(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
31 octobre 2002 (31.10.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/085646 A1

(51) Classification internationale des brevets[7] : B60C 9/08, 15/00, 9/20

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP02/04255

(22) Date de dépôt international : 17 avril 2002 (17.04.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
01/05337 19 avril 2001 (19.04.2001) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf CA, MX, US)* : **SOCIETE DE TECHNOLOGIE MICHELIN** [FR/FR]; 23, rue Breschet, F-63000 Clermont-Ferrand Cedex 09 (FR).

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.** [CH/CH]; Route Louis Braille 10 et 12, CH-1763 Granges-Paccot (CH).

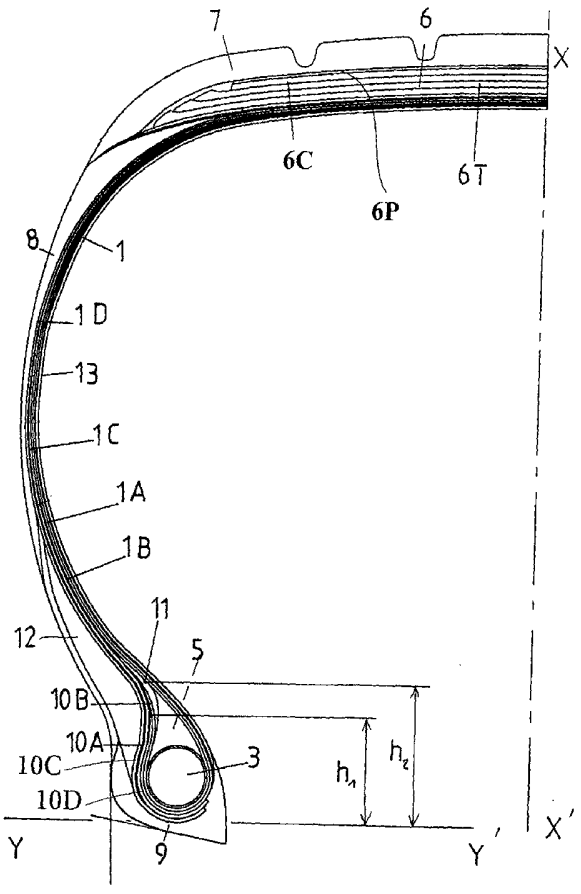
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **ROGET,**

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: TYRE ARMATURES FOR AN AIRPLANE

(54) Titre : ARMATURES DE PNEUMATIQUE POUR AVION



des retournements (10A et 10B) desdites nappes intérieures

(57) Abstract: An airplane tyre, inflated at high pressure, comprising a tread (7), a crown reinforcement (6) and a radial casing reinforcement (1) comprising at least two axially internal plies (1A et 1B) which are formed by textile reinforcing elements, said two plies being wound around at least one rod (3) in each bead (2) from the inside to the outside forming turn-ups (10A et 10B), and at least one ply (1C, 1D) which is axially external and made of textile elements, which is radially superposed in relation to the inner plies (1A et 1B) under the crown reinforcement (6) in order to extend along the turn-ups (10A et 10B) of the internal plies in the beads (2), characterized in that the radial reinforcing elements of all of the plies (1A, 1B, 1C, 1D) of the crown reinforcement (1) are cables formed by twisting at least one spun yarn having a modulus of elasticity in a state of traction which is at least equal to 2000 cN/tex, with a spun yarn which is overspun or not having a modulus of elasticity in a state of traction which is at least equal to 1500 cN/tex, said moduli of said spun yarns being measured for a traction force which is equal to 0.1 times the breaking force of a spun yarn.

(57) Abrégé : Pneumatique d'avion, gonflé à pression élevée, avec une bande de roulement (7), une armature de sommet (6) et une armature de carcasse radiale (1) comprenant au moins deux nappes (1A et 1B) axialement intérieures formées d'éléments de renforcement textiles, lesdites deux nappes étant enroulées autour d'au moins une tringle (3) dans chaque bourrelet (2) de l'intérieur à l'extérieur en formant des retournements (10A et 10B) et au moins une nappe (1C, 1D) axialement extérieure d'éléments textiles, superposée radialement aux nappes intérieures (1A et 1B) sous l'armature de sommet (6) pour s'étendre le long

[Suite sur la page suivante]

WO 02/085646 A1

Cyrille [FR/FR]; 4, rue Beaumarchais, F-63000 Clermont-Ferrand (FR). **VIALATTE, Lilian** [FR/FR]; 124 bis, boulevard Lafayette, F-63000 Clermont-Ferrand (FR).

(74) Mandataire : DIERNAZ, Christian; M. F. P. Michelin, SGD/LG/PI-F35-Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 09 (FR).

(81) États désignés *(national)* **:** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(régional)* **:** brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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.

dans les bourrelets (2), caractérisé en ce que les éléments de renforcement radiaux de toutes les nappes (1A, 1B, 1C, 1D) ..) de l'armature de carcasse (1) sont des câbles formés par retordage d'au moins un filé ayant un module d'élasticité en traction au moins égal à 2000 cN/tex, avec un filé surtordu ou non, de module d'élasticité à la traction au plus égal à 1500 cN/tex, lesdits modules d'élasticité desdits filés étant mesurés pour une force de traction égale à 0,1 fois la force de rupture d'un filé.

ARMATURES DE PNEUMATIQUE POUR AVION.

La présente invention concerne un pneumatique à armature de carcasse radiale destiné à porter de lourdes charges et gonflé à des pressions relativement fortes, et en particulier un pneumatique pour avions.

Les armatures de carcasse radiales de tels pneumatiques comportent généralement plusieurs nappes d'éléments de renforcement textiles, qui sont ancrées dans chaque bourrelet à au moins un élément de renforcement annulaire et le plus souvent à une seule tringle. Les éléments de renforcement desdites armatures sont enroulés autour de ladite tringle de l'intérieur à l'extérieur en formant de retournements dont les extrémités respectives sont radialement espacées par rapport à l'axe de rotation du pneumatique. Les conditions sévères sous lesquelles sont utilisés les pneumatiques pour avions sont telles que l'endurance des bourrelets est faible, en particulier au niveau des retournements de l'armature de carcasse.

