



(11) **EP 2 089 565 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
31.03.2010 Bulletin 2010/13

(51) Int Cl.:
D03D 11/00 *(2006.01)* **D03D 25/00** *(2006.01)*
D03D 13/00 *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **07858424.0**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2007/001659

(22) Date de dépôt: **11.10.2007**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2008/049988 (02.05.2008 Gazette 2008/18)

(54) **TISSU COMPOSITE 3D**
3D-VERBUNDSTOFF
3D COMPOSITE FABRIC

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR

(30) Priorité: **18.10.2006 FR 0609152**

(43) Date de publication de la demande:
19.08.2009 Bulletin 2009/34

(73) Titulaire: **Messier-Dowty SA**
78140 Velizy Villacoublay (FR)

(72) Inventeur: **DUNLEAVY, Patrick**
91120 Palaiseau (FR)

(74) Mandataire: **Parzy, Benjamin Alain et al**
Cabinet Boettcher
22, rue du Général Foy
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 1 526 285 EP-A1- 0 856 601
WO-A-90/12911 FR-A1- 2 610 951
US-A1- 4 312 913 US-A1- 4 922 969

EP 2 089 565 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne un tissu composite 3D.

ARRIERE-PLAN DE L'INVENTION

[0002] La présente invention concerne un tissu à armature optimisée, du type à multiplis liés, qui peut être utilisé pour la production de pièces en matériau composite qui sont très sollicitées en tension, compression ou flexion, et/ou soumises à des impacts. Parmi de telles pièces, on peut par exemple citer les contrefiches d'atterrisseurs.

[0003] On connaît des structures textiles, appelées 1D ou 2D selon que leurs fibres s'étendent dans une seule direction ou dans deux directions différentes. Ces structures, en général, ne permettent pas de répondre efficacement aux sollicitations précitées. Les structures dites 3D, comportant des fibres s'étendant selon trois directions distinctes dans l'espace, sont plus à même de répondre auxdites sollicitations. On sait qu'il existe des structures dites 4D, 5D, 9D, 11D... comportant des fibres s'étendant selon un nombre plus important de directions distinctes, mais ces structures sont très complexes et leur production est difficilement automatisable.

[0004] L'invention a donc trait plus particulièrement aux structures textiles 3D.

[0005] Parmi celles-ci, on connaît des structures 3D comportant une pluralité de couches liées par des points de liaison. Ces structures sont connues pour présenter une bonne linéarité lors de la flexion des fibres de trame, et offrent l'avantage de comporter des renforcements. Cependant, cette méthode de liaison ne confère pas à la pièce produite à partir d'un tel tissu une bonne résistance aux impacts.

[0006] On connaît également des tissus multiplis liés par tissage, le tissu 3D de type orthogonal (dans lequel les fibres de liaison des plis s'étendent sensiblement orthogonalement aux plis) étant celui qui présente la meilleure linéarité (c'est-à-dire un parcours avec des angles de liaison ou des inflexions faibles) des fibres de trame et des fibres de chaîne, et qui résiste bien à la compression. Cependant, afin que ce tissu présente une fraction volumique de fibres intéressante, il doit être compressé de sorte que les fils orthogonaux aux plis servant à les relier entre eux acquièrent des inflexions fortes leur donnant un parcours très ondulé donc peu linéaire, ce qui ne leur permet pas de contribuer efficacement au transfert d'efforts.

[0007] Bien qu'à cet égard, les tissus 3D non orthogonaux sont plus intéressants, ils ont néanmoins l'inconvénient de présenter des fibres de liaison ayant des angles de liaison ou des inflexions trop importants, ceci que l'armature du tissu soit simple, du type taffetas, satin ou sergé multiplis, ou encore que l'armature soit plus élaborée, comme l'armature de type 3X.

