

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
27 décembre 2007 (27.12.2007)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2007/148018 A1**

(51) Classification internationale des brevets :  
*D03D 25/00* (2006.01) *B29C 70/00* (2006.01)  
*D03D 11/00* (2006.01) *C08J 5/00* (2006.01)  
*D03D 15/00* (2006.01) *B32B 27/04* (2006.01)

(74) Mandataires : **JOLY, Jean-Jacques** etc.; Cabinet Beau de Lomenie, 158 rue de l'Université, F-75340 Paris Cedex 07 (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2007/051476

(22) Date de dépôt international : 20 juin 2007 (20.06.2007)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
0652572 21 juin 2006 (21.06.2006) FR

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
**SNECMA PROPULSION SOLIDE** [FR/FR]; Le Haillan, Les Cinq Chemins, F-33187 Le Haillan Cedex (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BOUIL-LON, Eric** [FR/FR]; 33 rue des Graves, F-33185 Le Haillan (FR). **CHARLEUX, François** [FR/FR]; 4 impasse Fenouil, F-33000 Bordeaux (FR). **LOUCHET-POUIL-LERIE, Caroline** [FR/FR]; 40 ter allée du Luquet, F-33460 Arsac (FR). **BOUVIER, Rémi** [FR/FR]; Résidence Les Jardinelles - Appt 42, 2-C rue des violettes, F-33700 Merignac (FR). **COUPE, Dominique** [FR/FR]; 70 avenue de Paris, Parc Sainte Christine, F-33185 Le Haillan (FR).

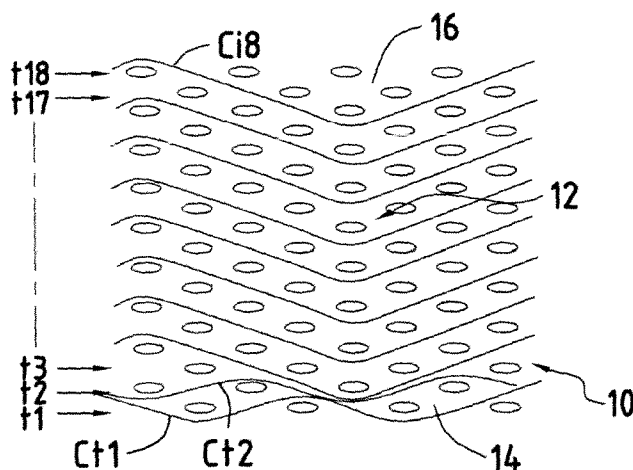
Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: FIBROUS REINFORCEMENT STRUCTURE FOR PRODUCING A COMPOSITE PART.

(54) Titre : STRUCTURE FIBREUSE DE RENFORT POUR LA RÉALISATION DE PIÈCE EN MATÉRIAU COMPOSITE.



(57) Abstract: A fibrous reinforcement structure (10), woven as a single piece for the manufacture of a composite part, has an internal portion (12), or core, produced by three-dimensional weaving with yarns comprising discontinuous fibres, and a portion (14, 16) adjacent to an outer surface, or skin, produced by weaving with yarns formed from continuous filaments.

(57) Abrégé : Une structure fibreuse de renfort (10) tissée en une seule pièce pour la fabrication de pièce en matériau composite a une partie interne (12), ou cœur, réalisée par tissage tridimensionnel avec des fils comprenant des fibres discontinues, et une partie (14, 16) adjacente à une surface extérieure, ou peau, réalisée par tissage avec des fils formés de filaments continus.

WO 2007/148018 A1

## **Structure fibreuse de renfort pour la réalisation de pièce en matériau composite.**

### Arrière-plan de l'invention

5 L'invention concerne la réalisation de pièces en matériau composite et plus particulièrement la réalisation de structures fibreuses de renfort pour de telles pièces.

Un domaine d'application de l'invention est plus particulièrement la réalisation de pièces en matériau composite thermostructural, c'est-à-dire  
10 en un matériau ayant des propriétés mécaniques qui le rendent apte à constituer des éléments de structures et ayant la capacité de conserver ces propriétés à des températures élevées. Des matériaux composites thermostructuraux sont typiquement les matériaux composites carbone/  
15 carbone (C/C) ayant un renfort fibreux en carbone densifié par une matrice en carbone, et les matériaux composites à matrice céramique (CMC) ayant un renfort fibreux réfractaire (carbone ou céramique) densifié par une matrice céramique. Des pièces en matériau composite thermostructural sont utilisées notamment dans les domaines  
aéronautique et spatial.

20 Pour des pièces en matériau composite présentant une certaine épaisseur, il est courant de réaliser la structure de renfort en plusieurs couches superposées liées entre elles pour éviter une décohésion entre couches, notamment par tissage tridimensionnel.

Par ailleurs, en particulier dans le cas où la pièce en matériau  
25 composite est obtenue par densification de la structure fibreuse de renfort par infiltration chimique en phase gazeuse (ou CVI, pour "Chemical Vapor Infiltration"), il peut être utile de ménager un accès aisé à la phase gazeuse jusqu'au cœur de la structure fibreuse ou de faire en sorte que celle-ci présente une porosité relativement uniforme pour réaliser une  
30 densification aussi peu inhomogène que possible. En effet, en cas de difficultés d'accès au sein de la porosité de la structure fibreuse, ou en présence de pores de tailles très différentes, les pores les plus petits étant obturés plus rapidement, un fort gradient de densification est inévitable qui affecte les propriétés du matériau composite.

35 Il a été proposé dans le document EP 0 489 637 d'utiliser pour l'élaboration d'une structure fibreuse de renfort de pièce en matériau

composite thermostuctural un fil formé de fibres discontinues sensiblement sans torsion, la cohésion du fil étant assurée par un fil de guipage. La structure peut être réalisée par tissage tridimensionnel. Le fil de guipage est en matériau fugace ou fugitif qui est éliminé après tissage, autorisant un foisonnement des filaments discontinus, ce qui favorise le fractionnement de la porosité de la structure tissée et, en combinaison avec le tissage tridimensionnel, favorise l'accès de la phase gazeuse au cœur de la structure fibreuse lors d'une densification ultérieure par CVI.

Toutefois, dans le cas de la fabrication de pièces en matériau composite devant présenter un état de surface assez lisse, un arasage de la surface est nécessaire après un premier stade de densification partielle, ou stade de consolidation, pour éliminer les irrégularités créées par le foisonnement à la surface des filaments discontinus libérés après l'élimination du fil de guipage. L'ajout à la surface d'une strate de tissu bidimensionnel peut en outre être nécessaire avant poursuite de la densification afin d'obtenir un état de surface souhaité.

#### Objet et résumé de l'invention

L'invention a pour but de remédier aux inconvénients que représentent de telles opérations supplémentaires et, plus généralement vise à proposer une structure fibreuse destinée à constituer un renfort pour une pièce en matériau composite et répondant à des contraintes d'infiltrabilité aisée par une phase gazeuse lors d'une densification CVI et des contraintes d'aspect et/ou de propriétés particulières souhaités pour la pièce réalisée.

Ce but est atteint avec une structure fibreuse de renfort de pièce en matériau composite, ladite structure fibreuse étant tissée en une seule pièce et ayant une partie interne, ou cœur, et une partie adjacente à une surface extérieure, ou peau, structure dans laquelle le cœur est réalisé par tissage tridimensionnel avec des fils au moins majoritairement formés de fibres discontinues et la peau est réalisée par tissage avec des fils formés de filaments continus.

Ainsi, une densification de la structure fibreuse par CVI est favorisée à cœur, évitant un fort gradient de densification entre cœur et peau, tandis qu'en peau un état de surface exempt de fortes irrégularités est préservé.

Selon un mode de réalisation, le cœur est réalisé par tissage interlock qui ménage un accès plus aisé à la phase gazeuse au cœur de la préforme, tandis que la peau est réalisée par tissage avec une armure de type toile, satin ou sergé, ce qui permet de limiter les irrégularités de surface. Le tissage de la peau peut comprendre un tissage 2D, auquel cas le tissage interlock assure la liaison de couches de trame entre elles jusque dans la peau, ou un tissage 3D multicouches.

Selon un autre mode de réalisation, le cœur et la peau pourront être réalisés par tissage 3D multicouches avec des armures différentes, par exemple une armure de type satin dans la partie de cœur et une armure de type toile ou sergé dans la partie de peau. Une armure de type toile en peau permet un accès plus aisé aux gaz à travers la peau en comparaison avec une armure de type satin et favorise donc une densification par CVI à cœur.

Selon encore un autre mode de réalisation, la peau est réalisée avec une contexture plus faible que celle avec laquelle le cœur est réalisé, ce qui ménage alors un accès plus aisé à la phase gazeuse à travers la peau vers le cœur de la préforme.

On pourra faire varier à la fois le mode de tissage 3D et la contexture entre cœur et peau.