Une amélioration notable des performances est obtenue par la séparation des nappes de l'armature de carcasse en deux groupes. Le premier groupe comprend les nappes de l'armature de carcasse axialement intérieures dans la zone des flancs et bourrelets, lesdites nappes étant alors enroulées autour d'une tringle d'ancrage dans chaque bourrelet en allant de l'intérieur à l'extérieur du pneumatique. Le deuxième groupe est constitué d'au moins une nappe axialement extérieure dans la zone ci-dessus, nappe généralement partiellement enroulée autour de la tringle en allant de l'extérieur à l'intérieur du pneumatique. De telles dispositions sont connues et montrées par exemple dans le brevet US 4 244 414 (figure 2 dudit brevet).

L'endurance des bourrelets ainsi constitués peut être améliorée par la présence dans chaque bourrelet d'une nappe de renforcement supplémentaire enroulée autour de la tringle et formant ainsi un brin axialement extérieur et un brin axialement intérieur, ladite nappe de renforcement étant la nappe la plus proche du profilé caoutchouteux de remplissage ou bourrage, généralement triangulaire et radialement au-dessus de la tringle d'ancrage. Une telle architecture est montrée dans le brevet US 5 285 835.

De même il a été proposé une solution consistant à disposer le(les) bord(s) de la (des) dite(s) nappes axialement extérieures entre les retournements des nappes axialement intérieures.

COPIE DE CONFIRMATION

L'endurance des bourrelets de pneumatiques pour avions se doit cependant d'être améliorée, en particulier lorsque lesdits bourrelets subissent de fortes surcharges pouvant leur conférer des écrasements de l'ordre de 50% et plus de leur hauteur. Le progrès à attendre d'une mise au point de l'architecture des bourrelets semble être, du moins actuellement, assez limitée, du fait même du nombre nécessaire de nappes de carcasse, généralement formées d'éléments de renforcement en polyamide aliphatique, pour supporter la tension due à la pression dite d'épreuve qui, comme connu, doit être égale à quatre fois la pression de service. Le nombre important desdites nappes de carcasse entraîne de manière évidente la multiplication des extrémités libres d'éléments de renforcement, la multiplication des interfaces entre nappes, des pertes hystérétiques plus importantes et donc des températures de fonctionnement plus élevées, autant de facteurs propices à une augmentation de la fatigue des bourrelets et à une limitation de leur endurance.

La solution proposée par la présente invention pour améliorer l'endurance des bourrelets d'un pneumatique d'avion réside dans le remplacement des nappes de carcasse en polyamide aliphatique par des nappes de carcasse formées d'éléments de renforcement composites, c'est-à-dire formés de filés de modules différents.

Conformément à l'invention, un pneumatique d'avion, gonflé à pression élevée, ayant une bande de roulement, une armature de sommet et une armature de carcasse radiale, cette armature de carcasse radiale comportant une pluralité d'éléments de renfort textiles orientés sensiblement radialement (c'est-à-dire faisant un angle compris entre 80° et 100° avec la direction circonférentielle), cette armature étant ancrée à au moins une armature de renforcement circonférentiel dans chaque bourrelet, ce pneumatique étant caractérisé en ce que les éléments de renforcement radiaux de l'armature de carcasse sont des câbles composites formés par retordage d'au moins un filé ayant un module d'élasticité en traction au moins égal à 2000 cN/tex, avec au moins un filé ayant un module d'élasticité à la traction au plus égal à 1500 cN/tex, lesdits modules d'élasticité desdits filés étant mesurés pour une force de traction égale à dix pour cent (10%) de la force de rupture de chaque filé considéré.

Préférentiellement, le pneumatique d'avion selon l'invention est tel que certains des éléments de renforcement sont ancrés autour d'un élément de renforcement circonférentiel (comme par exemple une tringle) en allant axialement de l'intérieur vers l'extérieur et les autres éléments de renforcement sont ancrés autour dudit élément de renforcement circonférentiel en allant de l'extérieur vers l'intérieur.

Une autre variante conforme à l'invention est un pneumatique d'avion, gonflé à pression élevée, avec une bande de roulement, une armature de sommet et une armature de carcasse radiale comprenant :

au moins deux nappes axialement intérieures formées d'éléments de renforcement textiles orientés radialement (c'est-à-dire faisant sur le pneumatique un angle compris entre 80° et 100° avec la direction circonférentielle), lesdites deux nappes étant enroulées autour d'au moins une tringle dans chaque bourrelet de l'intérieur à l'extérieur en formant des retournements et,

au moins une nappe axialement extérieure d'éléments textiles orientés radialement, superposée radialement aux nappes intérieures sous l'armature de sommet pour s'étendre le long des retournements desdites nappes intérieures dans les bourrelets,

et caractérisé en ce que les éléments de renforcement radiaux de toutes les nappes de l'armature de carcasse sont des câbles formés par retordage d'au moins un filé, ledit filé ayant un module d'élasticité en traction au moins égal à 2000 cN/tex, avec au moins un filé surtordu ou non, de module d'élasticité à la traction au plus égal à 1500 cN/tex, lesdits modules d'élasticité de chacun desdits filés étant mesurés pour une force de traction égale à dix pour cent (10%) de la force de rupture du filé correspondant.

Ainsi renforcées de câbles constitués de filés ayant des modules d'élasticité différents aux faibles déformations, les nappes de l'armature de carcasse sont, de manière surprenante, plus à mêmes de résister aux sollicitations de tension et aux sollicitations de fatigue (en compression notamment).

Définitions :

- un filé ("yarn" en anglais) est constitué de un ou plusieurs filaments unitaires ;
- un filé pré-tordu ("folded yarn" en anglais) est un filé ayant subi une opération de torsion avant d'être assemblé par retordage avec au moins un autre filé pour former un cable ou un retors ("plied yarn" ; "cord" en anglais).

Il est entendu qu'avec des filaments identiques on peut former, grâce à des opérations de torsion appropriées, un filé pré-tordu haut module et un filé pré-tordu bas module, ces deux filés pré-tordus de modules différents ainsi obtenus étant ensuite assemblés par retordage pour former l'élément de renfort d'une ou plusieurs des nappes de l'armature de carcasse d'un pneumatique selon l'invention.

Les modules d'élasticité à la traction des filés résultent, comme connu en soi, des courbes représentant les forces de traction en fonction de l'allongement relatif obtenues sur les filés en tant que tels avant leur incorporation dans l'élément de renfort ; ces modules d'élasticité correspondent à des modules sécants au point de déformation correspondant à une force de traction égale à 10% de la force de rupture du filé considéré.

