(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 2013 (31.10.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/160136 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B60C 15/00 (2006.01) *D07B 1/02* (2006.01)
B60C 15/06 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2013/057817

(22) Date de dépôt international :
15 avril 2013 (15.04.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1253724 24 avril 2012 (24.04.2012) FR

(71) Déposants : **COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN** [FR/FR]; 12 Cours Sablon, F-63000 Clermont-Ferrand (FR). **MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.** [CH/CH]; Route Louis Braille 10, CH-1763 Granges-Paccot (CH).

(72) Inventeurs : **CAFFEAU, Charlotte**; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, DGD/PI - F35 - Ladoux, F-63040 CLERMONT-FERRAND Cedex 9 (FR). **BOURSIN, Arnaud**; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, DGD/PI - F35 - Ladoux, F-63040 CLERMONT-FERRAND Cedex 9 (FR).

(74) Mandataire : **LE CAM, Stéphane**; Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, 23, place des Carmes-Déchaux, DGD/PI - F35 - Ladoux, F-63040 CLERMONT-FERRAND Cedex 9 (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title** : CARCASS REINFORCEMENT FOR AN AIRCRAFT TYRE

(54) **Titre** : ARMATURE DE CARCASSE POUR PNEUMATIQUE D'AVION

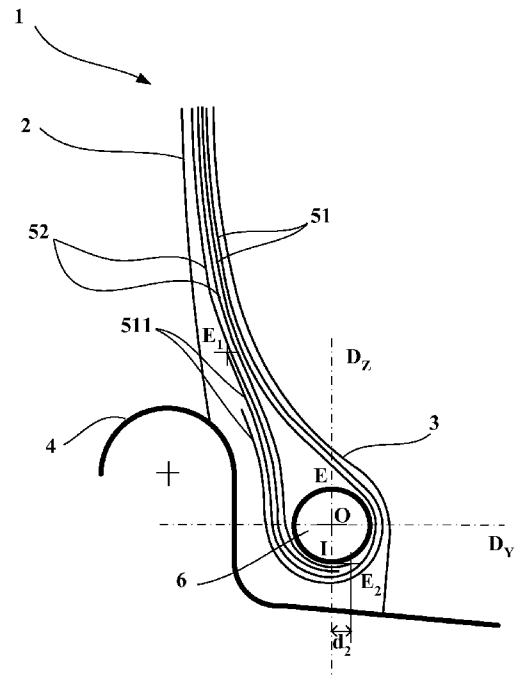


FIGURE 1

(57) **Abstract** : The invention concerns an improvement in the endurance of the carcass reinforcement (5) of an aircraft tyre (1), in the bending zone of the bead (3) on the rim (4). This tyre comprises a carcass reinforcement (5) having two families of layers (51 and 52) extending between the two beads, the first family comprising at least one layer which winds, from the inside to the outside of the tyre, around a rod (6), the free end (E_1) of the turn-up (511) being radially outside the radially outermost point (E) of the rod, the second family comprising at least two layers extending, in each bead (3), from the outside to the inside of the tyre, to the respective ends (E2) of same radially inside an axial line (DY) passing through the centre (O) of the rod and axially inside a radial line (Dz) passing through the centre of the rod at an axial distance (d2) at least equal to 5 mm. The carcass layers (52) of the second family are axially inside at least one turn-up (511).

(57) **Abrégé** : L'invention concerne l'amélioration de l'endurance de l'armature de carcasse (5) d'un pneumatique (1) pour avion, dans la zone de flexion du bourrelet (3) sur la jante (4). Ce pneumatique comprend une armature de carcasse (5) à deux familles de couches (51, 52) s'étendant entre les deux bourrelets, la première famille comprenant au moins une couche s'enroulant, de l'intérieur vers l'extérieur du pneumatique, autour d'une tringle (6), l'extrémité libre (E_1) du retournement

[Suite sur la page suivante]

WO 2013/160136 A1

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

(511) étant radialement extérieure au point (E) le plus radialement extérieur de la tringle, la deuxième famille comprenant au moins deux couches s'étendant, dans chaque bourrelet (3), de l'extérieur vers l'intérieur du pneumatique, jusqu'à leurs extrémités respectives (E_2) radialement intérieures à une droite axiale (D_Y) passant par le centre (O) de la tringle et axialement intérieures à une droite radiale (D_Z) passant par le centre de la tringle à une distance axiale (d_2) au moins égale à 5 mm. Les couches de carcasse (52) de la deuxième famille sont axialement intérieures à au moins un retournement (511).

ARMATURE DE CARCASSE POUR PNEUMATIQUE D'AVION

[0001] La présente invention concerne un pneumatique pour avion, dont l'usage est caractérisé par des conditions de pression, de charge et de vitesse élevées.

