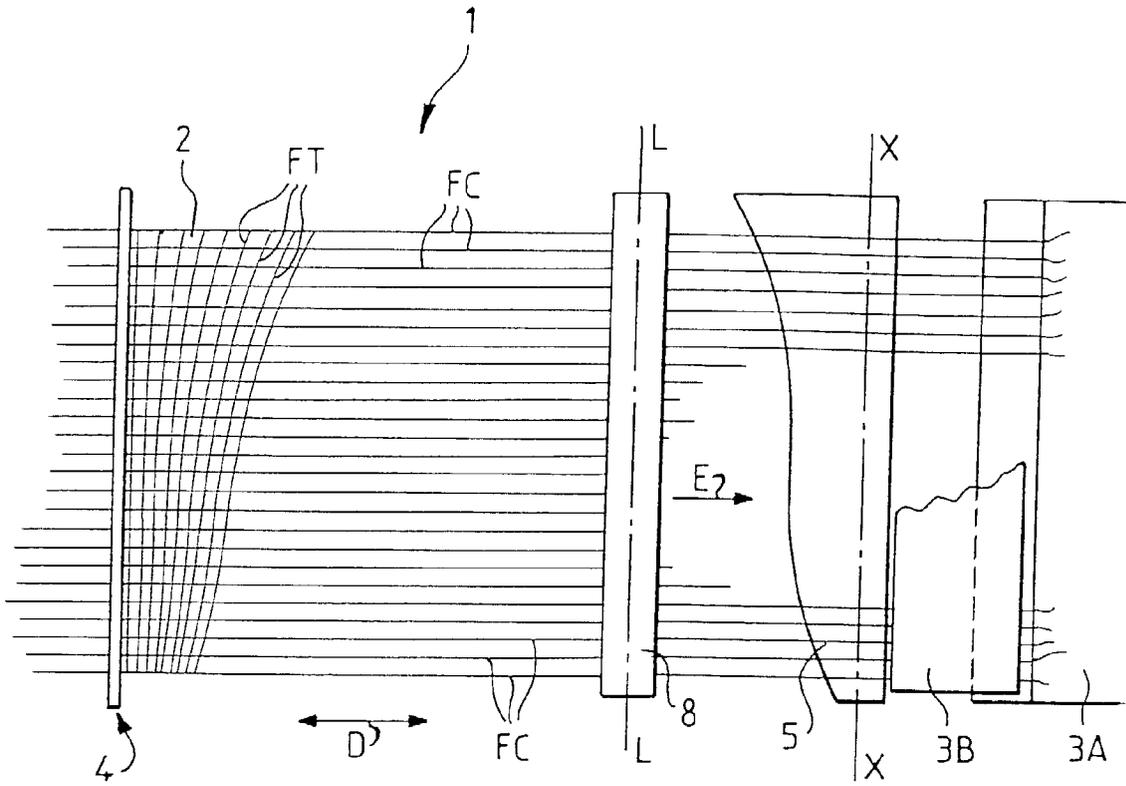


FIG. 1

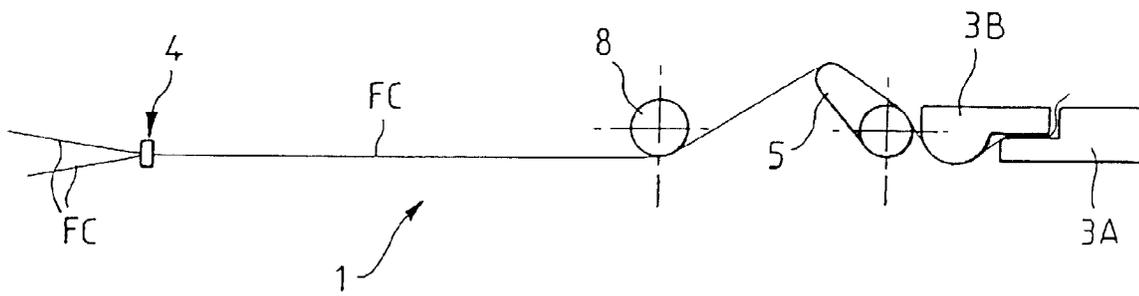