On pourra en outre former les parties différentes de la structure fibreuse avec des fils de natures chimiques différentes afin de leur conférer des propriétés particulières souhaitées, notamment de résistance à l'usure ou à l'oxydation.

Le tissage de la partie de cœur peut être réalisé avec des fils qui sont formés de fibres discontinues sensiblement sans torsion et d'au moins un fil de guipage fugitif assurant la cohésion des fils.

L'invention vise aussi une pièce en matériau composite ayant une structure fibreuse de renfort telle que définie ci-avant densifiée par une matrice.

#### Brève description des dessins

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description faite ci-après en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1 à 3 illustrent des armures de tissage tridimensionnel interlock et multicouches ;

- les figures 4A à 4H représentent différents plans successifs d'armure d'une structure fibreuse de renfort selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- 5 - les figures 5A à 5H représentent différents plans successifs d'armure d'une structure fibreuse de renfort selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- les figures 6A à 6H représentent différents plans successifs d'armure d'une structure fibreuse de renfort selon un troisième mode de réalisation de l'invention ; et
- 10 - les figures 7A à 7L représentent différents plans successifs d'armure d'une structure fibreuse de renfort selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

#### Définitions

15 Par "filaments continus", on entend ici de façon conventionnelle des éléments fibreux ayant une très grande longueur par rapport à leur diamètre. Ainsi, dans le cas par exemple d'une structure de renfort constituant une préforme d'une pièce en matériau composite et réalisée à partir de filaments continus, au moins une très grande majorité de ceux-ci

20 s'étendent continûment dans la préforme en étant interrompus seulement aux limites géométriques de la préforme. Dans le cas de filaments continus non naturels, ils sont habituellement obtenus par filage d'une matière synthétique suivi éventuellement d'une ou plusieurs opération(s) physico-chimique(s) (étirage, ensimage, traitement thermique, ...).

25 Des fils constitués de filaments continus, ou multifilaments, sont formés en assemblant des filaments continus côte à côte avec ou sans torsion.

Par "fibres discontinues" on entend ici de façon conventionnelle des éléments fibreux qui, dans le cas de fibres non naturelles, sont formés par

30 coupe ou étirage-craquage de filaments continus. Des fibres discontinues ou fibres courtes ont une longueur habituellement de quelques millimètres à quelques dizaines de millimètres.

Des fils constitués de fibres discontinues, ou filés de fibres, sont formés en assemblant les fibres discontinues par retorsion ou par guipage,

35 le guipage consistant à conférer une cohésion par enroulement d'un fil de

guipage autour d'un ensemble de fibres discontinues qui peuvent être non retordues ou faiblement retordues.

Par "tissage bidimensionnel" ou "tissage 2D", on entend ici un mode de tissage classique par lequel chaque fil de chaîne passe d'un côté à l'autre de fils d'une seule couche de trame.

Par "tissage tridimensionnel" ou "tissage 3D", on entend ici un mode de tissage par lequel certains au moins des fils de chaîne lient des fils de trame sur plusieurs couches de trame.

Par "tissage interlock", on entend ici une armure de tissage 3D dont chaque couche de chaîne lie plusieurs couches de trames avec tous les fils de la même colonne de chaîne ayant le même mouvement dans le plan de l'armure. La figure 1 est une vue d'un de 8 plans d'une armure interlock à 7 couches de chaîne et 8 couches de trame. Dans l'armure interlock illustrée, une couche de trame T est formée de deux demi-couches de trame t adjacentes décalées l'une par rapport à l'autre dans le sens chaîne. On a donc 16 demi-couches de trame positionnées en quinconce. Chaque chaîne lie 3 demi-couches de trame. Dans ce qui suit, le terme "couche" pourra être utilisé pour désigner une couche complète ou une demi-couche de fils de trame, sauf indication contraire.

On pourrait aussi adopter une disposition en trame non en quinconce, les fils de trame de deux couches de trame voisines étant alignés sur des mêmes colonnes.

Par "tissage multicouches", on désigne ici un tissage 3D avec plusieurs couches de trame dont l'armure de base de chaque couche est équivalente à une armure de tissu 2D classique, tel qu'une armure de type toile, satin ou sergé, mais avec certains points de l'armure qui lient les couches de trame entre elles. La figure 2 montre un plan de tissu multicouches de type toile, ou "tissu multi-toile" dans lequel des fils de chaîne sont de temps en temps déviés de leur trajet de toile 2D classique associé à une trame pour saisir un fil d'une trame voisine et former des points de toile particuliers PT liant deux couches de trame voisines. Au niveau d'un point de toile particulier PT, le fil de chaîne passe autour de deux fils de trame situés sur une même colonne dans deux couches de trame voisines.

La figure 3 montre un plan d'un tissu multicouches de type satin, ou "tissu multi-satin", dans laquelle chaque fil de chaîne est dévié

alternativement dans un sens et dans l'autre pour saisir alternativement un fil de trame sur  $n$  d'une première couche de fils de trame et un fil de trame sur  $n$  d'une deuxième couche de fils de trame adjacente à la première,  $n$  étant un nombre entier supérieur à 2, réalisant ainsi une  
5 liaison entre deux couches par des points de satin PS. Dans l'exemple illustré,  $n = 16$ .

Dans une armure de type satin, le "pas" désigne l'intervalle entre deux points de satin d'un même fil de chaîne mesuré en nombre de colonnes de trame. Dans le cas de la figure 3, un tel pas est  
10 alternativement de 6 et de 10, donnant un pas de multi-satin moyen de 8, soit  $n/2$ .

Dans les armures des figures 2 et 3, les fils de trame ne sont pas disposés en quinconce, les fils de trame de deux couches voisines de fils de trame étant alignés sur des mêmes colonnes. On pourra toutefois avoir  
15 une disposition trame en quinconce comme dans le cas de la figure 1, les liaisons étant réalisées entre deux demi-couches de trame voisines.

On notera qu'une liaison par un même fil de chaîne dans une armure multi-toile ou multi-satin n'est pas limitée à deux couches de trame voisines mais peut s'étendre sur une profondeur de plus de deux  
20 couches de trame.

Par "contexture", on désigne ici le nombre de fils par unité de longueur en sens trame et en sens chaîne, une contexture faible (ou lâche) signifiant un moins grand nombre de fils, donc un tissu plus ouvert par opposition avec une contexture élevée (ou serrée).

25 Dans tout le texte qui suit et dans tous les dessins, il est mentionné et représenté par convention et souci de commodité, que ce sont les fils de chaîne qui sont déviés de leurs trajets pour saisir des fils de trame d'une couche de trame ou de plusieurs couches de trames. Toutefois, une inversion des rôles entre chaîne et trame est possible, et doit être  
30 considérée comme couverte aussi par les revendications.

### Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

Le domaine d'application de l'invention est celui de la réalisation de textures fibreuses épaisses aptes à constituer des renforts fibreux, ou préformes, pour la fabrication de pièces en matériau composite.

5 La réalisation de la texture fibreuse par tissage 3D permet d'obtenir une liaison entre les couches, donc d'avoir une bonne tenue mécanique de la texture fibreuse et de la pièce en matériau composite obtenue, en une seule opération textile.

10 Lorsque la pièce est obtenue par densification de la texture fibreuse au moins en partie par infiltration chimique en phase gazeuse (CVI), il est avantageux, pour obtenir des propriétés mécaniques aussi peu inhomogènes que possible au sein de la pièce, de favoriser une densification avec un gradient de densification aussi faible que possible entre une partie interne ou cœur de la texture fibreuse et une partie  
15 externe ou peau de celle-ci, c'est-à-dire une partie de la texture fibreuse adjacente à une surface extérieure.

A cet effet, et pour favoriser l'accès de la phase gazeuse réactionnelle au cœur de la préforme lors d'un processus CVI, le tissage de la partie de cœur est réalisé avec des fils au moins majoritairement  
20 formés de fibres discontinues permettant un fractionnement de la porosité par foisonnement des fibres. On pourra utiliser des fils formés de fibres discontinues sans torsion ou avec très peu de torsion et d'un fil de guipage fugitif conférant la cohésion aux fils, les fibres discontinues formant la majorité des fils même lorsque le fil de guipage est formé de  
25 filaments continus. On peut aussi utiliser des fils formés de fibres discontinues retordues ou filés de fibres discontinues.

Il est avantageux encore de favoriser l'obtention, après densification, d'un état de surface exempt d'irrégularités, c'est-à-dire un bon état de finition pour éviter ou limiter des opérations de finition par  
30 usinage.

A cet effet, la peau est réalisée par tissage avec des fils formés de filaments continus pour éviter un foisonnement de fibres discontinues. Cela vaut pour la couche de fils de trame définissant la partie externe de la peau et éventuellement une ou plusieurs couches de fils de trame  
35 adjacentes. Cela vaut aussi de préférence pour les fils de chaîne qui affleurent à la surface de la peau.