[0002] Un pneumatique pour avion doit satisfaire plus particulièrement des exigences de résistance à l'usure et d'endurance. Par endurance, on entend l'aptitude du pneumatique à résister au cours du temps aux sollicitations cycliques auxquelles il est soumis. Lorsque la bande de roulement d'un pneumatique est usée, ce qui marque la fin d'une première vie d'utilisation, le pneumatique est rechapé, c'est-à-dire que la bande de roulement usée est remplacée par une nouvelle bande de roulement pour permettre une deuxième vie d'utilisation. Une résistance à l'usure améliorée permet d'effectuer un plus grand nombre d'atterrissages par vie d'utilisation. Une endurance améliorée permet d'augmenter le nombre de vies d'utilisation d'un même pneumatique.

[0003] De façon générale, un pneumatique comprend une bande de roulement, destinée à venir en contact avec le sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement, et reliée par l'intermédiaire de deux flancs à deux bourrelets, destinés à assurer une liaison mécanique entre le pneumatique et la jante sur laquelle il est monté.

[0004] Dans ce qui suit, les directions circonférentielle, axiale et radiale désignent respectivement une direction tangente à la surface de roulement du pneumatique selon le sens de rotation du pneumatique, une direction parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et une direction perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique. Par «radialement intérieur, respectivement radialement extérieur», on entend «plus proche, respectivement plus éloigné de l'axe de rotation du pneumatique». Par «axialement intérieur, respectivement axialement extérieur», on entend «plus proche, respectivement plus éloigné du plan équatorial du pneumatique», le plan équatorial du pneumatique étant le plan passant par le milieu de la surface de roulement du pneumatique et perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique.

[0005] Un pneumatique radial comprend plus particulièrement une armature de renforcement, comprenant une armature de sommet, radialement intérieure à la bande de roulement, et une armature de carcasse, radialement intérieure à l'armature de sommet.

[0006] L'armature de carcasse d'un pneumatique pour avion comprend généralement une pluralité de couches de carcasse s'étendant entre les deux bourrelets et réparties entre une première et une deuxième famille.

[0007] La première famille est constituée par des couches de carcasse, s'enroulant, dans chaque bourrelet, de l'intérieur vers l'extérieur du pneumatique, autour d'un élément de renforcement circonférentiel, appelé tringle, pour former un retournement dont l'extrémité est généralement radialement extérieure au point le plus radialement extérieur de la tringle. Le retournement est la portion de couche de carcasse comprise entre le point le plus radialement intérieur de la couche de carcasse et son extrémité. Les couches de carcasse de la première famille sont les couches de carcasse les plus proches de la cavité intérieure du pneumatique et donc les plus axialement intérieures, dans les flancs.

[0008] La deuxième famille est constituée par des couches de carcasse s'étendant, dans chaque bourrelet, de l'extérieur vers l'intérieur du pneumatique, jusqu'à une extrémité généralement radialement intérieure au point le plus radialement extérieur de la tringle. Les couches de carcasse de la deuxième famille sont les couches de carcasse les plus proches de la surface extérieure du pneumatique et donc les plus axialement extérieures, dans les flancs.

[0009] Usuellement, les couches de carcasse de la deuxième famille sont positionnées, sur toute leur longueur, à l'extérieur des couches de carcasse de la première famille, c'est-à-dire qu'elles enveloppent, en particulier, les retournements des couches de carcasse de la première famille.

[0010] Chaque couche de carcasse de la première et de la deuxième famille est constituée d'éléments de renforcement parallèles entre eux, faisant, avec la direction circonférentielle, un angle compris entre 80° et 100°.

[0011] Les éléments de renforcement des couches de carcasse sont le plus souvent des câbles constitués de filés de filaments textiles, préférentiellement en polyamide aliphatique ou en polyamide aromatique, et caractérisés par leurs propriétés mécaniques en extension.

[0012] Les propriétés mécaniques en extension des éléments de renforcement textiles, telles que le module d'élasticité, l'allongement et la force à la rupture, sont mesurées après un conditionnement préalable. Par "conditionnement préalable", on entend le stockage des éléments de renforcement textiles pendant au moins 24 heures, avant mesure, dans une atmosphère standard selon la norme européenne DIN EN 20139 (température de 20 ± 2°C ; hygrométrie de 65 ± 2 %). Les mesures sont réalisées de manière connue à l'aide d'une machine de traction ZWICK GmbH & Co (Allemagne) de type 1435 ou de type 1445. Les éléments de renforcement textiles subissent une traction sur une longueur initiale de 400 mm à une vitesse nominale de 200 mm/min. Tous les résultats sont une moyenne de 10 mesures.