FIG. 2

FIG. 3

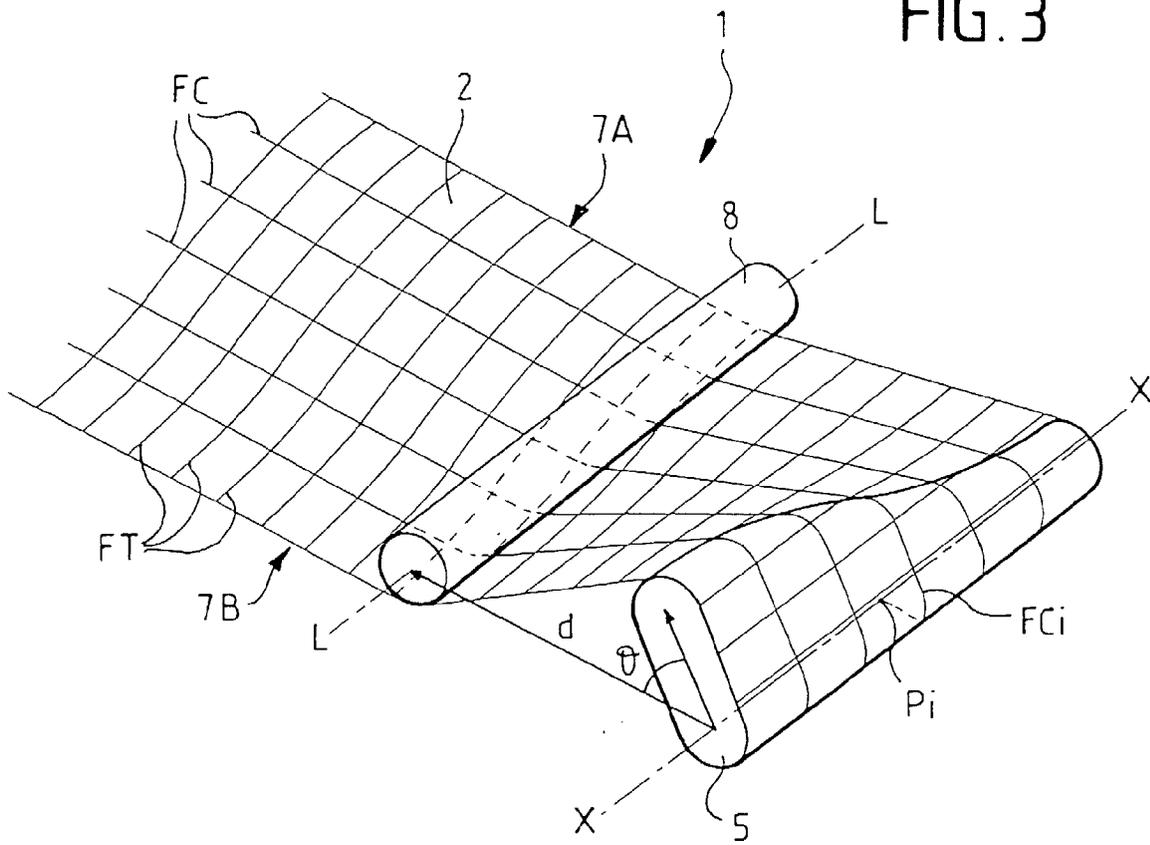
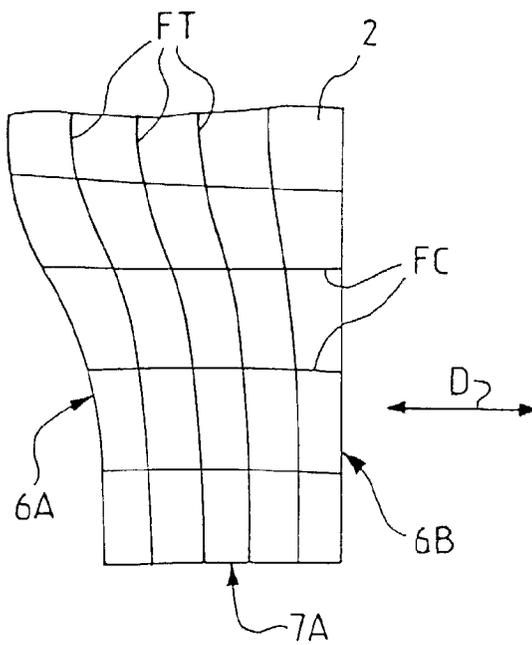