[0008] Le tissu connu sous le nom de « 2,5D », décrit dans le document FR 2 610 951, particulièrement opti-

misé, présente une expansion faible et un pourcentage élevé de surface occupée, mais au prix d'une faible linéarité (c'est-à-dire qu'au moins certaines des fibres présentent des inflexions ou angles de liaison importants).

La définition de ce tissu lui confère des caractéristiques angulaires préjudiciables à la tenue aux impacts et limite les structures textiles réversibles (obtenues par rotation de l'armature à 90 degrés) à des structures de faible densité, à moins qu'un nombre élevé de plis supplémentaires soit ajouté, ce qui rend difficile sa fabrication automatisée.

[0009] Quant au tissu décrit dans le document US5899241 (EPO856601 A1), il est particulièrement optimisé pour la résistance aux impacts. Cependant, le niveau élevé d'entrelacement entre les plis limite la résistance à la compression d'un élément fabriqué à partir d'un tel tissu.

OBJET DE L'INVENTION

[0010] L'invention a pour objet un procédé de tissage d'un tissu 3D optimisé présentant une bonne résistance notamment aux impacts, tout en étant facilement déformable.

DESCRIPTION DE L'INVENTION

[0011] L'invention sera directement décrite en référence à l'unique figure annexée représentant un motif de base du tissu selon un mode particulier de réalisation de l'invention, dans lequel les fibres de trame sont représentées en bout et les fibres de chaîne s'étendent selon des plans parallèles au plan de la figure. Le tissu comporte ici un motif de base comportant :

- au moins vingt-huit fibres de trame (vues en bout), numérotées 1 à 28, disposées en quinconce et formant 8 colonnes C1...C8 qui s'étendent perpendiculairement à une épaisseur du tissu, et qui comportent alternativement quatre et trois fibres de trame en étant séparées d'un même espace prédéterminé P, les fibres de trame s'étendant dans sept niveaux N1...N7 qui s'étendent transversalement aux colonnes. Ainsi, les première, troisième, cinquième et septième colonnes C1, C3, C5, C7 comportent quatre fibres de trame, s'étendant respectivement dans les niveaux N1, N3, N5 et N7, tandis que les deuxième, quatrième, sixième et huitième colonnes C2, C4, C6, C8 comportent trois fibres de trame s'étendant respectivement dans les niveaux N2, N4, N6;
- au moins douze fibres de chaîne A...L disposées dans au moins quatre plans parallèles s'étendant transversalement aux fibres de trame, chacun de ces plans contenant au moins trois fibres de chaîne parallèles disposées les unes au dessus des autres de la façon suivante.

[0012] Dans un premier plan qui coïncide avec le plan de la figure, les fibres de chaîne concernées A,B,C, sont représentées en traits pleins. La fibre de chaîne A passe par-dessus la première fibre de trame 1 de la première colonne C1, passe sous la deuxième fibre de trame 16 de la cinquième colonne C5, passe par-dessus la première fibre de trame 1 de la première colonne C1 du motif suivant. Dans ce même plan, la fibre de chaîne B et la fibre de chaîne C sont parallèles à la fibre de chaîne A, mais sont décalées selon l'épaisseur du tissu d'une fibre de trame à chaque fois.

[0013] Dans un deuxième plan qui est ici en arrière du premier plan, les fibres de chaîne sont sensiblement parallèles aux niveaux N1... N7 et sont représentées en traits interrompus. La fibre de chaîne D passe au dessus de la première fibre de trame 5 de la deuxième colonne C2, en dessous de la première fibre de trame 8 de la troisième colonne C3, au dessus de la première fibre de trame 12 de la quatrième colonne C4, et ainsi de suite. Les fibres de chaîne E et F suivent un chemin parallèle, en étant décalées selon une direction parallèle aux colonnes d'une fibre de trame à chaque fois ;