[0013] En utilisation, un pneumatique pour avion est soumis à une combinaison de charge et de pression induisant un taux de flexion élevé, typiquement supérieur à 30%. Le taux de flexion d'un pneumatique est, par définition, sa déformation radiale, ou sa variation de hauteur radiale, lorsque celui-ci passe d'un état gonflé non chargé à un état gonflé chargé en statique, dans des conditions de pression et de charge telles que définies, par exemple, par la norme de la Tyre and Rim Association ou TRA. Il est défini par le rapport de la variation de la hauteur radiale du pneumatique sur la moitié de la différence entre le diamètre extérieur du pneumatique, mesuré en statique dans un état non chargé gonflé à la pression de référence, et le diamètre maximum de la jante, mesuré sur le rebord de jante. La norme TRA définit en particulier l'écrasement d'un pneumatique d'avion par son rayon écrasé, c'est-à-dire par la distance entre l'axe de la roue du pneumatique et le plan du sol avec lequel le pneumatique est en contact dans les conditions de pression et de charge de référence.

[0014] Un pneumatique pour avion est par ailleurs soumis à une pression de gonflage élevée, typiquement supérieure à 9 bars. Ce niveau de pression élevé implique un nombre important de couches de carcasse, car l'armature de carcasse est

dimensionnée pour assurer la résistance du pneumatique à ce niveau de pression avec un coefficient de sécurité élevé. A titre d'exemple, l'armature de carcasse d'un pneumatique dont la pression d'usage, telle que recommandée par la norme TRA, est égale à 15 bars, doit être dimensionnée pour résister à une pression égale à 60 bars, dans l'hypothèse d'un coefficient de sécurité égal à 4. Avec les matériaux textiles couramment utilisés pour les éléments de renforcement, tels que les polyamides aliphatiques ou les polyamides aromatiques, l'armature de carcasse peut, par exemple, comprendre au moins 5 couches de carcasse.

[0015] En utilisation, les sollicitations mécaniques de roulage induisent des cycles de flexion dans les bourrelets du pneumatique, qui s'enroulent sur les rebords de jante. Ces cycles de flexion génèrent en particulier, dans les portions de couches de carcasse situées dans la zone de flexion sur jante, des variations de courbure combinées avec des variations d'allongement des éléments de renforcement des couches de carcasse. Ces variations d'allongement ou déformations, en particulier dans les couches de carcasse les plus axialement extérieures, peuvent avoir des valeurs minimales négatives, correspondant à une mise en compression. Cette mise en compression est susceptible d'induire une rupture par fatigue des éléments de renforcement et donc une dégradation prématurée du pneumatique.

[0016] Il est connu par ailleurs de l'homme du métier que les couches de carcasse comprenant des éléments de renforcement en polyamides aromatiques ont une faible résistance à la compression et sont particulièrement sensibles à la rupture par fatigue en compression.

[0017] Pour améliorer la résistance à la fatigue des bourrelets d'un pneumatique destiné à porter de lourdes charges et gonflé à pression élevée, tel qu'un pneumatique pour avion, le document EP 0 567 521 décrit une armature de carcasse dans laquelle les extrémités des couches de carcasse axialement les plus extérieures sont positionnées entre les retournements respectifs des couches de carcasse les plus axialement intérieures et s'enroulant de l'intérieur vers l'extérieur du pneumatique autour d'une tringle.

[0018] L'armature de carcasse, telle que décrite dans le document EP 1 381 525, comprend au moins deux couches de carcasse d'une première famille, s'enroulant de l'intérieur vers l'extérieur du pneumatique autour d'une tringle, et au moins une couche de carcasse axialement extérieure aux couches de carcasse de la première famille et à leurs retournements respectifs. La solution proposée pour améliorer l'endurance des bourrelets d'un pneumatique pour avion réside dans le remplacement des couches de carcasse formées d'éléments de renforcement en polyamide aliphatique par des couches de carcasse formées d'éléments de renforcement hybrides, c'est-à-dire formés de filés de modules différents. Les éléments de renforcement des couches de carcasse sont des câbles formés par retordage d'au moins un filé ayant un module d'élasticité en extension au moins égal à 2000 cN/tex, avec un filé surtordu ou non, de module d'élasticité en extension au plus égal à 1500 cN/tex, lesdits modules d'élasticité en extension desdits filés étant mesurés pour une force de traction égale à 0,1 fois la force de rupture d'un filé.

[0019] Les inventeurs se sont donnés pour objectif d'améliorer encore l'endurance de l'armature de carcasse d'un pneumatique pour avion, dans la zone de flexion du bourrelet sur la jante.