FIG. 4



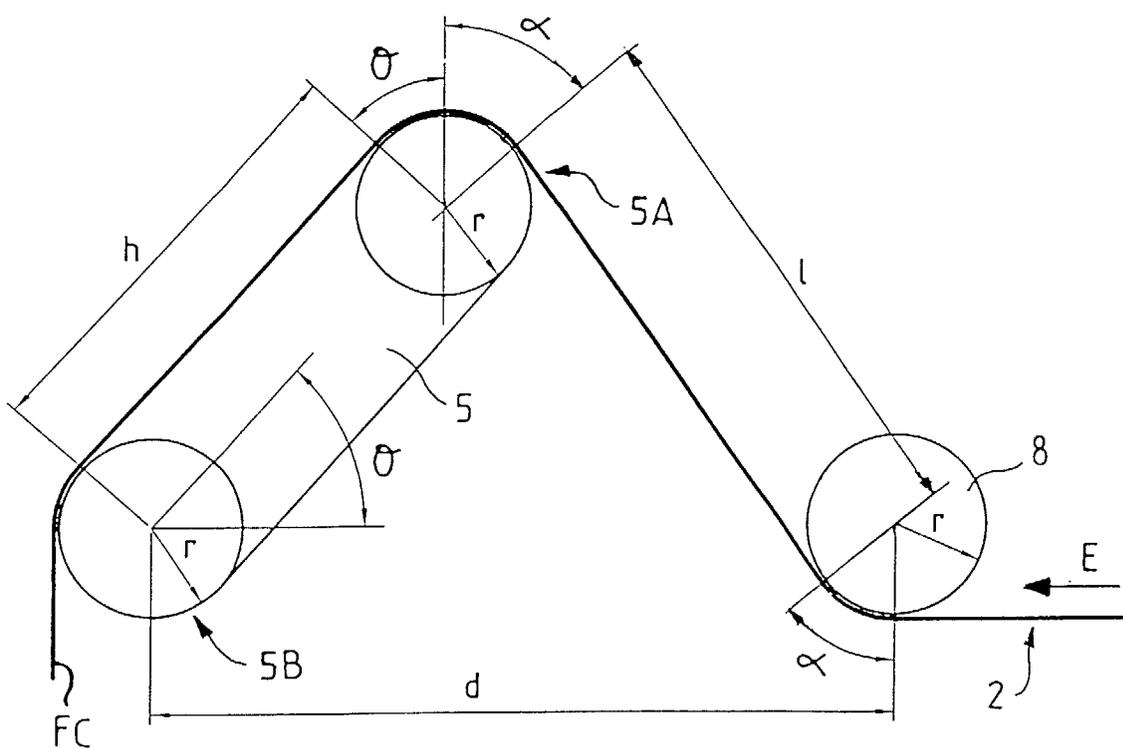


FIG. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 40 2990

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.6)
A, D A	US 2 998 030 A (KOPPELMAN) 29 août 1961 * colonne 1, ligne 32 - ligne 42 * * colonne 4, ligne 9 - colonne 5, ligne 47; figures 1-4 * ---	1 6,11	D03D13/00
A	FR 2 307 064 A (PERMESS) 5 novembre 1976 * figures 1,2 * ---	3	
A	DE 36 09 845 A (STROMAG) 24 septembre 1987 * figures 1,2 * -----	5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			D03D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 26 mars 1999	Examineur Boutelegier, C
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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</p>			

EPO FORM 1503 03/82 (P44C02)

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

EP 98 40 2990

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.

26-03-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2998030 A	29-08-1961	AUCUN	
FR 2307064 A	05-11-1976	GB 1547780 A JP 51133574 A	27-06-1979 19-11-1976
DE 3609845 A	24-09-1987	AUCUN	

EPO FORM P0460

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