- dans un troisième plan qui est ici en arrière du deuxième plan, les fibres de chaîne G,H,I sont représentées en traits interrompus mixtes. Elles suivent un chemin parallèle à celui des fibres de chaîne A,B,C du premier plan, mais elles sont décalées latéralement, selon une direction parallèle aux niveaux, de quatre colonnes ;
- enfin, dans un quatrième plan qui est ici en arrière du troisième plan, les fibres de chaîne J,K,L sont représentées en traits pointillés. Elles sont parallèles aux fibres de chaîne D,E,F, mais sont décalées selon l'épaisseur du tissu de sorte que la fibre de chaîne J passe sous la première fibre de trame 5 de la deuxième colonne, la fibre de chaîne K passe sous la fibre de trame 6 de cette même colonne, et la fibre de chaîne L passe sous la fibre de trame 7 de cette même colonne.

[0014] Cette disposition offre plusieurs avantages :

- elle permet d'obtenir une structure multiplis ayant un degré de liaison adapté à fournir une bonne résistance à la délamination, et, partant, une meilleure résistance aux impacts et à la compression, tout en préservant une bonne déformabilité ;
- ce tissu peut être fabriqué à partir de fibres de carbone, mais également de fibres de verre, de fibres d'aramide, ou encore de fibres silicées ou céramiques. Il constitue avantageusement une préforme qui peut être imprégnée de résine par exemple par le procédé RTM (Resin transfer moulding) après mise en forme de la préforme dans un moule ou tout autre procédé ;
- ce tissu permet le tissage automatisé de fibres qui ont des performances mécaniques importantes (par

exemple des fibres de carbone à haut module d'élasticité), mais qui sont fragiles au tissage. Il est même possible d'utiliser des fibres de carbone ayant une densité linéaire importante, telle que des fibres à 48 ou 96 kilofilaments, voire plus ;

- le tissu ainsi obtenu présente une fraction volumique de fibres importante, au moins égale ici à 57% ;
- la disposition des fibres de chaîne en plusieurs plans décalés induit des angles de liaison θ assez faibles, en pratique inférieurs ou égal à 15° , ce qui confère aux fibres de trame et aux fibres de chaîne une très bonne linéarité qui permet de faire travailler plus efficacement les fibres en compression ;
- cette disposition permet de déséquilibrer la proportion de fibres de chaîne par rapport à la proportion de fibres de trame pour compenser la non-linéarité de ces dernières (par exemple 70% de fibres de trame pour 30% de fibres de chaîne) ;
- enfin, cette disposition peut être renversée (en tournant l'armature de 90°) pour en améliorer la linéarité.

[0015] L'invention n'est pas limitée à ce qui vient d'être décrit, mais bien au contraire englobe toute variante entrant dans le cadre défini par les revendications.

[0016] En particulier, le motif de base de l'armature du tissu décrit ici peut être étendu facilement, à la fois dans la direction de l'épaisseur du tissu (donc dans la direction des colonnes), et dans la direction latérale (donc dans la direction des niveaux).

Revendications

1. Tissu en fils ou fibres tissés comportant des fibres de trame et des fibres de chaîne disposées selon une armature ayant un motif de base qui comporte:

- au moins vingt-huit fibres de trame (1...28), disposées en quinconce et formant huit colonnes (C1...C8) parallèles dont des première, troisième, cinquième et septième colonnes qui comportent chacune quatre fibres de trame et des deuxième, quatrième, sixième et huitième colonnes qui comportent chacune trois fibres de trame, les colonnes étant séparées d'un même espace prédéterminé (P) et les fibres de trame (1...28) s'étendant dans sept niveaux (N1...N7) qui s'étendent transversalement aux colonnes ;
- au moins douze fibres de chaîne (A...L) disposées dans au moins quatre plans parallèles s'étendant transversalement aux fibres de trame et décalés les uns par rapport aux autres, **caractérisé en ce que** chacun de ces plans contient au moins trois fibres de chaîne parallèles disposées les unes au dessus de autres de la façon suivante :

- dans un premier plan, une première fibre

de chaîne (A) passe par-dessus la première fibre de trame (1) de la première colonne (C1), passe sous la deuxième fibre de trame (16) de la cinquième colonne (C5), puis passe par-dessus la première fibre de trame (1) de la première colonne (C1) du motif suivant ; des deuxième et troisième fibres de chaîne (B,C) s'étendent dans ledit premier plan parallèlement à la première fibre de chaîne (A), en étant décalées selon une direction parallèle aux colonnes d'une fibre de trame à chaque fois.