[0020] Cet objectif a été atteint, selon l'invention, par un pneumatique pour avion, comprenant :

-une bande de roulement reliée par deux flancs à deux bourrelets, destinés à assurer une liaison mécanique entre le pneumatique et une jante,

-une armature de sommet, radialement intérieure à la bande de roulement, et une armature de carcasse, radialement intérieure à l'armature de sommet,

-l'armature de carcasse comprenant une première et une deuxième famille de couches de carcasse s'étendant entre les deux bourrelets,

-la première famille comprenant au moins une couche de carcasse, s'enroulant, dans chaque bourrelet, de l'intérieur vers l'extérieur du pneumatique, autour d'un élément de renforcement circonférentiel appelé tringle, pour former un retournement ayant une extrémité libre radialement extérieure au point le plus radialement extérieur de la tringle,

-la deuxième famille comprenant au moins deux couches de carcasse, deux à deux adjacentes, s'étendant, dans chaque bourrelet, de l'extérieur vers l'intérieur du pneumatique, jusqu'à leurs extrémités respectives radialement intérieures à une droite axiale passant par le centre de la tringle et axialement intérieures à une droite radiale passant par le centre de la tringle à une distance axiale au moins égale à 5 mm,

les couches de carcasse de la deuxième famille étant axialement intérieures à au moins un retournement d'une couche de carcasse de la première famille.

[0021] Les couches de carcasse de la deuxième famille, deux à deux adjacentes, impliquent qu'aucun retournement d'une couche de carcasse de la première famille n'est intercalé entre deux couches adjacentes de la deuxième famille. Les couches de carcasse de la deuxième famille forment ainsi un ensemble de couches juxtaposées.

[0022] En outre les extrémités des couches de carcasse de la deuxième famille sont radialement intérieures à une droite axiale passant par le centre de la tringle. Par centre de la tringle, on entend le centre du cercle circonscrit à la section méridienne de la tringle de forme généralement polygonale ou sensiblement circulaire. La droite axiale passant par le centre de la tringle est la droite parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et passant par le centre de la tringle. Les extrémités des couches de carcasse de la deuxième famille sont alors intercalées entre la tringle et une portion radiale du crochet de jante, appelée aile du crochet de jante, et sont, par conséquent, soumises aux efforts de pression de serrage exercés par la tringle sur l'aile du crochet de jante, ce qui contribue à l'ancrage desdites extrémités dans le bourrelet.

[0023] De plus les extrémités des couches de carcasse de la deuxième famille sont axialement intérieures à une droite radiale passant par le centre de la tringle. La droite radiale passant par le centre de la tringle est la droite parallèle au plan équatorial du pneumatique et passant par le centre de la tringle. Dans ce cas, les couches de carcasse de la deuxième famille sont engagées sous la tringle, sans toutefois former un retournement, car leurs extrémités respectives restent radialement intérieures à la droite axiale passant par le centre de la tringle. Les extrémités des couches de carcasse de la deuxième famille sont alors intercalées entre la tringle et

une portion sensiblement axiale du crochet de jante, appelée siège du crochet de jante, et sont, par conséquent, soumises aux efforts de pression de serrage exercés par la tringle sur le siège du crochet de jante, qui est une zone de fortes pressions, ce qui contribue à améliorer encore l'ancrage desdites extrémités dans le bourrelet.

[0024] Enfin la distance axiale entre l'extrémité de chaque couche de carcasse de la deuxième famille et la droite radiale passant par le centre de la tringle est au moins égale à 5 mm. Cette distance minimale garantit que ladite extrémité est bien axialement intérieure à la droite radiale passant par le centre de la tringle, compte tenu des tolérances de fabrication du pneumatique.

[0025] Selon l'invention, les couches de carcasse de la deuxième famille sont axialement intérieures à au moins un retournement d'une couche de carcasse de la première famille, ce qui implique que les couches de carcasse de la deuxième famille, axialement les plus extérieures dans les flancs, sont positionnées axialement à l'intérieur d'au moins un retournement de carcasse de la première famille, dans la zone de flexion du bourrelet sur le rebord de la jante dite zone de flexion sur jante, et non à l'extérieur de tous les retournements comme dans l'état de la technique usuel.

[0026] Par conséquent les couches de carcasse de la deuxième famille sont rapprochées de la fibre neutre du bourrelet, qui se comporte mécaniquement comme une poutre en flexion sur le rebord de la jante. Par conséquent, le niveau de compression des éléments de renforcement des couches de carcasse de la deuxième famille est diminué. Cette baisse de compression est, en particulier, significative dans les éléments de renforcement la couche de carcasse la plus axialement extérieure dans la zone de flexion sur jante, la plus comprimée car la plus éloignée de la fibre neutre du bourrelet. Ceci réduit donc le risque de rupture par fatigue en compression de ladite couche de carcasse et, par conséquent, des autres couches de carcasse de la deuxième famille plus axialement intérieures à cette dernière.

[0027] En pratique, la position de la couche de carcasse de la deuxième famille, la plus axialement extérieure dans la zone de flexion sur jante, est ajustée, par rapport à la fibre neutre du bourrelet, pour obtenir une compression la plus faible possible, voire sensiblement nulle, dans les éléments de renforcement de ladite de carcasse. En

conséquence, les éléments de renforcement dans les autres couches de carcasse de la deuxième famille, plus proches de la fibre neutre du bourrelet, sont alors sensiblement en extension.