Selon un mode de réalisation de l'invention, le cœur est réalisé par tissage tridimensionnel de type interlock et la peau est réalisée par tissage avec armure de type toile, satin ou sergé. Le tissage interlock à cœur favorise l'accès de la phase gazeuse lors d'un processus CVI car il offre  
5 une communication aisée entre plusieurs couches de tissu. Le tissage de la peau peut comprendre un tissage bidimensionnel avec armure toile, satin ou sergé, le tissage interlock de la partie de cœur s'étendant alors jusqu'à la partie de peau, ou peut comprendre un tissage multicouches avec armure de type toile, satin ou sergé.

10 Selon un autre mode de réalisation, le cœur et la peau sont réalisés par tissage multicouches avec des armures différentes. Le cœur peut être réalisé par tissage multicouches avec armure de type satin et la peau par tissage multicouches avec armure de type toile ou sergé.

Encore dans le but de favoriser l'accès de la phase gazeuse  
15 réactionnelle, la peau peut être réalisée avec une contexture plus faible que celle à cœur.

Il peut être souhaitable en outre d'utiliser des fils de natures chimiques différentes entre le cœur et la peau pour conférer des propriétés particulières à la pièce en matériau composite obtenue,  
20 notamment en termes de résistance à l'oxydation ou à l'usure.

Ainsi, dans le cas d'une pièce en matériau composite thermostructural à renfort en fibres réfractaires, on pourra réaliser une préforme avec des fibres carbone dans le cœur et des fibres en céramique, par exemple en carbure de silicium (SiC), dans une peau afin  
25 d'accroître la résistance à l'usure de la pièce composite au niveau de cette peau.

Des exemples de réalisation d'une structure fibreuse conformément à l'invention seront maintenant décrits. Dans tous ces exemples, le tissage est réalisé sur un métier de type Jacquard.

30

#### Exemple 1

Les figures 4A à 4H représentent partiellement 8 plans successifs d'une armure d'une structure fibreuse obtenue par tissage 3D, les fils de trame étant visibles en coupe.

35 La structure fibreuse 10 comprend 9 couches de fils de trame, soit 18 demi-couches t1 à t18. Dans le cœur 12 situé entre des peaux

opposées 14, 16, le tissage 3D est de type interlock avec des fils formés majoritairement de fibres de carbone discontinues maintenues par un fil de guipage en matériau fugitif, comme décrit dans EP 0 489 637, et avec une contexture 10/10 par couche (10 fils par cm en trame et en chaîne).

5 Le fil de guipage est par exemple en un polymère soluble tel qu'un alcool polyvinylique ou un polymère éliminable par traitement thermique sans affecter le carbone des fibres, tel qu'un polyéthylène ou acétate de polyvinyle. Dans les peaux 14, 16, le tissage est bidimensionnel à armure de type toile avec des fils formés de filaments de carbone continus et avec

10 une contexture 5/5 par couche. La liaison par tissage à armure toile ne concerne que les demi-couches t1 et t2 et les demi-couches t17 et t18 de fils de trame. On notera que le tissage 3D interlock du cœur s'étend jusqu'aux demi-couches de trame t1, t18 des peaux afin de lier ces demi-couches à celles du cœur.

15 Dans cet exemple, les fils formés de filaments continus sont les fils des demi-couches de fils de trame t1, t2, t17, t18 ainsi que les fils de chaîne des armures toile en surface, c'est-à-dire les fils de chaîne Ct1, CtZ ainsi que les fils de chaîne Ct17, Ct18 des figures 4A et 4B. Les fils de chaîne du tissage interlock venant prendre des fils des demi-couches t1 et

20 t18 et venant donc affleurer à la surface de la peau pourront aussi être formés de filaments continus (fils de chaîne Ci1 et Ci8 des figures 4B et 4A).

Dans cet exemple, outre le type de fil, le mode de tissage 3D et la contexture varient entre cœur et peau. Le tissage 3D interlock et

25 l'utilisation de fils formés de fibres discontinues à cœur sont favorables pour minimiser un gradient de densification par CVI entre peaux et cœur. Un tissage à armure toile et l'utilisation de fils formés de filaments continus en peau sont favorables pour obtenir un état de surface relativement lisse, et une armure toile et une contexture plus faible dans

30 les peaux favorisent l'accès d'une phase gazeuse réactionnelle à travers les peaux.

### Exemple 2

Les figures 5A à 5H représentent partiellement des plans successifs

35 d'une structure fibreuse 20 obtenue par tissage 3D, cette structure différant de celle de l'Exemple 1 en ce que l'on réalise dans les peaux 24,

26 un tissage multicouches avec armure analogue à une armure multi-  
toile sur une épaisseur de 2 demi-couches de trame, le tissage 3D dans la  
partie de cœur 22 étant de type interlock avec chaque chaîne s'étendant  
sur une profondeur de 3 demi-couches de fils de trame, les fils de trame  
5 étant disposés en quinconce.

Dès lors qu'un tissage multicouches est réalisé dans les peaux, il  
n'est pas nécessaire que le tissage interlock englobe toutes les couches  
de trame de la peau. Il peut être suffisant qu'une couche ou demi-couche  
de trame située à l'interface entre cœur et peau soit concernée à la fois  
10 par le tissage interlock et le tissage multicouches pour obtenir une liaison  
par tissage 3D de toutes les couches de trame. Toutefois, dans l'exemple  
illustré, le tissage interlock englobe toutes les demi-couches de fils de  
trame.

Comme dans l'Exemple 1, le tissage à cœur est réalisé avec des fils  
15 formés de fibres discontinues réunies par un fil de guipage fugitif et le  
tissage en peau est réalisé avec des fils formés de filaments continus.  
Ainsi, par exemple, dans le mode de réalisation illustré par les figures 5A à  
5H, les fils formés de filaments continus sont les fils des demi-couches de  
fils de trame t1, t2, t17, t18 ainsi que les fils de chaîne du tissage multi-  
20 toile et du tissage interlock venant prendre des fils des demi-couches t1,  
t18 (fils de chaîne Ct1, Ct8, Ci1, Ci8 sur les figures 5B et 5C).

### Exemple 3

Les figures 6A à 6H représentent partiellement des plans de trame  
25 successifs d'une structure 30 obtenue par tissage multicouche  
tridimensionnel, cette structure différant de celle de l'Exemple 1 en ce  
qu'un même tissage 3D interlock est réalisé dans le cœur 32 et les peaux  
34, 36.

A cœur 32, le tissage est réalisé avec des fils formés de fibres  
30 discontinues réunies par un fil de guipage fugitif tandis qu'en peau 34, 36,  
c'est-à-dire sur une ou deux demi-couches extrêmes de trame, le tissage  
est réalisé avec des fils formés de filaments continus. Dans l'exemple  
illustré, les fils formés de filaments continus sont les fils des demi-couches  
de fils de trame t1, t2, t17, t18 ainsi que les fils de chaîne venant prendre  
35 des fils des demi-couches t1, t18 (fils de chaîne C1 et C7 des figures 6B et  
6A).

Dans cet exemple, seul le type de fil varie entre cœur et peau.

#### Exemple 4

5 Les figures 7A à 7L représentent des plans d'armure successifs d'une structure 40 obtenue par tissage 3D multicouches comprenant 12 couches de fils de trame U1 à U12. Le tableau ci-dessous résume les armures et contextures du tissage 3D utilisé, la variation d'armure de la structure 40 étant symétrique par rapport à un plan médian avec ses peaux 44, 46 situées de part et d'autre du cœur 42. On note que les fils de trame ne sont pas disposés en quinconce, mais certaines couches de trame ont un nombre de fils de trame différent de celui d'autres couches de trame (variation de contexture en trame).

<b>Couches de fils de trame</b>	<b>Armure tissage multicouche</b>	<b>Contexture</b>
U1	Toile	6,6/6,6
U2	Multi-toile	6,6/6,6
U3	Multi-satin de 5	8/8
U4	Multi-satin de 5	8/8
U5	Multi-satin de 6	10/10
U6	Multi-satin de 6	10/10
U7	Multi-satin de 6	10/10
U8	Multi-satin de 6	10/10
U9	Multi-satin de 5	8/8
U10	Multi-satin de 5	8/8
U11	Multi-toile	6,6/6,6
U12	Toile	6,6/6,6

15 Comme le montrent les figures, le tissage multi-satin est réalisé de en prenant alternativement un fil de trame d'une première couche et un fil de trame d'une deuxième couche adjacente à la première.

20 Dans la partie de cœur 42 (correspondant aux trames U3 à U10), les fils utilisés en chaîne et en trame sont des fils formés de fibres discontinues en carbone maintenues par un fil de guipage fugitif. Dans les parties de peau 44, 46 (trames U1, U2, et U11, U12, les fils sont formés

de filaments continus en carbone, à savoir les fils des trames U1, U2, U11, U12 et les fils de chaîne des tissages toile et multi-toile.