- dans un deuxième plan, une première fibre de chaîne (D) s'étend sensiblement parallèlement aux niveaux (N1...N7) et passe au dessus de la première fibre de trame (5) des colonnes (C2, C4, C6, C8) comportant trois fibres de trame, et en dessous de la première fibre de trame des colonnes (C1, C3, C5, C7) comportant quatre fibres de trame; des deuxième et troisième fibres de chaîne (E,F) s'étendent parallèlement à la première fibre de chaîne (D), en étant décalées selon une direction parallèle aux colonnes d'une fibre de trame à chaque fois ;

- dans un troisième plan, les trois fibres de chaîne (G,H,I) concernées s'étendent parallèlement aux fibres de chaîne (A,B,C) du premier plan, en étant décalées latéralement, selon une direction parallèle aux niveaux, de quatre colonnes ;

- enfin, dans un quatrième plan, les trois fibres de chaîne (J,K,L) concernées s'étendent parallèlement aux fibres de chaîne (D, E,F) du deuxième plan, en étant décalées, selon une direction parallèle, aux colonnes, de sorte qu'ils passent sous les fibres de trame des colonnes (C2,C4,C6,C8) ayant trois fibres de trame.

2. Tissu selon la revendication 1, ayant une fraction volumique de fibres au moins égale à 57 %.
3. Tissu selon la revendication 1, dans lequel les fibres ont des angles de liaison (θ) inférieurs ou égaux à 15°.
4. Pièce obtenue à partir du tissu de la revendication 1.

Claims

1. A fabric of woven yarns or fibers comprising weft fibers and warp fibers disposed in a weave having a base pattern that comprises:

· at least twenty-eight weft fibers (1...28), disposed in a staggered configuration and forming

eight parallel columns (C1...C8), in which each of the first, third, fifth, and seventh columns has four weft fibers and each of the second, fourth, sixth, and eighth columns has three weft fibers, the columns being separated by a common predetermined space (P), and the weft fibers (1...28) extending in seven levels (N1...N7) that extend transversely to the columns;

· at least twelve warp fibers (A...L) disposed in at least four parallel planes extending transversely to the weft fibers and offset from one another; **characterized in that** each of these planes contains at least three parallel warp fibers disposed one above another as follows:

· in a first plane, a first warp fiber (A) passes over the first weft fiber (1) of the first column (C1), passes under the second weft fiber (16) of the fifth column (C5), and then passes over the first weft fiber (1) of the first column (C1) of the following pattern; the second and third warp fibers (B, C) extending in said first plane parallel to the first weft fiber (A), being offset on each occasion by one weft fiber in a direction parallel to the columns;

· in a second plane, a first warp fiber (D) extends substantially parallel to the levels (N1...N7) passes over the first weft fiber (5) of the columns (C2, C4, C6, C8) having three weft fibers, and under the first weft fiber of the columns (C1, C3, C5, C7) having four weft fibers; the second and third warp fibers (E, F) extending parallel to the first warp fiber (D), being offset on each occasion by one weft fiber in a direction parallel to the columns;