[0028] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, les couches de carcasse de la deuxième famille sont axialement intérieures à tous les retournements des couches de carcasse de la première famille. Cette configuration permet de rapprocher au maximum les couches de carcasse de la deuxième famille de la fibre neutre du bourrelet, donc d'atteindre la compression minimale pour un nombre de couches de carcasse donné.

[0029] Préférentiellement, les éléments de renforcement d'une couche de carcasse sont constitués de matériaux textiles. Les matériaux textiles sont couramment utilisés pour les pneumatiques pour avion, en particulier pour minimiser la masse des couches de carcasse et donc celle du pneumatique, ce qui est un critère essentiel pour le transport aérien.

[0030] Les éléments de renforcement d'une couche de carcasse sont constitués d'un polyamide aliphatique, tel que le nylon, matériau usuel dans le domaine des pneumatiques pour avion.

[0031] Encore plus avantageusement, les éléments de renforcement d'une couche de carcasse sont constitués d'un polyamide aromatique, tel que l'aramide. L'utilisation de l'aramide permet de réduire le nombre de couches de carcasse par rapport au nylon, car la force à rupture de l'aramide est supérieure à celle du nylon. Le nombre de couches de carcasse étant moins élevé qu'en nylon, les niveaux de compression dans les couches de carcasse de la deuxième famille sont moins élevés car lesdites couches de carcasse sont moins éloignées de la fibre neutre du bourrelet.

[0032] Préférentiellement les éléments de renforcement d'une couche de carcasse sont des éléments de renforcement hybrides combinant au moins un polyamide aliphatique et au moins un polyamide aromatique. Des éléments de renforcement de type hybride sont par exemple décrits dans le brevet EP 1 381 525. Ils présentent un compromis entre les avantages du nylon et ceux du l'aramide, en

présentant un comportement bimodule caractérisé par un faible module d'élasticité aux faibles allongements et un module d'élasticité élevé aux forts allongements.

[0033] Pour améliorer encore l'endurance du bourrelet, il est envisageable de renforcer l'endurance des couches de carcasse de la première et de la deuxième famille en utilisant des éléments de renforcement textiles intrinsèquement plus endurants en raison de leur structure.

[0034] Un procédé usuel de fabrication des éléments de renforcement textiles comprend une première étape de surtordage suivie d'une deuxième étape de retordage. L'étape de surtordage consiste à transformer un filé constitué de filaments textiles parallèles en surtors par torsion du filé selon un sens antihoraire, c'est-à-dire inverse du sens de déplacement des aiguilles d'une montre. Puis plusieurs surtors obtenus à l'étape précédente sont assemblés pour constituer un retors par torsion de l'assemblage de surtors selon un sens horaire, c'est-à-dire selon le sens de déplacement des aiguilles d'une montre.

[0035] Le niveau de torsion est exprimé en nombre de tours par mètre. Le niveau de torsion a un impact sur la force à rupture, le module en extension et l'endurance en compression de l'élément de renforcement. Lorsque la torsion augmente, la force à rupture et le module en extension diminuent, alors que l'endurance en compression est améliorée.

[0036] Les inventeurs ont montré qu'une surtorsion, pour l'obtention des surtors des éléments de renforcement textiles des couches de carcasse, au moins égale à 250 tours/mètre et au plus égale à 290 tours/mètre permet d'atteindre un niveau d'endurance des couches de carcasse satisfaisant.

[0037] Selon une première variante de réalisation, les surtorsions, pour l'obtention des surtors des éléments de renforcement textiles respectivement des couches de carcasse de la première et de la deuxième famille, sont identiques ; ce qui permet de standardiser le type d'éléments de renforcement textiles entre les couches de carcasse de la première et de la deuxième famille.

[0038] Selon une deuxième variante de réalisation, il est avantageux d'avoir la surtorsion, pour l'obtention des surtors des éléments de renforcement textiles des couches de carcasse de la deuxième famille, au moins égale à 1.15 fois la surtorsion, pour l'obtention des surtors des éléments de renforcement textiles des couches de carcasse de la première famille. A titre d'exemple, la surtorsion, pour l'obtention des surtors des éléments de renforcement textiles des couches de carcasse de la deuxième famille, est égale à 290 tours/mètre, alors que la surtorsion, pour l'obtention des surtors des éléments de renforcement textiles des couches de carcasse de la première famille, est égale 250 tours/mètre. En d'autres termes la surtorsion est différenciée entre la première et la deuxième famille de couches de carcasses, en fonction des sollicitations mécaniques auxquelles elles sont respectivement soumises, particulièrement en compression.

[0039] Avantageusement le pneumatique comprend une couche de renforcement additionnelle, appelée languette intérieure, s'enroulant autour de la tringle et séparant la tringle des couches de carcasse. Ceci implique en particulier que la couche de carcasse de la deuxième famille, axialement la plus intérieure, n'est pas en contact direct avec la tringle.