Les câbles composites ou câbles hybrides utilisés ci-dessus sont connus en eux-mêmes. Par exemple, le brevet US 3 977 172 enseigne leur utilisation pour renforcer un produit manufacturé. Le brevet US 4 893 665 revendique l'utilisation de câbles, formés d'au moins deux fils constitués de polyamide aromatique et d'une âme sous forme d'au moins un filament de polyamide aliphatique ou de polyester. Le même type de câble est plus particulièrement utilisé comme éléments de renforcement d'une armature de sommet de pneumatique pour avions. Le brevet EP 335 588 décrit l'utilisation particulièrement avantageuse de câbles composites comme éléments de renforcement circonférentiels d'une nappe de recouvrement d'une armature de sommet de travail à deux nappes de câbles métalliques croisés d'une nappe à la suivante. Toutefois, aucun de ces documents ne décrit ni ne suggère la combinaison des caractéristiques de l'objet de l'invention, en particulier l'utilisation comme renforts d'armature de carcasse des câbles composites tels que définis.

Il est avantageux, dans le cas d'un pneumatique pour avion, que les câbles composites utilisés dans le pneumatique selon l'invention soient formés d'au moins deux filés à haut module d'élasticité et d'un seul filé à bas module d'élasticité, lesdits câbles présentant le meilleur compromis entre les deux propriétés que sont l'allègement du pneumatique et la résistance desdits câbles à la fatigue. Les trois filés ci-dessus sont individuellement surtordus de manière appropriée et sont ensuite retordus ensemble pour former l'élément de renforcement. On obtient ainsi, comme connu en soi, des câbles présentant une courbe représentative de la force de traction en fonction de l'allongement relatif ε qui se compose substantiellement de deux parties de part et d'autre d'un point de transition T : une première partie où le module d'élasticité en traction est faible, une deuxième partie où ledit module est élevé.

Si l'on définit, comme connu, un point de transition T comme le point d'intersection entre la courbe force de traction en fonction d'allongement ε et une droite parallèle à l'axe des ordonnées de ladite courbe passant par le point d'intersection des tangentes à ladite courbe respectivement à l'origine (correspondant au point de déformation nulle ε_0) et à la rupture (déformation à la

rupture ε_R), la première partie se définit entre l'origine et la déformation ε_T et la deuxième partie entre la déformation ε_T et la déformation à la rupture ε_R. Afin que soit conférée au profil de l'armature de carcasse une stabilité dimensionnelle certaine, que ce soit circonférentiellement et/ou méridiennement, il est important que l'allongement relatif ε_T au point de transition T soit compris entre 1% et 7%.

Le rapport de la pente de la tangente à la courbe force de traction -allongement relatif au point d'allongement relatif nul sur la pente de la tangente à la courbe force de traction -allongement relatif au point d'allongement relatif à la rupture est avantageusement compris entre 0,08 et 1,0, alors que la force de rupture d'un élément de renforcement est préférentiellement supérieure à 70 cN/tex.

Les nappes de câbles composites ou câbles hybrides, décrites ci-dessus sont obtenues par enrobage de ces câbles dans un mélange caoutchouteux dit mélange de calandrage, le nombre de câbles par centimètre de nappe, mesuré perpendiculairement à la direction desdits câbles étant calculé pour obtenir la résistance à la tension nécessaire. Afin d'accroître encore la durée de vie des bourrelets du pneumatique concerné, le(s) mélange(s) de calandrage des nappes de carcasse axialement intérieures, enroulées autour de la tringle d'ancrage pour former des retournements, ont des modules sécants d'extension de valeur inférieure au(x) module(s) sécants d'extension des mélanges de calandrage de la(des) nappe(s) axialement extérieure(s). Lesdits modules sont des modules d'extension mesurés à 10% d'allongement relatif et conformément à la norme ASTM D 412). Le module du mélange unique de calandrage des nappes axialement intérieures est avantageusement compris entre 4,5 et 6,0 MPa, alors que le module du mélange unique des nappes axialement extérieures est compris entre 10,0 et 14,0 MPa.

L'armature de sommet pour pneumatique pour avion est, comme connu en soi, composée d'une armature de travail généralement formée d'éléments de renforcement textiles, et d'une armature de protection formée d'au moins une nappe d'éléments métalliques ou d'éléments en polyamide aromatique. L'armature de travail est généralement composée en allant radialement de l'intérieur à l'extérieur par au moins une nappe d'éléments de renforcement circonférentiels (est dit circonférentiel, dans le présent document, un élément de renforcement faisant avec la direction circonférentielle un angle compris entre –8° et + 8°), et par au moins un binappe de deux couches d'éléments croisés obtenues par enroulement en zigzag autour d'un support plus ou moins cylindrique et en allant d'un bord à l'autre de ladite armature, d'une bande d'au moins un élément

de renforcement jusqu'à formation d'au moins desdites deux couches d'éléments faisant avec la direction circonférentielle des angles de directions opposées compris entre 8° et 30°.

Les éléments de renforcement de l'armature de sommet de travail sont avantageusement des câbles composites de même nature et de même structure que les câbles formant l'armature de carcasse. Il s'ensuit un nombre de couches réduit pour obtenir la même résistance à la tension, ledit nombre plus faible conduisant à de multiples avantages que sont la diminution de poids, la facilité de fabrication accrue, un coût de mise en œuvre moindre, un sommet global moins épais avec pour conséquences des températures de fonctionnement plus basses, mais aussi des temps de cuisson plus courts tout en ayant une répartition plus régulière des températures de cuisson dans le pneumatique non encore vulcanisé.

Par ailleurs, l'utilisation de câbles composites pour l'armature de travail permet, comparée à l'utilisation de câbles en Nylon, d'avoir un mélange de bande de roulement moins sujet aux contraintes de tension, et en conséquence une meilleure résistance à l'attaque de l'ozone en fonds de creux (moins de craquelures), une meilleure résistance à la propagation desdites craquelures ou entailles initiées par des objets étrangers au pneumatique, une meilleure performance en usure, une meilleure résistance à la formation d'écailles sur la bande de roulement, ainsi qu'une meilleure résistance aux perforations de ladite bande de roulement dues aussi à des objets étrangers.

Les avantages ci-dessus seront d'autant plus prononcés que le module de calandrage desdites couches d'armature de sommet de travail aura une valeur intermédiaire entre les valeurs correspondantes de modules pour mélanges de calandrage respectivement des nappes de carcasse axialement extérieures et intérieures. Ledit module, de même définition et mesuré dans les mêmes conditions que les modules ci-dessus précisés, est avantageusement compris entre 7,5 et 9,5 MPa.