5 Ainsi, dans cet exemple, le type de fil, l'armure du tissage 3D multicouches et la contexture varient entre cœur 42 et peaux 44, 46. On notera que la variation d'armure et de contexture est d'une certaine façon progressive en adoptant un satin de 5 pour les trames U3, U4 et U9, U10, entre le satin de 6 des couches U5 à U8 et la toile des peaux, ceci afin d'éviter une discontinuité trop franche entre cœur et peau.

10 Une armure multi-satin à cœur se traduit par un moindre embuvage et une meilleure tenue mécanique parallèlement aux couches de trame, notamment en sens chaîne, en comparaison avec une armure interlock.

15 Dans le cas d'une densification par CVI, une armure toile en peau offre un accès plus aisé aux gaz à travers la peau, en comparaison avec une armure de type satin.

On pourrait toutefois, en variante, utiliser une armure de type sergé pour le tissage des peaux.

20 Les structures fibreuses telles qu'obtenues par le procédé selon l'invention conviennent pour la réalisation de pièces en matériau composite obtenues par densification des structures fibreuses par CVI, notamment des pièces en matériau composite thermostructural ayant un renfort fibreux en fibres de carbone et une matrice en carbone et/ou en céramique.

## REVENDEICATIONS

1. Structure fibreuse de renfort de pièce en matériau composite, la structure fibreuse étant tissée en une seule pièce et ayant une partie interne, ou cœur, et une partie adjacente à une surface extérieure, ou peau, structure dans laquelle le cœur est réalisé par tissage tridimensionnel avec des fils au moins majoritairement formés de fibres discontinues et la peau est réalisée par tissage avec des fils formés de filaments continus.
2. Structure selon la revendication 1, dans laquelle le cœur est réalisé par tissage tridimensionnel de type interlock et la peau est réalisée par tissage avec armure de type toile, satin ou sergé.
3. Structure selon la revendication 2, dans laquelle le tissage de la peau comprend un tissage bidimensionnel avec armure toile, satin ou sergé et le tissage interlock à cœur s'étend jusqu'à la peau.
4. Structure selon la revendication 2, dans laquelle le tissage de la peau comprend un tissage tridimensionnel multicouches avec armure de type toile, satin ou sergé.
5. Structure fibreuse selon la revendication 1, dans laquelle le cœur et la peau sont réalisés par tissage multicouches avec des armures différentes.
6. Structure fibreuse selon la revendication 5, dans laquelle le cœur est réalisé par tissage multicouches avec armure de type satin et la peau est réalisée par tissage tridimensionnel avec armure de type toile ou sergé.
7. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle la peau est réalisée avec une contexture plus faible que celle avec laquelle le cœur est réalisé.

8. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle des parties différentes de la structure fibreuse sont formées avec des fils de natures chimiques différentes.
- 5            9. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle le tissage de la partie de cœur est réalisé avec des fils qui sont formés de fibres discontinues sensiblement sans torsion et d'au moins un fil de guipage fugitif assurant la cohésion des fils.
- 10           10. Pièce en matériau composite comprenant une structure fibreuse de renfort selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 densifiée par une matrice obtenue au moins partiellement par infiltration chimique en phase gazeuse.

FIG.1

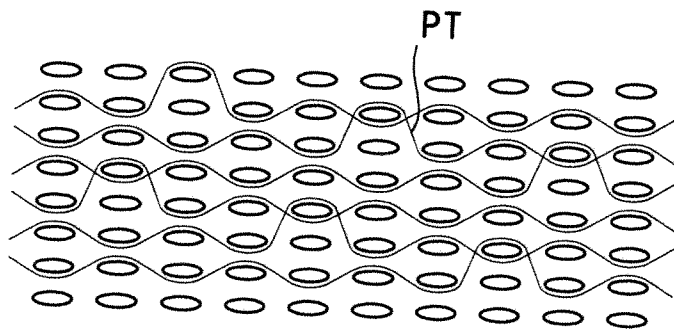
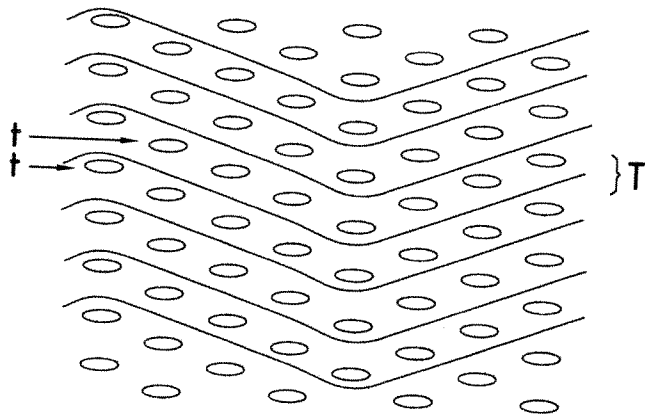