[0040] Les caractéristiques et autres avantages de l'invention seront mieux compris à l'aide de la figure 1 qui présente une coupe méridienne d'un bourrelet de pneumatique selon l'invention.

[0041] La figure 1 n'est pas représentée à l'échelle. Tous les éléments ne sont pas nécessairement représentés. En particulier, toutes les extrémités de couches de carcasse ne sont pas nécessairement référencées.

[0042] La figure 1 présente une coupe méridienne d'un pneumatique 1 selon l'invention, monté sur une jante de montage 4, dans la zone de flanc 2 et de bourrelet 3.

[0043] L'armature de carcasse comprend une pluralité de couches de carcasse réparties entre une première famille de couches de carcasse (51) et une deuxième famille de couches de carcasse (52).

[0044] La première famille est constituée par deux couches de carcasse (51), s'enroulant, dans chaque bourrelet (3), de l'intérieur vers l'extérieur du pneumatique, autour d'une tringle (6), pour former un retournement (511) dont l'extrémité (E_1) est radialement extérieure au point (E) le plus radialement extérieur de la tringle (6). Le retournement (511) est la portion de couche de carcasse (51) comprise entre le point le plus radialement intérieur de la couche de carcasse, à l'aplomb du point (I) le plus radialement intérieur de la tringle (6), et l'extrémité (E_1) du retournement (511). Les couches de carcasse (51) de la première famille sont les couches de carcasse les plus proches de la cavité intérieure du pneumatique et donc les plus axialement intérieures, dans le flanc (2).

[0045] La deuxième famille est constituée par deux couches de carcasse (52) s'étendant, dans chaque bourrelet (3), de l'extérieur vers l'intérieur du pneumatique, jusqu'à une extrémité (E_2) radialement intérieure au point (E) le plus radialement extérieur de la tringle (6). Les couches de carcasse (52) de la deuxième famille sont les couches de carcasse les plus proches de la surface extérieure du pneumatique et donc les plus axialement extérieures, dans le flanc (2).

[0046] Les deux couches de carcasse (52) de la deuxième famille sont adjacentes entre elles et axialement intérieures à tous les retournements (511) des couches de carcasse (51) de la première famille. Par ailleurs les extrémités (E_2) des couches de carcasse (52) de la deuxième famille sont radialement intérieures à la droite axiale (D_Y) passant par le centre (O) de la tringle (6) et axialement intérieures à la droite radiale (D_Z) passant par le centre (O) de la tringle (6).

[0047] L'invention a été plus particulièrement étudiée pour un pneumatique d'avion à armature de carcasse radiale de dimension 46x17.0R20, utilisé sur un avion de ligne, et dont la pression nominale est 15.9 bars, la charge nominale 20642 daN et la vitesse maximale 378 km/h.

[0048] Dans l'exemple étudié, l'armature de carcasse comprend deux couches de carcasse de la première famille, deux couches de carcasse de la deuxième famille et une couche de renforcement additionnelle au contact de la tringle. Dans le pneumatique de référence, représentant l'état de la technique, les retournements des

couches de la première famille sont axialement intérieurs aux couches de carcasse de la deuxième famille. Dans le pneumatique selon l'invention, les retournements des couches de la première famille sont axialement extérieurs aux couches de carcasse de la deuxième famille. Les éléments de renforcement des couches de carcasse de la première et de la deuxième famille sont identiques et en polyamide aliphatique ou nylon.

[0049] Dans les configurations précédentes, des simulations numériques de calculs par éléments finis ont montré que la compression maximale dans la couche de carcasse de la deuxième famille la plus axialement extérieure est égale 1.6%, pour le pneumatique de référence, et devient sensiblement nulle pour un pneumatique selon l'invention, d'où le gain en endurance du bourrelet escompté.

REVENDICATIONS

1- Pneumatique (1) pour avion comprenant :

-une bande de roulement reliée par deux flancs (2) à deux bourrelets (3), destinés à assurer une liaison mécanique entre le pneumatique (1) et une jante (4),

-une armature de sommet, radialement intérieure à la bande de roulement, et une armature de carcasse (5), radialement intérieure à l'armature de sommet,

-l'armature de carcasse (5) comprenant une première et une deuxième famille de couches de carcasse (51, 52) s'étendant entre les deux bourrelets (3),

-la première famille comprenant au moins une couche de carcasse (51), s'enroulant, dans chaque bourrelet (3), de l'intérieur vers l'extérieur du pneumatique, autour d'un élément de renforcement circonférentiel appelé tringle (6), pour former un retournement (511) ayant une extrémité libre (E_1) radialement extérieure au point (E) le plus radialement extérieur de la tringle (6),

-la deuxième famille comprenant au moins deux couches de carcasse (52), deux à deux adjacentes, s'étendant, dans chaque bourrelet (3), de l'extérieur vers l'intérieur du pneumatique, jusqu'à leurs extrémités respectives (E_2) radialement intérieures à une droite axiale (D_Y) passant par le centre (O) de la tringle (6) et axialement intérieures à une droite radiale (D_Z) passant par le centre (O) de la tringle (6) à une distance axiale (d_2) au moins égale à 5 mm,

caractérisé en ce que les couches de carcasse (52) de la deuxième famille sont axialement intérieures à au moins un retournement (511) d'une couche de carcasse (51) de la première famille.