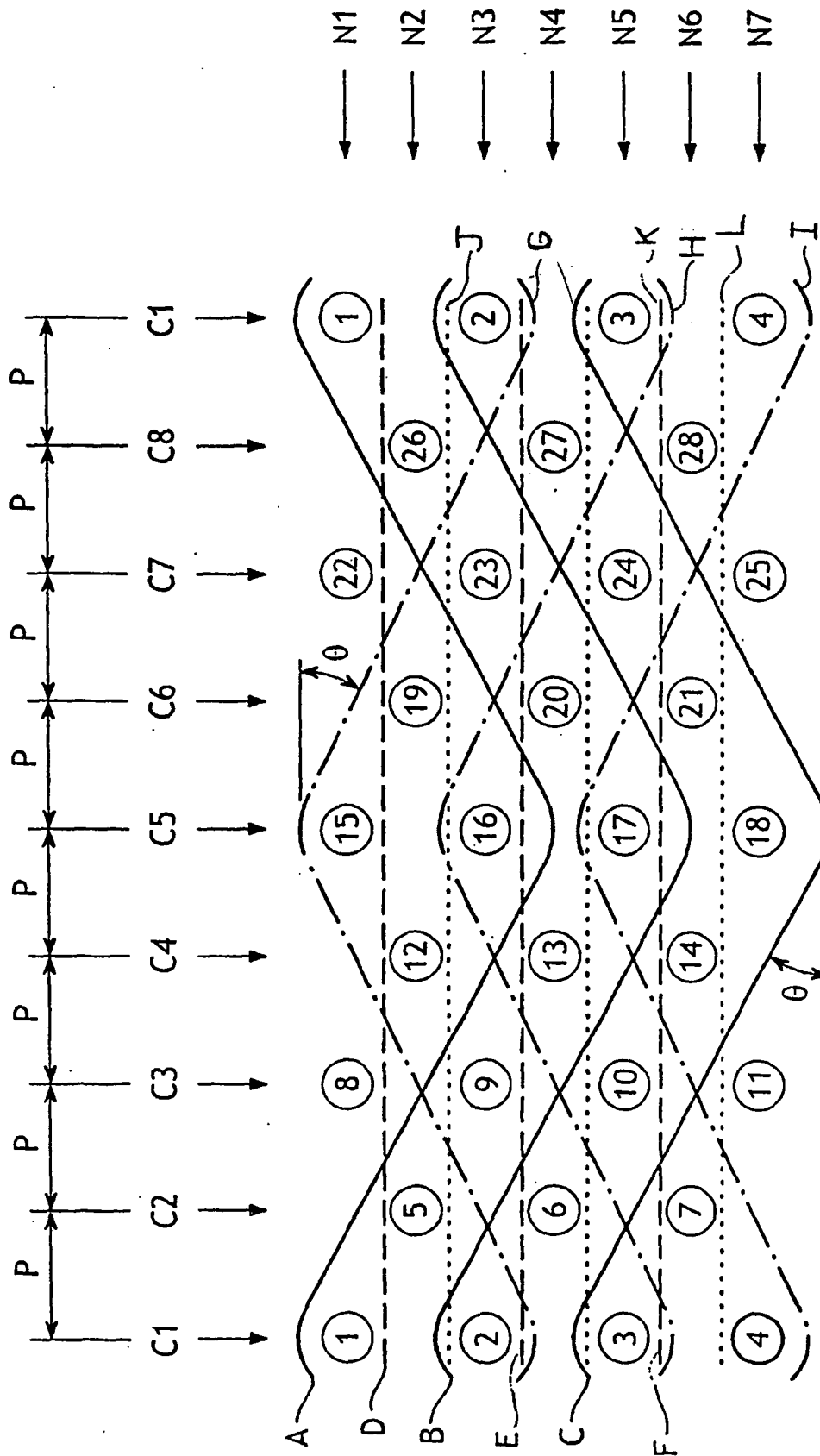
· in a third plane, the three the warp fibers concerned (G, H, I) extend parallel to the warp fibers (A, B, C) of the first plane, being offset laterally by four columns in a direction parallel to the levels; and finally

· in a fourth plane, the three warp fibers (J, K, L) concerned extend parallel to the warp fibers (D, E, F) of the second plane, being offset in a direction parallel to the columns in such a manner that they pass under the weft fibers of the columns (C2, C4, C6, C8) having three weft fibers.