Les caractéristiques et autres avantages de l'invention seront mieux compris à l'aide de la description d'un exemple non limitatif, à laquelle est annexé un dessin sur lequel :

- la figure 1 montre schématiquement, vu en section méridienne, un pneumatique conforme à l'invention ;

- la figure 2 montre un exemple de courbe force allongement d'un élément de renfort de l'armature de carcasse du pneumatique de la figure 1 ;

- la figure 3 montre la sculpture d'une bande de roulement pour pneumatique conforme à l'invention.

L'exemple donné est celui d'un pneumatique de dimension normalisée 1400 x 530 R 23 (selon la norme 'Tire and Rim Association'). L'armature de carcasse 1 est formée de quatre nappes 1A à 1D de câbles textiles radiaux. Il faut entendre par câbles radiaux d'un pneumatique d'avion des câbles faisant avec la direction circonférentielle des angles pouvant être compris dans l'intervalle 90° ± 15°. Parmi lesdites quatre nappes, deux nappes 1A et 1B, axialement intérieures dans les flancs et bourrelets, sont enroulées dans chaque bourrelet 2 autour d'une tringle 3, ayant dans le cas étudié une section transversale circulaire, en allant de l'intérieur à l'extérieur du pneumatique P, pour former des retournements 10A et 10B. Il est en outre prévu une languette de protection (formée de renforts textiles en polyamide aliphatique) enroulée autour de la tringle et séparant ladite tringle de l'armature de carcasse.

Les extrémités desdits retournements sont distants de la base du bourrelet, représentée par une ligne YY' parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et passant par le point d'intersection de la paroi verticale du bourrelet et de la génératrice tronconique de son siège, des hauteurs respectives h_1 et h_2. La hauteur h_1, la plus petite, est la hauteur du retournement 10A de la première nappe 1A axialement intérieure, alors que la hauteur h_2, la plus grande, est la hauteur du retournement 10B de la deuxième nappe 1B axialement intérieure. Les deux hauteurs h_1 et h_2 sont respectivement égales à 20% et 15% de la hauteur H du pneumatique sur jante, égale à 394 mm.

Par définition, la hauteur du pneumatique monté et gonflé, est, vue en section méridienne, la distance radiale mesurée entre le point de la bande de roulement le plus éloigné de l'axe de rotation et une parallèle audit axe distante dudit axe d'une quantité égale au rayon nominal normalisé de la jante de service. Un profilé de caoutchouc de forme sensiblement triangulaire 5 est disposé axialement entre les retournements 10A et 10B et les parties principales de nappes de carcasse intérieures et radialement au-dessus de la tringle.

Les nappes 1C et 1D d'armature de carcasse axialement extérieures ont leurs bords 10C et 10D qui recouvrent axialement à l'extérieur et de manière adjacente les retournements 10A et 10B des nappes 1A et 1B d'armature de carcasse 1. Lesdites nappes 1C et 1D sont enroulées autour de la tringle d'ancrage 3 sur une portion ou arc circulaire correspondant à un angle au centre de cercle circonscrit à la tringle au plus égal à 180°, de sorte que les extrémités desdites nappes 1C et 1D

soient radialement situées au-dessous de la droite parallèle à l'axe de rotation passant par le centre de gravité de la section de tringle 3.

Les nappes 1A à 1D d'armature de carcasse du pneumatique d'avion considéré sont formées de câbles composites constitués de deux filés en polyamide aromatique, chaque filé ayant un titre de 330 tex, individuellement surtordu d'une torsion en S de 230 tours/mètre, et d'un filé en polyamide aliphatique (plus précisément en Nylon) dont le titre est égal à 188 tex, ledit filé étant individuellement surtordu d'une torsion en S de 230 tours/mètre. Les trois filés ainsi préalablement tordus sur eux-mêmes sont ensuite retordus ensemble avec une torsion en Z de 230 tours/mètre pour former le câble prêt à l'usage en nappes. À la figure 2, on voit la courbe de traction en fonction de l'allongement relatif (ou déformation) d'un câble ainsi constitué de ces trois filés ; cette courbe présente un point de transition T pour un allongement relatif ε_T égal à 3,8%, et le rapport Eo/E_R de la pente Eo de la tangente à ladite courbe à l'origine (ε_0 nul) à la pente E_R de la tangente à ladite courbe à la rupture est de 0,175. Dans le cas présent, le câble employé a une force de rupture sensiblement égale à 120 daN pour une déformation de 7.5%.

Dans le cas présenté, les nappes 1A à 1D utilisent le même câble sans que cela ne soit une nécessité de l'invention. Toutefois, la densité est différente selon les nappes : elle est plus importante pour les nappes axialement internes 83 câbles/décimètre contre 75 câbles/décimètre pour les nappes axialement externes.

Le mélange caoutchouteux, qui enrobe les câbles composites des nappes 1A et 1B d'armature de carcasse, est à base de caoutchouc naturel et a, à l'état vulcanisé, un module sécant d'extension, à 10% d'allongement relatif, égal à 5,4 MPa, ledit module étant mesuré dans les conditions préconisées par la norme citée au-dessus. Le mélange caoutchouteux qui enrobe les câbles composites des nappes 1C et 1D d'armature de carcasse, toujours à base de caoutchouc naturel, a un module sécant d'extension et mesuré dans les mêmes conditions, égal à 12,0 MPa. Les couches de mélange caoutchouteux de faible épaisseur qui sont éventuellement disposées entre nappes de carcasse et/ou qui bordent les extrémités de nappes suivent la même loi des modules : toute couche afférente aux nappes 1A et 1B a un module inférieur au module de toute couche afférente aux nappes 1C et 1D.

L'armature de carcasse radiale 1 est surmontée radialement d'une armature de sommet 6 comprenant d'une part une armature de travail 6T et radialement à l'extérieur une armature de protection 6P. L'armature de travail 6T est obtenue par enroulement, en zigzag sur une forme plus

ou moins cylindrique et en allant d'un bord à l'autre de ladite armature, d'une bande de 8 câbles composites de même nature et même structure que les câbles utilisés pour les nappes de carcasse (la densité de l'armature de travail 6T est de 73 fils par décimètre). L'enroulement se réalise d'abord avec un angle de 5° et se prolonge jusqu'à obtenir une couche complète de câbles à 5°, puis l'angle de pose est modifié pour prendre la valeur de 9°, l'enroulement continuant jusqu'à obtention du nombre de couches croisées nécessaires, c'est-à-dire six pour la dimension concernée.