2 - Pneumatique (1) pour avion selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les couches de carcasse (52) de la deuxième famille sont axialement intérieures à tous les retournements des couches de carcasse (51) de la première famille.

3 - Pneumatique (1) pour avion selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les éléments de renforcement d'une couche de carcasse (51, 52) sont constitués de matériaux textiles.

4 - Pneumatique (1) pour avion selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les éléments de renforcement d'une couche de carcasse (51, 52) sont constitués d'un polyamide aliphatique.

5 - Pneumatique (1) pour avion selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les éléments de renforcement d'une couche de carcasse (51, 52) sont constitués d'un polyamide aromatique.

6 - Pneumatique (1) pour avion selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les éléments de renforcement d'une couche de carcasse (51, 52) sont des éléments de renforcement hybrides combinant au moins un polyamide aliphatique et au moins un polyamide aromatique.

7 - Pneumatique (1) pour avion selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, tout élément de renforcement textile de toute couche de carcasse (51, 52) étant obtenu par la torsion, selon le sens horaire, d'au moins deux surtors, chaque surtors étant obtenu par la torsion, selon le sens anti-horaire, d'un filé constitué de filaments textiles parallèles entre eux, cette torsion étant définie par un nombre de tours par mètre appelé surtorsion, **caractérisé en ce que** la surtorsion, pour l'obtention des surtors des éléments de renforcement textiles des couches de carcasse (51, 52), est au moins égale à 250 tours/mètre et au plus égale à 290 tours/mètre.

8 - Pneumatique (1) pour avion selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, tout élément de renforcement textile de toute couche de carcasse (51, 52) étant obtenu par la torsion, selon le sens horaire, d'au moins deux surtors, chaque surtors étant obtenu par la torsion, selon le sens anti-horaire, d'un filé constitué de filaments textiles parallèles entre eux, cette torsion étant définie par un nombre de tours par mètre appelé surtorsion, **caractérisé en ce que** la surtorsion, pour l'obtention des surtors des éléments de renforcement textiles des couches de carcasse (52) de la deuxième famille, est au moins égale à 1.15 fois la surtorsion, pour l'obtention des surtors des éléments de renforcement textiles des couches de carcasse (51) de la première famille.

9 - Pneumatique (1) pour avion selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'**il comprend une couche de renforcement additionnelle

s'enroulant autour de la tringle (6) et séparant la tringle (6) des couches de carcasse (51, 52).