FIG.2

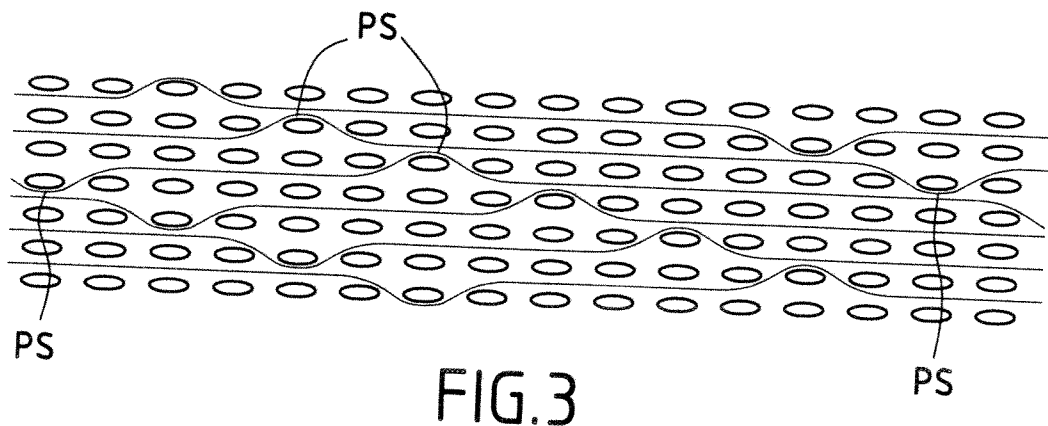


FIG.3



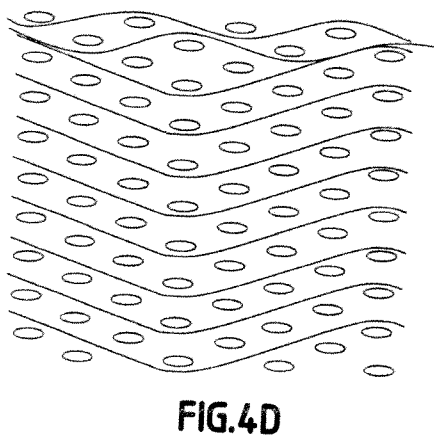
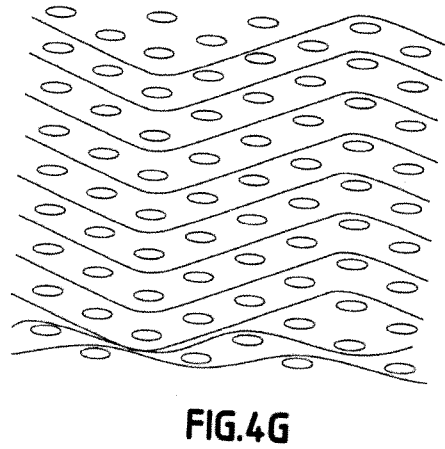
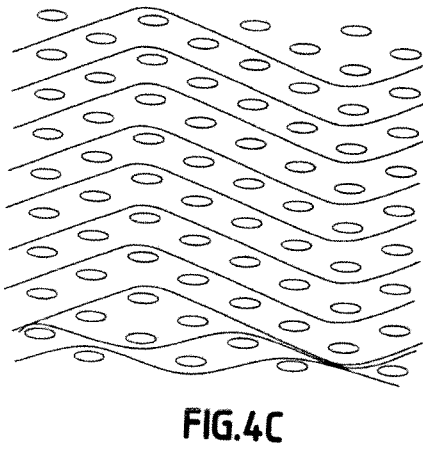
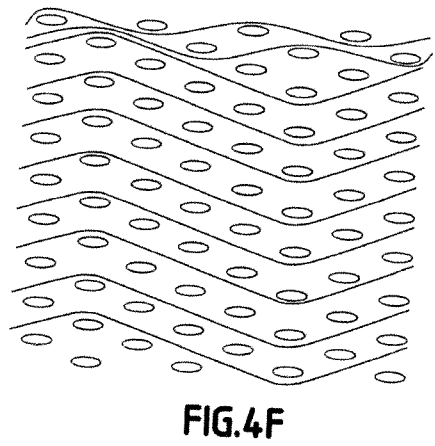
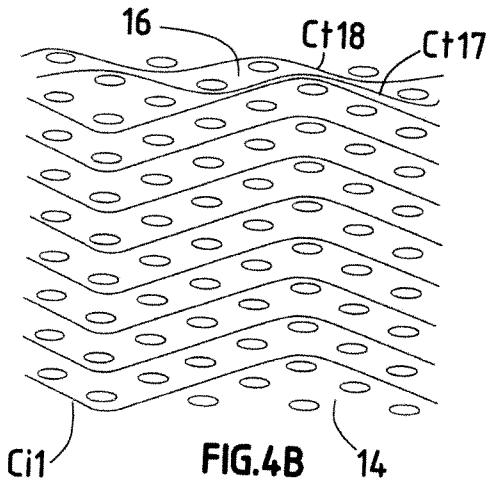
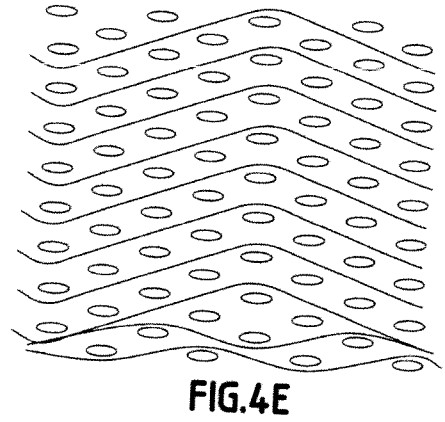
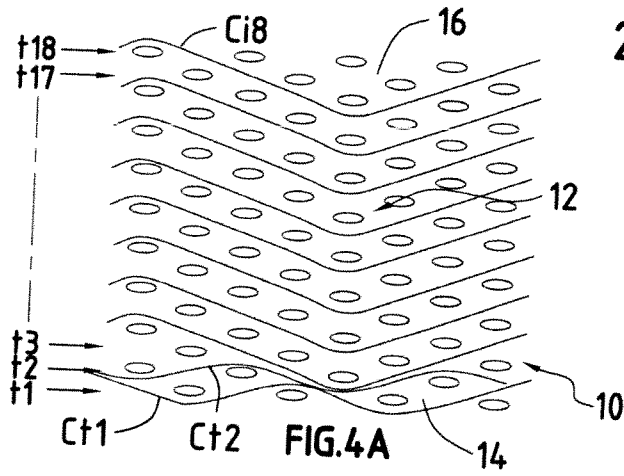
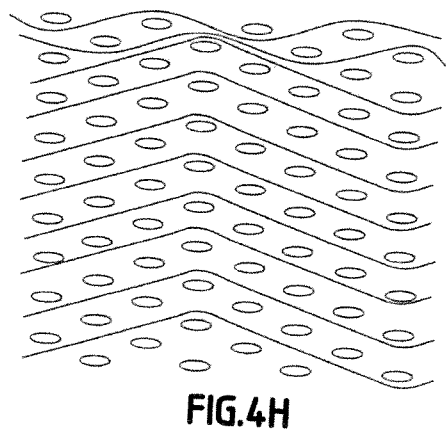