Le mélange caoutchouteux d'enrobage des câbles de la bande utilisée est à base de caoutchouc naturel et a un module sécant d'extension, mesuré dans les mêmes conditions que les modules précédents, égal à 8,5 MPa. L'armature de sommet de protection 6P se compose d'au moins une nappe formée d'éléments en polyamide aromatique 330/2 retordus à 450 tours/m, les éléments faisant avec la direction circonférentielle un angle compris entre 45 et 70° et plus précisément dans le cas décrit égal à 60°. Cette armature de sommet de protection 6P est découplée de l'armature de travail 6T par une couche de mélange de caoutchouc 6C facilitant l'opération de rénovation de la bande de roulement. L'armature de protection peut également être formée d'une nappe d'éléments de renforcement métalliques, ondulés dans le plan de la nappe, conformément à l'enseignement du brevet US 4 402 356, avec une orientation de l'axe moyen d'ondulation de 90° ± 5° ou 0° ± 5° par rapport à la direction circonférentielle.

Une bande de roulement 7, des flancs 8, des couches extérieures de protection des bourrelets 9, des profilés de remplissage de bourrelets 11, 12, ainsi qu'une couche caoutchouteuse intérieure 13 complètent, comme connu, la constitution du pneumatique étudié.

L'architecture décrite ci-dessus, avec une armature de carcasse 1 et une armature de sommet de travail 6T composée d'éléments de renforcement composites, du fait même de la stabilité dimensionnelle du pneumatique obtenue, permet l'utilisation avantageuse d'une sculpture comportant des blocs comme montré avec la figure 3. Une bande de roulement 7 comprend cinq nervures, une nervure centrale 70, puis deux nervures intermédiaires 71, les bords de bande de roulement 7 étant deux nervures latérales 72, et lesdites nervures étant axialement séparées par des rainures circonférentielles 73. Les nervures intermédiaires 71 et les nervures latérales 72 sont circonférentiellement divisées en blocs par des rainures d'orientation générale transversale 75 dont les extrémités axialement intérieures 750 sont légèrement plus proches du plan équatorial XX' du pneumatique que ne le sont les parois axialement intérieures 730 des rainures longitudinales 73 les plus proches dudit plan, et la nervure centrale 70 étant exempte de rainures 75 la traversant.

Lesdites rainures transversales 75 sont légèrement courbes avec une orientation moyenne (mesurée par l'angle que fait la droite joignant les deux extrémités avec la direction circonférentielle) comprise entre° 45°et 70°, c'est-à-dire la même orientation que la nappe de protection 6P radialement sous-jacente. Elles sont disposées de part et d'autre du plan équatorial XX' de manière à former un dessin de sculpture non directionnel, c'est-à-dire utilisable sans précision d'un sens de roulage. Une combinaison d'architecture des nappes de renforcement selon l'invention avec la sculpture telle que décrite, d'une part permet une meilleure adhérence sur des sols rendus glissants par la poussière humidifiée, et d'autre part permet une meilleure résistance lors de roulages sous très faible pression (pression inférieure au tiers de la pression de service) et à grande vitesse.

Par ailleurs, un pneumatique tel que décrit ci-dessus a été testé avec succès suivant la norme TSO C62D. Comparativement à un pneumatique de même dimension et comportant une armature de carcasse composée de huit nappes en polyamide aliphatique, l'allègement du pneumatique est de 15%, le temps de fabrication est réduit de 20%.

En outre, il a été noté que l'emploi d'éléments de renforcement composites comme éléments de renfort de l'armature de sommet, du fait même de la grande stabilité dimensionnelle du pneumatique obtenue dans sa partie sommitale grâce auxdits éléments de renforcement, autorise l'utilisation de la même sculpture pourvue de blocs (figure 3). De façon surprenante, on constate que cet avantage est conservé indépendamment du fait que l'armature de carcasse comprend ou non des éléments de renforcement du même type. Les problèmes que l'on peut constater avec des armatures de sommet classiques en pneumatique avion, notamment de fatigue en fond de rainures, sont ici résolus.

REVENDICATIONS

1 – Pneumatique d'avion, gonflé à pression élevée, ayant une bande de roulement (7), une armature de sommet (6) et une armature de carcasse radiale (1), cette armature de carcasse radiale (1) comportant une pluralité d'éléments de renfort textiles orientés sensiblement radialement (c'est-à-dire faisant un angle compris entre 80° et 100° avec la direction circonférentielle), cette armature étant ancrée à au moins une armature de renforcement circonférentiel (3) dans chaque bourrelet (2), ce pneumatique étant **caractérisé en ce que** les éléments de renforcement radiaux de l'armature de carcasse (1) sont des câbles composites formés par retordage d'au moins un filé ayant un module d'élasticité en traction au moins égal à 2000 cN/tex, avec au moins un filé ayant un module d'élasticité à la traction au plus égal à 1500 cN/tex, lesdits modules d'élasticité desdits filés étant mesurés pour une force de traction égale à dix pour cent (10%) de la force de rupture de chaque filé considéré.

2 – Pneumatique d'avion selon la revendication 1 caractérisé en ce que certains des éléments de renforcement sont ancrés autour de l'armature de renforcement circonférentiel (3) en allant de l'intérieur vers l'extérieur et les autres éléments de renforcement sont ancrés autour de la même armature de renforcement circonférentiel (3) en allant de l'extérieur vers l'intérieur.

3– Pneumatique d'avion, gonflé à pression élevée, avec une bande de roulement (7), une armature de sommet (6) et une armature de carcasse radiale (1) comprenant :

- au moins deux nappes (1A et 1B) axialement intérieures formées d'éléments de renforcement textiles orientés radialement (angle des renforts entre 80° et 100° avec la direction circonférentielle), lesdites deux nappes étant enroulées autour d'au moins une tringle (3) dans chaque bourrelet (2) de l'intérieur à l'extérieur en formant des retournements (10A et 10B) et,
- au moins une nappe (1C, 1D) axialement extérieure d'éléments de renforcement textiles orientés radialement, superposée radialement aux nappes intérieures (1A et 1B) sous l'armature de sommet (6) pour s'étendre le long des retournements (10A et 10B) desdites nappes intérieures dans les bourrelets (2),

et étant **caractérisé en ce que** les éléments de renforcement radiaux de toutes les nappes (1A, 1B, 1C, 1D, ..) de l'armature de carcasse (1) sont des câbles composites formés par retordage d'au

moins un filé ayant un module d'élasticité en traction au moins égal à 2000 cN/tex, avec au moins un filé surtordu ou non, de module d'élasticité à la traction au plus égal à 1500 cN/tex, lesdits modules d'élasticité desdits filés étant mesurés pour une force de traction égale à 0,1 fois la force de rupture de chaque filé considéré.