2. A fabric according to claim 1, having a fiber volume fraction of not less than 57%.
3. A fabric according to claim 1, wherein the fibers have linking angles (θ) less than or equal to 15°.
4. A part obtained from the fabric of claim 1.

Patentansprüche

1. Gewebe aus Fäden oder gewebten Fasern, umfassend Schussfäden und Kettfäden, die gemäß einer Bewehrung angeordnet sind, die ein Grundmuster hat, das umfasst:
 - mindestens achtundzwanzig Schussfäden (1...28), die versetzt angeordnet sind und acht parallele Säulen (C1...C8) bilden, darunter eine erste, eine dritte, eine fünfte und eine siebte Säule, die jeweils vier Schussfäden umfassen, sowie eine zweite, eine vierte, eine sechste und eine achte Säule, die jeweils drei Schussfäden umfassen, wobei die Säulen durch einen gleichen vorgegebenen Abstand (P) getrennt sind und sich die Schussfäden (1...28) in sieben Niveaus (N1...N7) erstrecken, die quer zu den Säulen verlaufen,
 - mindestens zwölf Kettfäden (A...L), die in mindestens vier parallelen Ebenen angeordnet sind, die quer zu den Schussfäden verlaufen und zueinander versetzt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede dieser Ebenen mindestens drei parallele Kettfäden enthält, von denen die einen auf folgende Weise über den anderen angeordnet sind:
 - in einer ersten Ebene verläuft ein erster Kettfaden (A) über dem ersten Schussfaden (1) der ersten Säule (C1), verläuft unter dem zweiten Schussfaden (16) der fünften Säule (C5) und verläuft dann über dem ersten Schussfaden (1) der ersten Säule (C1) des folgenden Musters, ein zweiter und ein dritter Kettfaden (B, C) erstrecken sich in der genannten ersten Ebene parallel zu dem ersten Kettfaden (A), indem sie in einer zu den Säulen parallelen Richtung um jeweils einen Schussfaden versetzt sind,
 - in einer zweiten Ebene verläuft ein erster Kettfaden (D) im Wesentlichen parallel zu den Niveaus (N1...N7) und verläuft über dem ersten Schussfaden (5) der Säulen (C2, C4, C6, C8), die drei Schussfäden umfassen, und unter dem ersten Schussfaden der Säulen (C1, C3, C5, C7), die vier Schussfäden umfassen, ein zweiter und ein dritter Kettfaden (E, F) erstrecken sich parallel zu dem ersten Schussfaden (D), indem sie in einer zu den Säulen parallelen Richtung jeweils um einen Schussfaden versetzt sind,
 - in einer dritten Ebene erstrecken sich die drei betreffenden Kettfäden (G, H, I) parallel zu den Kettfäden (A, B, C) der ersten Ebene, indem sie seitwärts in einer Richtung parallel zu den Niveaus um vier Säulen versetzt sind,
 - und schließlich verlaufen in einer vierten Ebene die drei betreffenden Kettfäden (J, K, L) parallel zu den Kettfäden (D, E, F) der zweiten Ebene, indem sie in einer Richtung parallel zu den Säulen, derart versetzt sind, dass sie unter den Schussfäden der Säulen (C2, C4, C6, C8) verlaufen, die drei Schussfäden haben.
2. Gewebe nach Anspruch 1, das einen Faservolumenanteil von mindestens gleich 57% hat.
3. Gewebe nach Anspruch 1, wobei die Fasern Bindungswinkel (θ) haben, die kleiner oder gleich 15° sind.
4. Teil, das aus dem Gewebe nach Anspruch 1 erhalten wird.



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2610951 [0008]
- US 5899241 A [0009]
- EP 0856601 A1 [0009]