FIG. 4



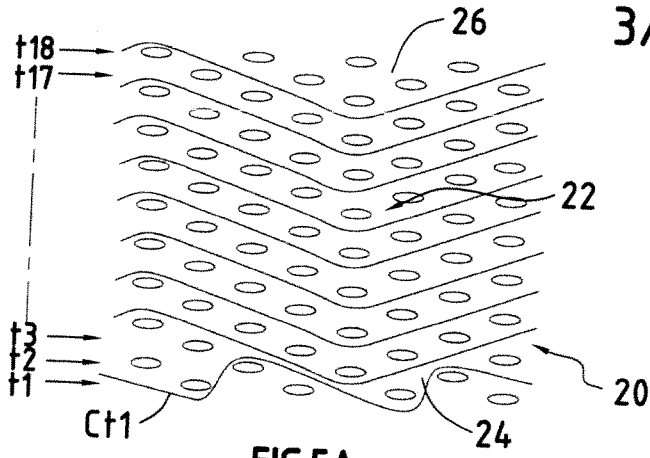


FIG. 5A

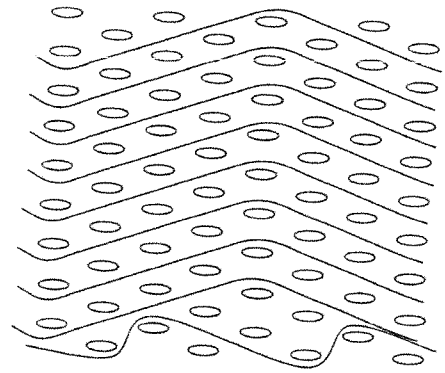


FIG. 5E

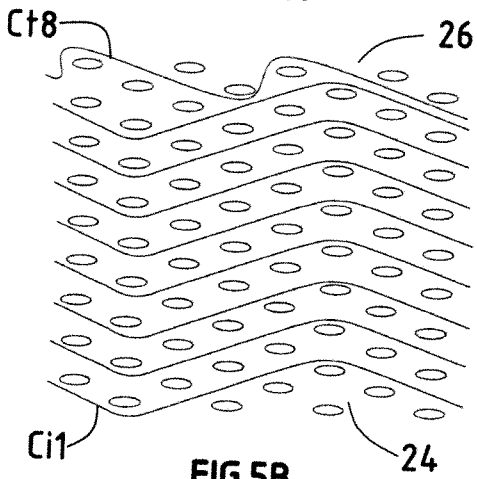


FIG. 5B

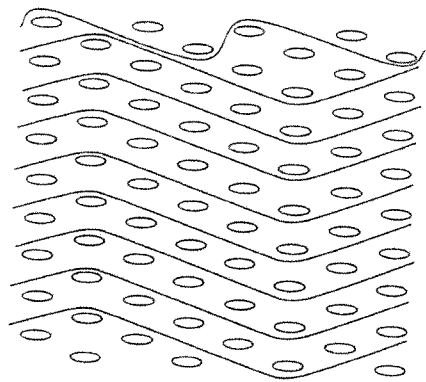


FIG. 5F

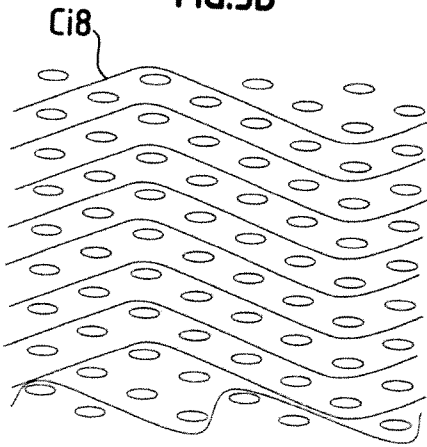


FIG. 5C

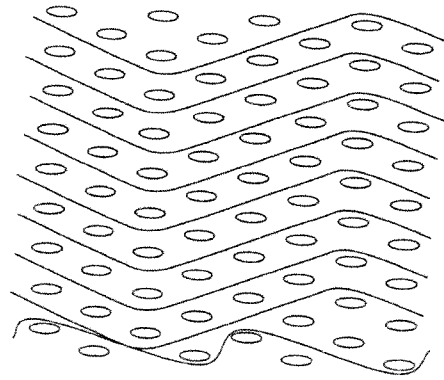


FIG. 5G

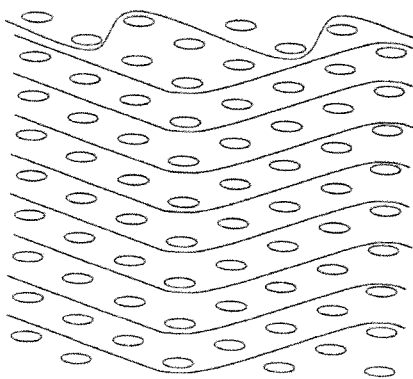


FIG. 5D

FIG. 5

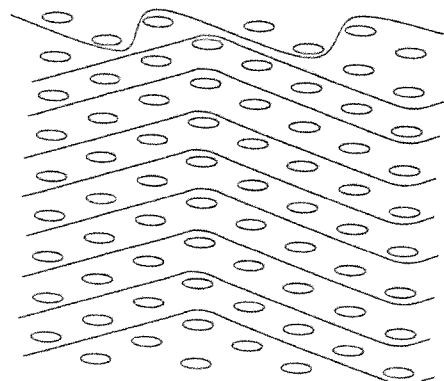


FIG. 5H

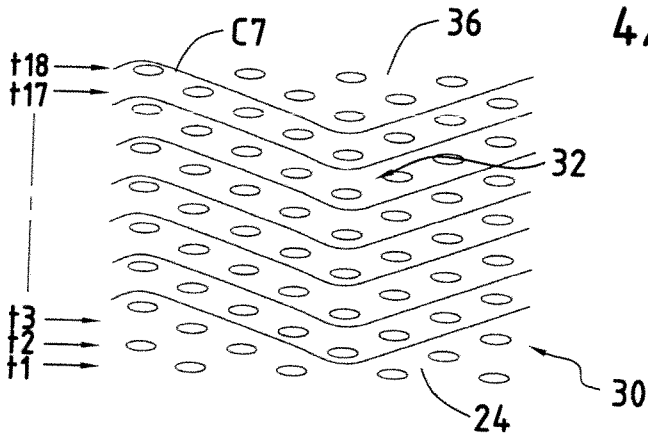


FIG. 6A

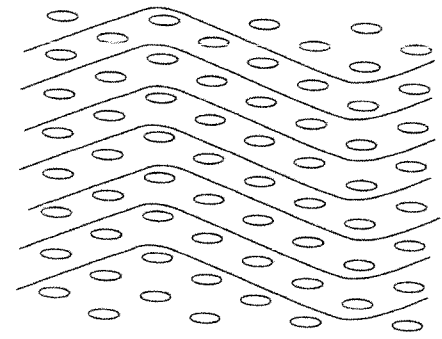


FIG. 6E

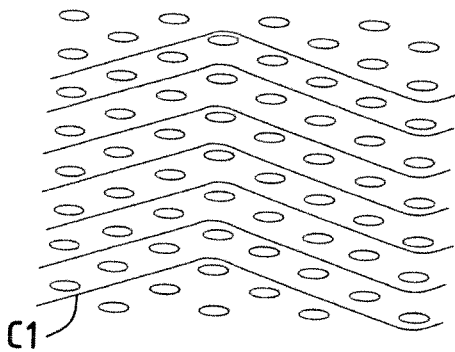


FIG. 6B

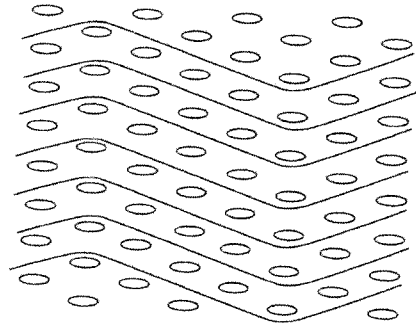


FIG. 6F

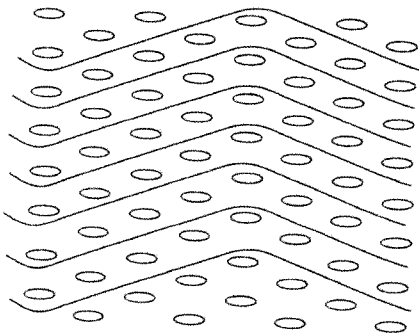


FIG. 6C

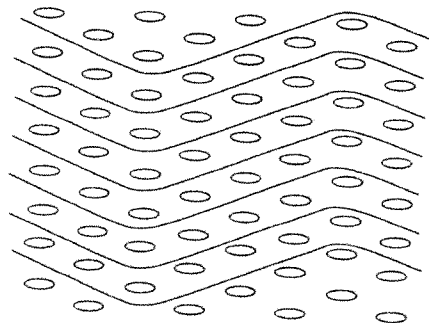


FIG. 6G

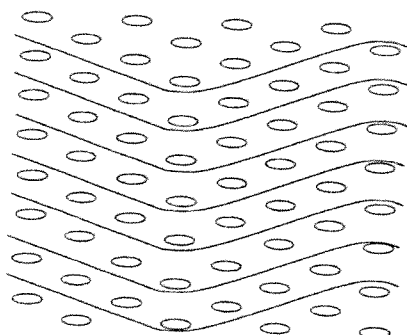


FIG. 6D

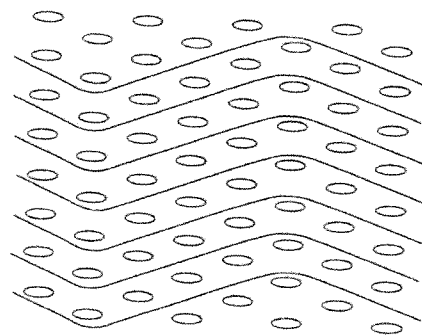
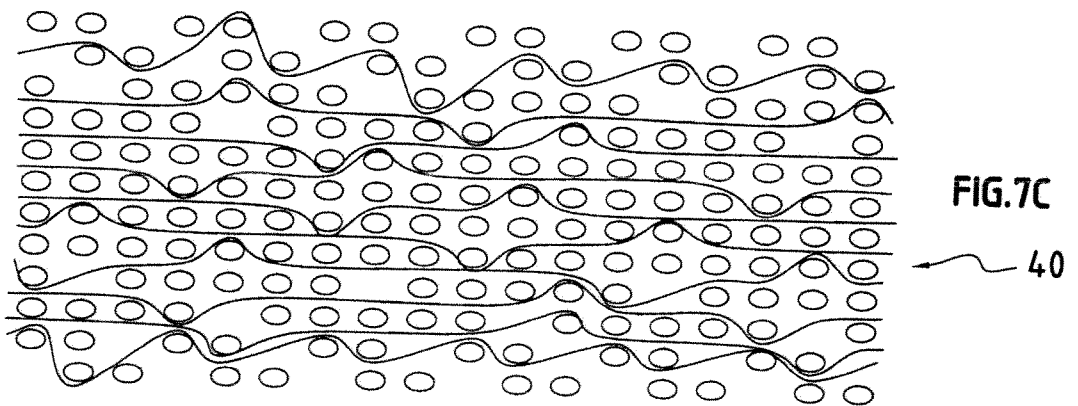
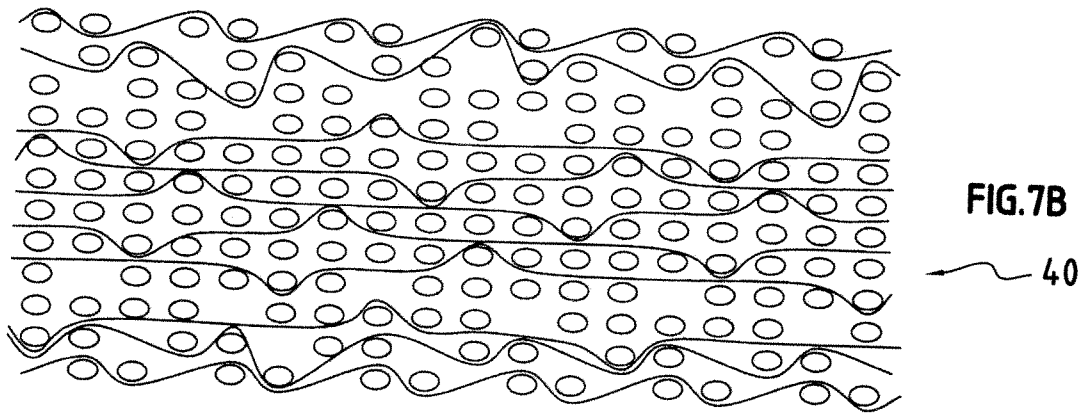
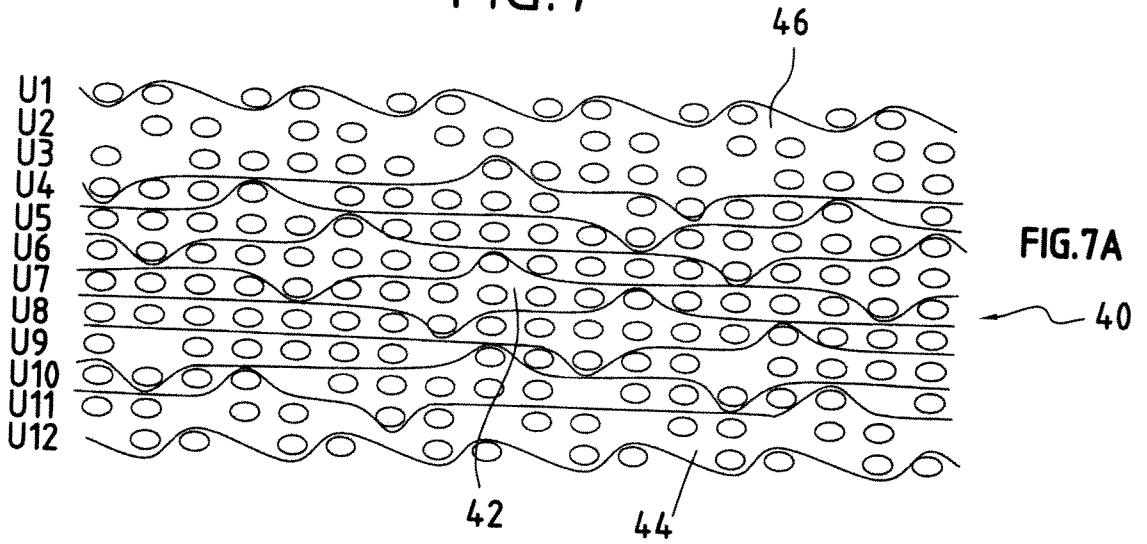