4 – Pneumatique selon la revendication 3, caractérisé en ce que la courbe représentative de la force de traction en fonction de l'allongement relatif de chaque élément de renfort d'armature de carcasse présente une pente à l'origine (déformation nulle) et une pente à la rupture (déformation εR), le rapport de la pente de la tangente à la courbe au point d'allongement relatif ε0 nul, à la pente de la tangente à la même courbe au point d'allongement εR à la rupture étant compris entre 0,08 et 1,0.

5 – Pneumatique selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'allongement relatif εT en un point de transition T, défini comme étant le point d'intersection entre la courbe représentative de la force de traction en fonction de l'allongement ε et une droite parallèle à l'axe des ordonnées de ladite courbe passant par le point d'intersection des tangentes à ladite courbe respectivement aux points correspondant à l'allongement relatif nul ε0 et à l'allongement relatif à la rupture εR, est compris entre 1% et 7%.

6 – Pneumatique selon la revendication 5, caractérisé en ce que la force de rupture d'un élément de renforcement est supérieure à 70 cN/tex.

7 –Pneumatique selon la revendication 6, caractérisé en ce que le filé à module élevé est un filé de filaments en polyamide aromatique et en ce que le filé à module faible est un filé de filaments en polyamide aliphatique.

8 – Pneumatique selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que le(s) mélange(s) caoutchouteux de calandrage des nappes de carcasse (1A, 1B) axialement intérieures, enroulées autour de la tringle d'ancrage (3) pour former des retournements (10A, 10B), ont des modules sécants d'extension de valeur inférieure aux module(s) sécants d'extension des mélanges de calandrage de la(des) nappe(s) (1C, 1D) axialement extérieure(s).

9 – Pneumatique selon la revendication 8, caractérisé en ce que le module du mélange unique de calandrage des nappes axialement intérieures (1A, 1B) est compris entre 4,5 et 6,0 MPa, alors que le module du mélange unique des nappes (1C, 1D) axialement extérieures est compris entre 10,0 et 14,0 MPa.

10 – Pneumatique selon l'une des revendications 3 à 9, caractérisé en ce que l'armature de sommet (6) comprend au moins une armature de travail (6T), obtenue par enroulement en zigzag, autour d'une forme plus ou moins cylindrique et en allant d'un bord à l'autre de ladite armature, d'une bande d'au moins un élément de renforcement jusqu'à formation d'au moins deux couches d'éléments croisés faisant avec la direction circonférentielle un angle compris entre 8° et 30°, ledit élément de renforcement étant un câble composite de même nature et de même structure que les câbles formant l'armature de carcasse (1).

11 – Pneumatique selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'armature de sommet de travail (6T) comprend au moins, radialement entre l'armature de carcasse (1) et les couches obtenues par enroulement en zigzag, une nappe formée d'éléments circonférentiels de même nature et de même structure que les câbles formant l'armature de carcasse (1).

12 - Pneumatique selon la revendication 10, caractérisé en ce que le module sécant d'extension du mélange de calandrage desdites couches d'armature de sommet (6T) de travail a une valeur intermédiaire entre les valeurs correspondantes de modules sécants d'extension pour mélanges de calandrage respectivement des nappes de carcasse axialement extérieures (1C, 1D) et intérieures (1A, 1B), ledit module étant compris entre 7,5 et 9,5 MPa.

13 – Pneumatique selon l'une des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que l'armature de sommet (6) comprend, radialement au-dessus de l'armature de travail (6T) une armature de protection (6P) composée d'au moins une nappe d'éléments de renforcement en polyamide aromatique faisant avec la direction circonférentielle un angle compris entre 45 et 70°.

14 – Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que la bande de roulement présente une sculpture comprenant une nervure centrale séparée axialement d'autres nervures par des rainures circonférentielles, la nervure centrale étant circonférentiellement continue alors que les autres nervures sont divisées en blocs par des rainures d'orientation générale transversale.

15 – Pneumatique d'avion, gonflé à pression élevée, avec une bande de roulement (7), une armature de sommet (6) et une armature de carcasse radiale (1), l'armature de sommet (6) comprenant au moins une armature de travail (6T), obtenue par enroulement en zigzag, autour d'une forme plus ou moins cylindrique et en allant d'un bord à l'autre de ladite armature, d'une bande d'au moins un élément de renforcement jusqu'à formation d'au moins deux couches

d'éléments croisés faisant avec la direction circonférentielle un angle compris entre 8° et 30°, ledit élément de renforcement étant un câble composite formés par retordage d'au moins un filé ayant un module d'élasticité en traction au moins égal à 2000 cN/tex, avec au moins un filé surtordu ou non, de module d'élasticité à la traction au plus égal à 1500 cN/tex, lesdits modules d'élasticité desdits filés étant mesurés pour une force de traction égale à 0,1 fois la force de rupture de chaque filé considéré, la bande de roulement de ce pneumatique d'avion étant **caractérisée en ce** qu'elle est pourvue d'une sculpture comprenant une nervure centrale séparée axialement d'autres nervures par des rainures circonférentielles, la nervure centrale étant circonférentiellement continue alors que les autres nervures sont divisées en blocs par des rainures d'orientation générale transversale.