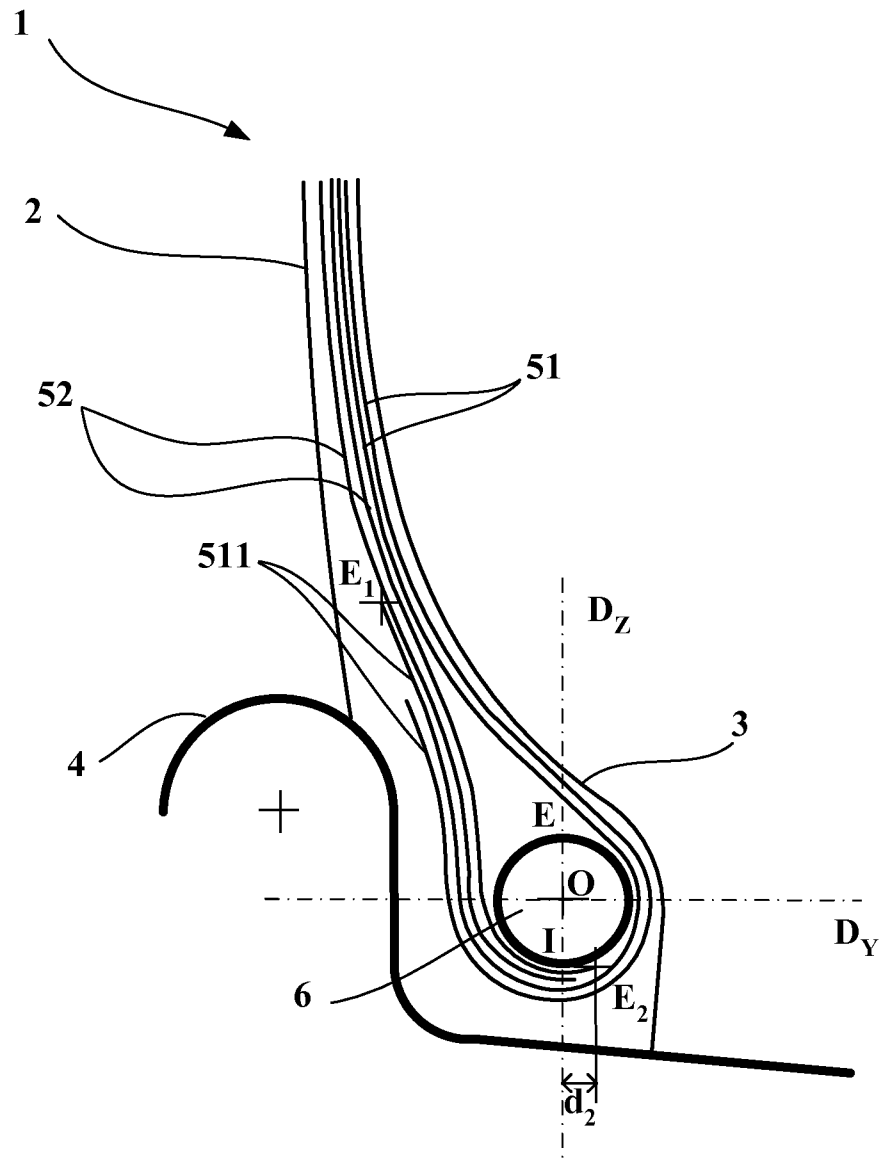


FIGURE 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/057817

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60C15/00 B60C15/06 D07B1/02
ADD.

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)
B60C D07B

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 practicable, 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	US 2 971 553 A (WOODALL WILLIAM R) 14 February 1961 (1961-02-14)	1-4
Y	column 3, lines 15-29; figures 3-6	5,6
Y	WO 02/085646 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 31 October 2002 (2002-10-31) cited in the application abstract; figures 1,2	5,6
Y	FR 2 953 763 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 17 June 2011 (2011-06-17) paragraph [0037]; figures 1,2	6

☐ 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

"E" earlier application or patent 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
14 June 2013	25/06/2013

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, Fax: (+31-70) 340-3016	Buergo, Javier

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/057817

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2971553 A	14-02-1961	NONE	
WO 02085646 A1	31-10-2002	AT 317771 T	15-03-2006
		CN 1511090 A	07-07-2004
		CN 1810527 A	02-08-2006
		DE 60209221 T2	16-11-2006
		EP 1381525 A1	21-01-2004
		FR 2823698 A1	25-10-2002
		JP 4393770 B2	06-01-2010
		JP 2004523430 A	05-08-2004
		US 2004206439 A1	21-10-2004
		US 2007235116 A1	11-10-2007
		WO 02085646 A1	31-10-2002
FR 2953763 A1	17-06-2011	CA 2783335 A1	23-06-2011
		CN 102656028 A	05-09-2012
		EP 2512835 A1	24-10-2012
		FR 2953763 A1	17-06-2011
		JP 2013514218 A	25-04-2013
		US 2012305160 A1	06-12-2012
		WO 2011073059 A1	23-06-2011

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2013/057817

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B60C15/00 B60C15/06 D07B1/02
ADD.

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)
B60C D07B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2 971 553 A (WOODALL WILLIAM R) 14 février 1961 (1961-02-14)	1-4
Y	colonne 3, ligne 15-29; figures 3-6	5,6

Y	WO 02/085646 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 31 octobre 2002 (2002-10-31) cité dans la demande abrégé; figures 1,2	5,6

Y	FR 2 953 763 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 17 juin 2011 (2011-06-17) alinéa [0037]; figures 1,2	6

☐ 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'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
14 juin 2013	25/06/2013

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, Fax: (+31-70) 340-3016	Buergo, Javier

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2013/057817

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2971553 A	14-02-1961	AUCUN	
WO 02085646 A1	31-10-2002	AT 317771 T	15-03-2006
		CN 1511090 A	07-07-2004
		CN 1810527 A	02-08-2006
		DE 60209221 T2	16-11-2006
		EP 1381525 A1	21-01-2004
		FR 2823698 A1	25-10-2002
		JP 4393770 B2	06-01-2010
		JP 2004523430 A	05-08-2004
		US 2004206439 A1	21-10-2004
		US 2007235116 A1	11-10-2007
		WO 02085646 A1	31-10-2002
FR 2953763 A1	17-06-2011	CA 2783335 A1	23-06-2011
		CN 102656028 A	05-09-2012
		EP 2512835 A1	24-10-2012
		FR 2953763 A1	17-06-2011
		JP 2013514218 A	25-04-2013
		US 2012305160 A1	06-12-2012
		WO 2011073059 A1	23-06-2011