FIG. 6H

FIG. 6

FIG.7



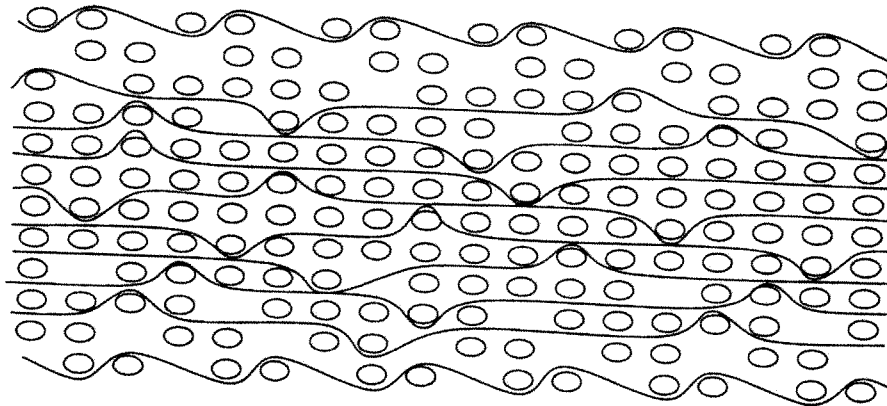


FIG. 7D

40

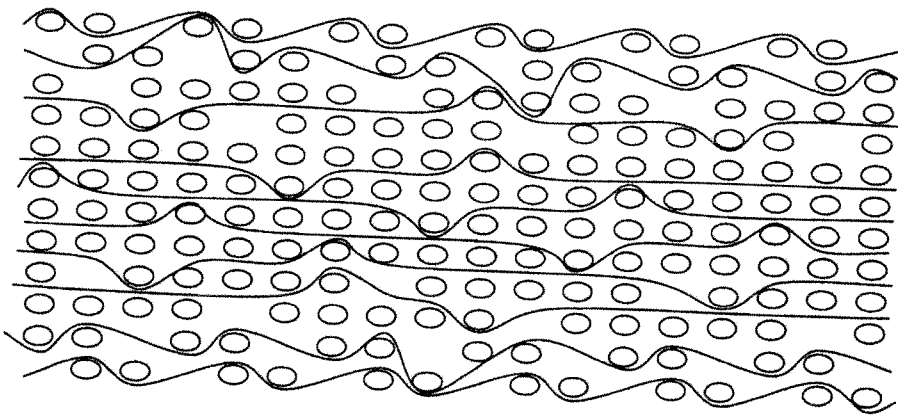


FIG. 7E

40

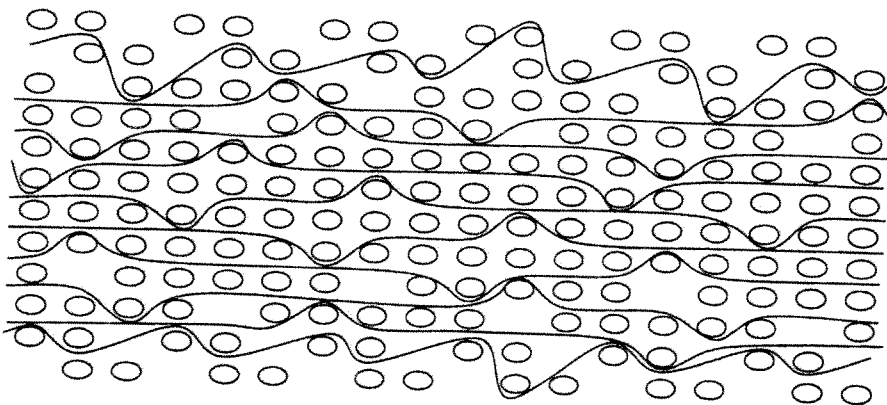


FIG. 7F

40

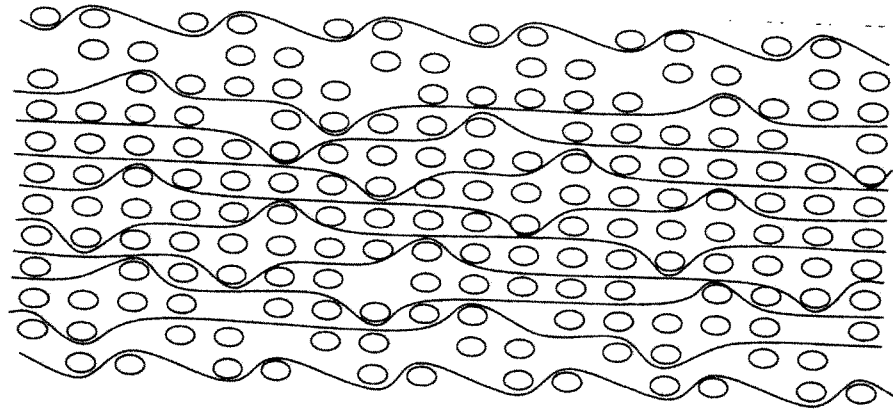


FIG. 7G

40

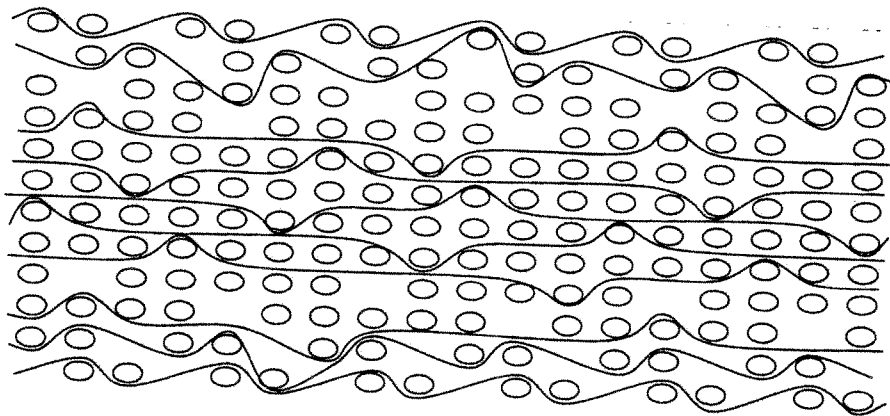


FIG. 7H

40

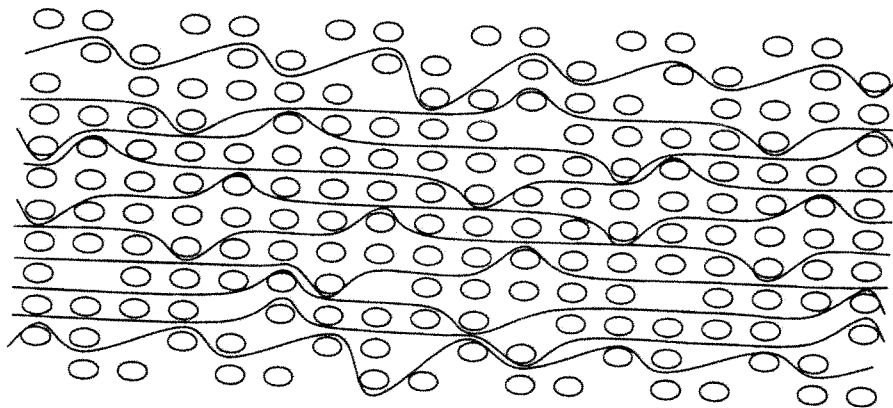


FIG. 7I

40

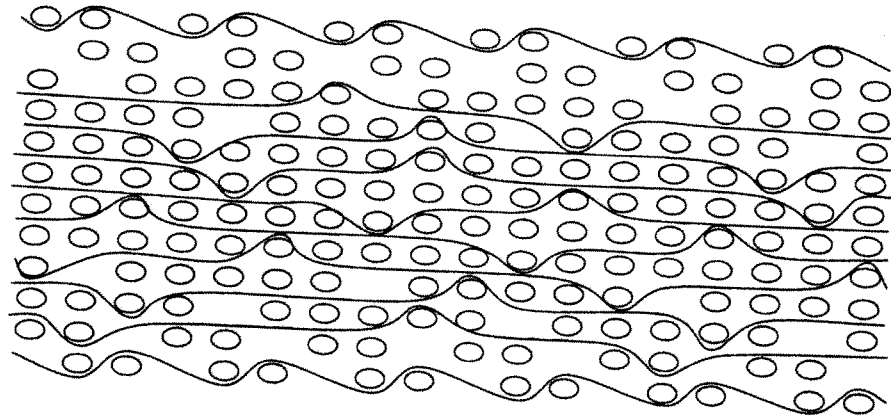


FIG. 7J

← 40

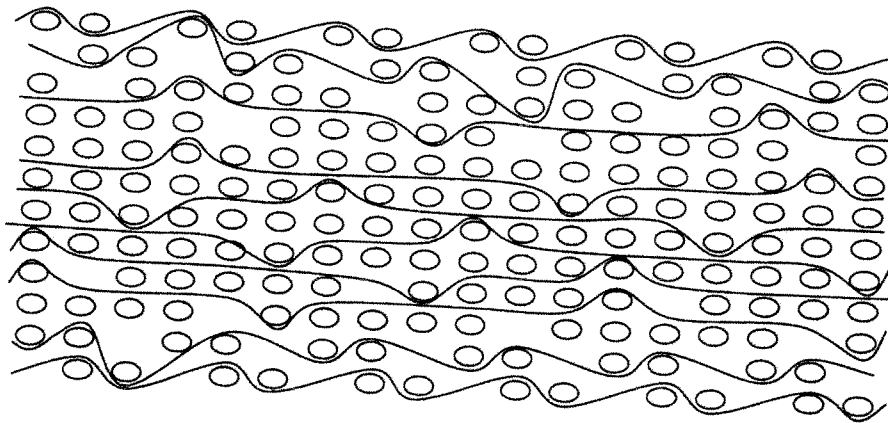


FIG. 7K

← 40

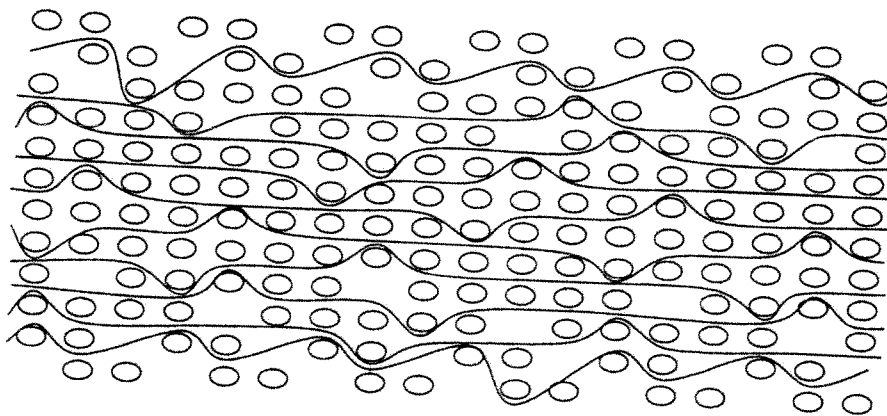


FIG. 7L

← 40

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2007/051476

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. D03D25/00 D03D11/00 D03D15/00 B29C70/00 C08J5/00  
 B32B27/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 D03D D04B C04B F16D B29C C08J B32B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10 338008 A (YOKOHAMA RUBBER CO LTD) 22 December 1998 (1998-12-22)	1-10
Y	abstract; figures a,b,c	7
X	US 2003/228815 A1 (BHATNAGAR ASHOK [US] ET AL) 11 December 2003 (2003-12-11) paragraphs [0011], [0012]; claims 1-6; figure 1	1,8
Y	JP 2005 305276 A (TOYOTA IND CORP; TOYOTA MOTOR CORP) 4 November 2005 (2005-11-04)	7
A	abstract; figure 1	1-9
A	US 4 922 969 A (CAMPMAN ARTHUR R [US] ET AL) 8 May 1990 (1990-05-08) columns 2-11; figures 1-9	1-6,8
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
*E* earlier document but published on or after the international filing date	*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	*&* document member of the same patent family
*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  <b>6 novembre 2007</b>	Date of mailing of the international search report  <b>21/11/2007</b>
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <b>Iamandi, Daniela</b>
---	---



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2007/051476

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 439 274 A (SCAPA GROUP PLC [GB]) 31 July 1991 (1991-07-31) columns 1-4; figures 1,2 -----	1-6,10
A	US 5 490 602 A (WILSON ROBERT S [GB] ET AL) 13 February 1996 (1996-02-13) claims 1,31; figures 11,12 -----	1
A	US 2002/090873 A1 (MOODY HENRY [US]) 11 July 2002 (2002-07-11) the whole document -----	1-10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2007/051476

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 10338008	A	22-12-1998	NONE
US 2003228815	A1	11-12-2003	AU 2003304363 A1 17-03-2005 CA 2500733 A1 31-03-2005 EP 1585853 A2 19-10-2005 JP 2006515649 T 01-06-2006 KR 20060025112 A 20-03-2006 MX PA04012304 A 30-05-2005 WO 2005028724 A2 31-03-2005 US 2005081571 A1 21-04-2005
JP 2005305276	A	04-11-2005	NONE
US 4922969	A	08-05-1990	NONE
EP 0439274	A	31-07-1991	GB 2240116 A 24-07-1991 US 5154965 A 13-10-1992
US 5490602	A	13-02-1996	AU 4345993 A 04-01-1994 CA 2114210 A1 23-12-1993 EP 0607372 A1 27-07-1994 WO 9325379 A1 23-12-1993 GB 2269829 A 23-02-1994