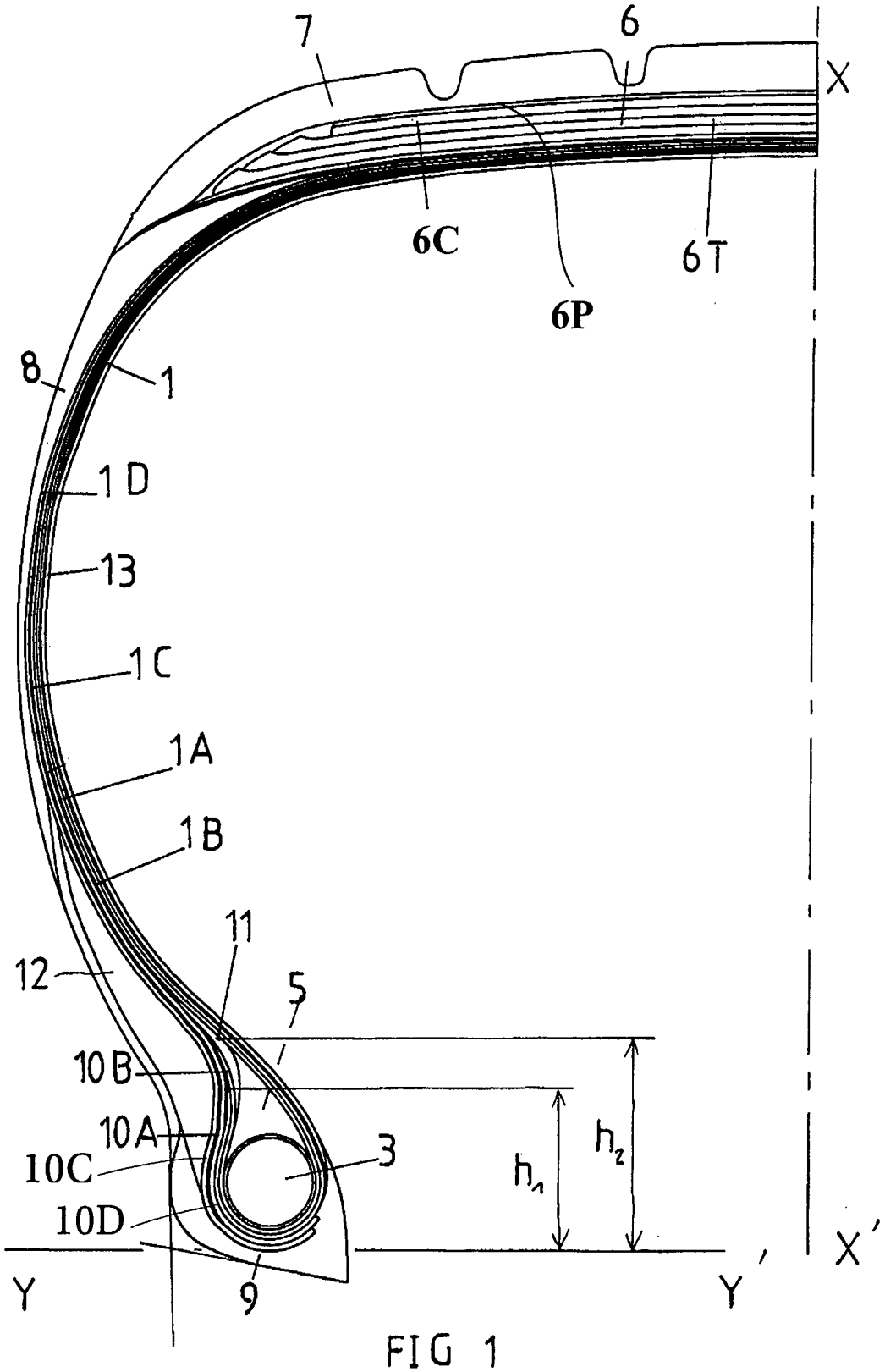


FIG 1

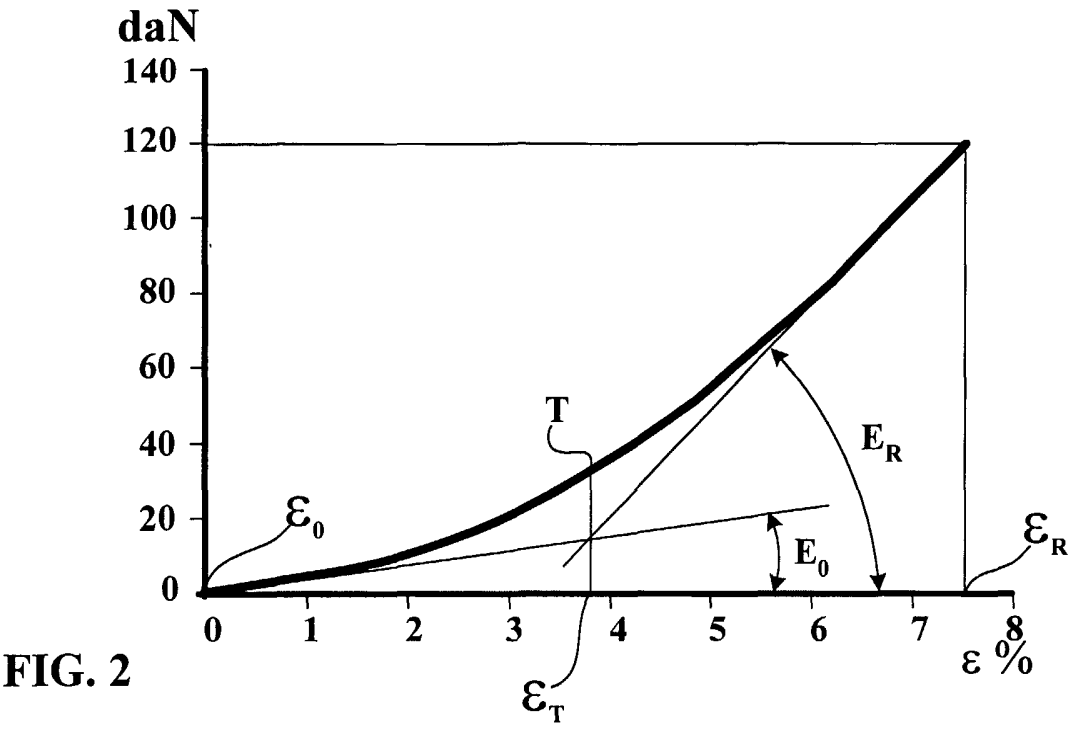

daN
140
120
100
80
60
40
20
0
0
1
2
3
4
5
6
7
8
ε %
T
E_R
E_0
ε_0
ε_R
ε_T

FIG. 2

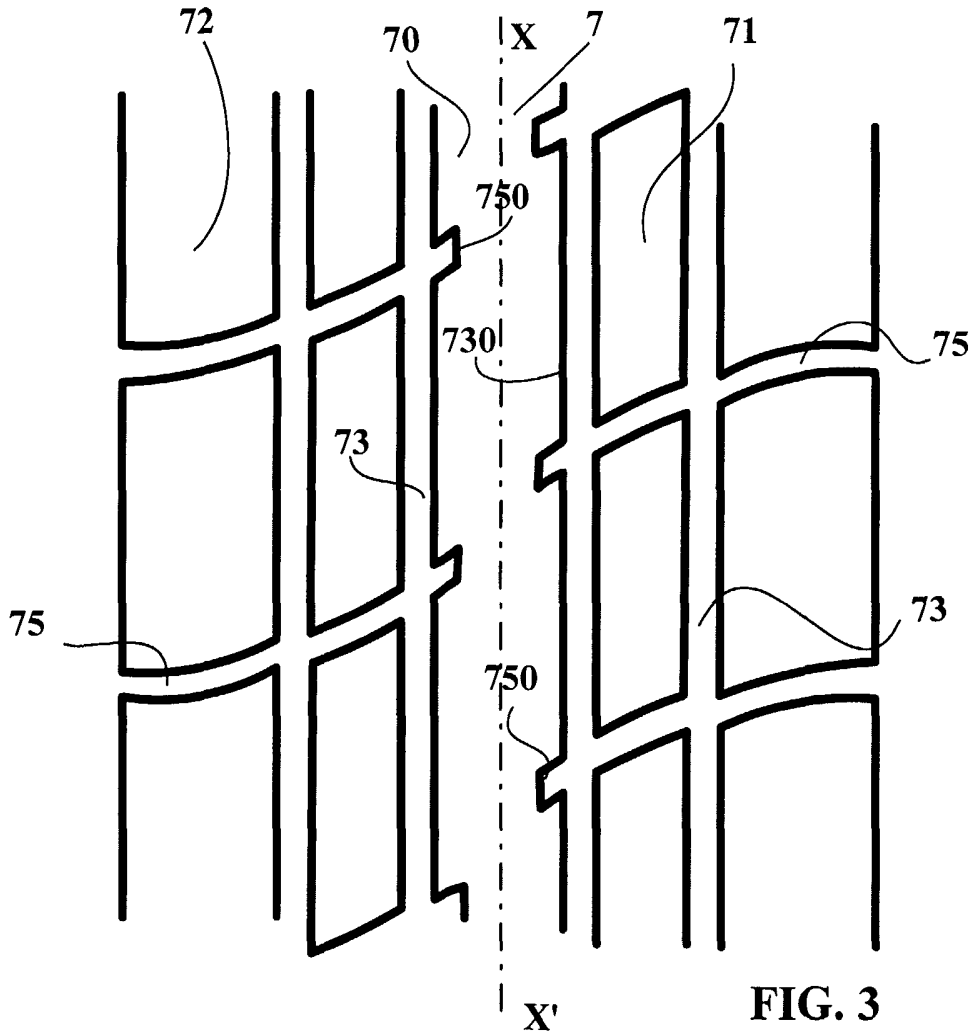

72
70
X
7
71
750
730
75
73
75
73
750
X'

FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/04255

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60C9/08 B60C15/00 B60C9/20

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)
IPC 7 B60C

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 335 588 A (SUMITOMO RUBBER IND) 4 October 1989 (1989-10-04) cited in the application abstract page 2, line 60 -page 3, line 13	1,3
A	EP 0 976 584 A (SUMITOMO RUBBER IND) 2 February 2000 (2000-02-02) abstract	1
A	EP 0 387 826 A (DU PONT) 19 September 1990 (1990-09-19) page 3, line 36 -page 4, line 8; figure 1; example 1	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 July 2002	19/08/2002

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
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	Boone, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 02/04255

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0335588 A	04-10-1989	JP 1247204 A	03-10-1989
		JP 2757940 B2	25-05-1998
		DE 68903414 D1	17-12-1992
		DE 68903414 T2	25-03-1993
		EP 0335588 A2	04-10-1989
EP 0976584 A	02-02-2000	JP 3090437 B2	18-09-2000
		JP 2000016017 A	18-01-2000
		EP 0976584 A2	02-02-2000
		US 6273164 B1	14-08-2001
EP 0387826 A	19-09-1990	US 4914902 A	10-04-1990
		BR 9001148 A	05-03-1991
		CA 2011621 A1	14-09-1990
		CN 1045611 A ,B	26-09-1990
		DE 69030681 D1	19-06-1997
		DE 69030681 T2	02-01-1998
		EP 0387826 A2	19-09-1990
		JP 2289191 A	29-11-1990
		KR 136772 B1	28-04-1998
		MX 167414 B	22-03-1993
		SU 1799404 A3	28-02-1993
		TR 26678 A	15-03-1995

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/EP 02/04255

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B60C9/08 B60C15/00 B60C9/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 B60C

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 réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 335 588 A (SUMITOMO RUBBER IND) 4 octobre 1989 (1989-10-04) cité dans la demande abrégé page 2, ligne 60 -page 3, ligne 13	1,3
A	EP 0 976 584 A (SUMITOMO RUBBER IND) 2 février 2000 (2000-02-02) abrégé	1
A	EP 0 387 826 A (DU PONT) 19 septembre 1990 (1990-09-19) page 3, ligne 36 -page 4, ligne 8; figure 1; exemple 1	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° 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'appartenenant 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'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'inven tion 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
30 juillet 2002	19/08/2002

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	Boone, J

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No
PCT/EP 02/04255

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0335588	A	04-10-1989	JP	1247204 A	03-10-1989
			JP	2757940 B2	25-05-1998
			DE	68903414 D1	17-12-1992
			DE	68903414 T2	25-03-1993
			EP	0335588 A2	04-10-1989
EP 0976584	A	02-02-2000	JP	3090437 B2	18-09-2000
			JP	2000016017 A	18-01-2000
			EP	0976584 A2	02-02-2000
			US	6273164 B1	14-08-2001
EP 0387826	A	19-09-1990	US	4914902 A	10-04-1990
			BR	9001148 A	05-03-1991
			CA	2011621 A1	14-09-1990
			CN	1045611 A ,B	26-09-1990
			DE	69030681 D1	19-06-1997
			DE	69030681 T2	02-01-1998
			EP	0387826 A2	19-09-1990
			JP	2289191 A	29-11-1990
			KR	136772 B1	28-04-1998
			MX	167414 B	22-03-1993
			SU	1799404 A3	28-02-1993
			TR	26678 A	15-03-1995