US 2002090873	A1	11-07-2002	AT 308489 T 15-11-2005 BR 0206401 A 18-01-2005 CA 2434138 A1 24-10-2002 CN 1494519 A 05-05-2004 DE 60207040 D1 08-12-2005 DE 60207040 T2 27-07-2006 DK 1353885 T3 05-12-2005 EP 1353885 A2 22-10-2003 ES 2252477 T3 16-05-2006 JP 2004527441 T 09-09-2004 MX PA03006171 A 12-11-2004 NO 20033154 A 08-09-2003 NZ 526928 A 24-03-2005 RU 2293718 C2 20-02-2007 TW 537975 B 21-06-2003 WO 02083595 A2 24-10-2002 US 2003148081 A1 07-08-2003 ZA 200305309 A 09-07-2004

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°  
PCT/FR2007/051476

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. D03D25/00    D03D11/00    D03D15/00    B29C70/00    C08J5/00 B32B27/04		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) D03D D04B C04B F16D B29C C08J B32B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	JP 10 338008 A (YOKOHAMA RUBBER CO LTD) 22 décembre 1998 (1998-12-22)	1-10
Y	abrégé; figures a,b,c -----	7
X	US 2003/228815 A1 (BHATNAGAR ASHOK [US] ET AL) 11 décembre 2003 (2003-12-11) alinéas [0011], [0012]; revendications 1-6; figure 1 -----	1,8
Y	JP 2005 305276 A (TOYOTA IND CORP; TOYOTA MOTOR CORP) 4 novembre 2005 (2005-11-04)	7
A	abrégé; figure 1 -----	1-9
A	US 4 922 969 A (CAMPMAN ARTHUR R [US] ET AL) 8 mai 1990 (1990-05-08) colonnes 2-11; figures 1-9 -----	1-6,8
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span>		
* Catégories spéciales de documents cités:		
*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier *&* document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
6 novembre 2007	21/11/2007	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé	
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Iamandi, Daniela	

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 439 274 A (SCAPA GROUP PLC [GB]) 31 juillet 1991 (1991-07-31) colonnes 1-4; figures 1,2 -----	1-6,10
A	US 5 490 602 A (WILSON ROBERT S [GB] ET AL) 13 février 1996 (1996-02-13) revendications 1,31; figures 11,12 -----	1
A	US 2002/090873 A1 (MOODY HENRY [US]) 11 juillet 2002 (2002-07-11) le document en entier -----	1-10

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale n°

PCT/FR2007/051476

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 10338008	A	22-12-1998	AUCUN	
US 2003228815	A1	11-12-2003	AU 2003304363 A1 CA 2500733 A1 EP 1585853 A2 JP 2006515649 T KR 20060025112 A MX PA04012304 A WO 2005028724 A2 US 2005081571 A1	17-03-2005 31-03-2005 19-10-2005 01-06-2006 20-03-2006 30-05-2005 31-03-2005 21-04-2005
JP 2005305276	A	04-11-2005	AUCUN	
US 4922969	A	08-05-1990	AUCUN	
EP 0439274	A	31-07-1991	GB 2240116 A US 5154965 A	24-07-1991 13-10-1992
US 5490602	A	13-02-1996	AU 4345993 A CA 2114210 A1 EP 0607372 A1 WO 9325379 A1 GB 2269829 A	04-01-1994 23-12-1993 27-07-1994 23-12-1993 23-02-1994
US 2002090873	A1	11-07-2002	AT 308489 T BR 0206401 A CA 2434138 A1 CN 1494519 A DE 60207040 D1 DE 60207040 T2 DK 1353885 T3 EP 1353885 A2 ES 2252477 T3 JP 2004527441 T MX PA03006171 A NO 20033154 A NZ 526928 A RU 2293718 C2 TW 537975 B WO 02083595 A2 US 2003148081 A1 ZA 200305309 A	15-11-2005 18-01-2005 24-10-2002 05-05-2004 08-12-2005 27-07-2006 05-12-2005 22-10-2003 16-05-2006 09-09-2004 12-11-2004 08-09-2003 24-03-2005 20-02-2007 21-06-2003 24-10-2002 07-08-2003 09-07-2004