

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2017/149221 A1

(43) Date de la publication internationale
8 septembre 2017 (08.09.2017)

WIPO | PCT

(51) Classification internationale des brevets :
B60C 3/04 (2006.01) B60C 9/20 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/050395

(22) Date de dépôt international :
23 février 2017 (23.02.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
16/51767 2 mars 2016 (02.03.2016) FR

(71) Déposant : COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN [FR/FR]; 12, Cours Sablon, 63000 Clermont-Ferrand (FR).

(72) Inventeurs : FOURNIER, Orel; Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR). BESTGEN, Luc; Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, DGD/PI - F35 - Ladoux, 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, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

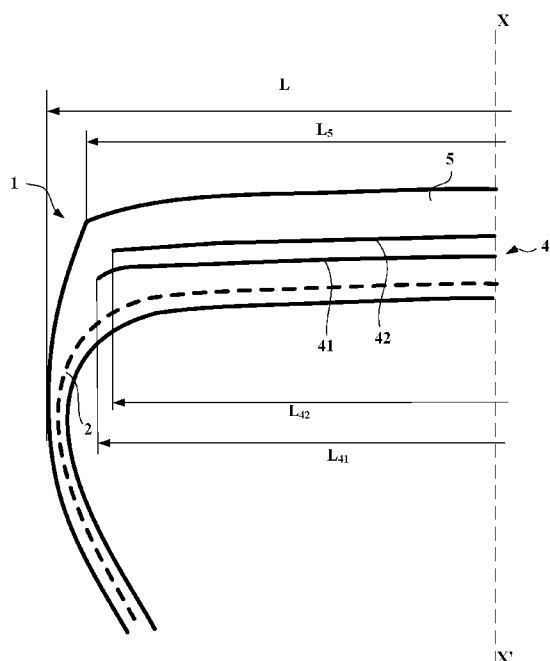
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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.

(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, ST, 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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : TYRE CROWN REINFORCEMENT MADE UP OF TWO WORKING CROWN LAYERS

(54) Titre : ARMATURE DE SOMMET DE PNEUMATIQUE CONSTITUEE DE DEUX COUCHES DE SOMMET DE TRAVAIL



Figure

(57) Abstract : The invention relates to a tyre, the aspect ratio H/L of which is strictly greater than 0.75, comprising a crown reinforcement (4) made up of two working crown layers (41, 42) of reinforcing elements. According to the invention, the two working crown layers (41, 42) are only present to form the crown reinforcement (4) over at least 40% of the width of the tread (5), the absolute value of the difference between the absolute values of the angles α_2 and α_1 being greater than 9° , α_2 being greater than α_1 in absolute terms, the average angle α satisfying the relationship $14+131 \cdot \exp(-L/100) < \alpha < 20+164 \cdot \exp(-L/100)$, and the utilization ratio of the breaking potential F_2/F_{R2} of the radially outermost working layer (42) being less than $1/6$.

(57) Abrégé : L'invention concerne un pneumatique, dont le rapport d'aspect H/L est strictement supérieur à 0,75, comprenant une armature de sommet (4) constituée de deux couches de sommet de travail (41, 42) d'éléments de renforcement. Selon l'invention, les deux couches de sommet de travail (41, 42) sont seules présentes pour constituer l'armature de sommet (4) sur au moins 40% de la largeur de la bande de roulement (5), la valeur absolue de la différence entre les valeurs absolues des angles α_2 et α_1 étant supérieure à 9° , α_2 étant plus grand que α_1 en valeur absolue, l'angle moyen α satisfaisant la relation $14+131 \cdot \exp(-L/100) < \alpha < 20+164 \cdot \exp(-L/100)$, et le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F_2/F_{R2} de la couche de travail (42) radialement la plus extérieure étant inférieur à $1/6$.

WO 2017/149221 A1



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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont
reçues (règle 48.2.h))

Publiée :

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

- 1 -

ARMATURE DE SOMMET DE PNEUMATIQUE CONSTITUEE DE
DEUX COUCHES DE SOMMET DE TRAVAIL

[0001] La présente invention concerne un pneumatique, à armature de carcasse radiale et plus particulièrement un pneumatique destiné à équiper des véhicules portant de lourdes charges, tels que, par exemple les camions, tracteurs, remorques ou bus routiers.

[0002] D'une manière générale dans les pneumatiques de type poids-lourds, l'armature de carcasse est ancrée de part et d'autre dans la zone du bourrelet et est surmontée radialement par une armature de sommet constituée d'au moins deux couches, superposées et formées de fils ou câbles parallèles dans chaque couche et croisés d'une couche à la suivante en faisant avec la direction circonférentielle des angles compris entre 10° et 45° . Lesdites couches de travail, formant l'armature de travail, peuvent encore être recouvertes d'au moins une couche dite de protection et formée d'éléments de renforcement avantageusement métalliques et extensibles, dits élastiques. Elle peut également comprendre une couche de fils ou câbles métalliques faisant avec la direction circonférentielle un angle compris entre 45° et 90° , cette nappe, dite de triangulation, étant radialement située entre l'armature de carcasse et la première nappe de sommet dite de travail, formée de fils ou câbles parallèles présentant des angles au plus égaux à 45° en valeur absolue. La nappe de triangulation forme avec au moins ladite nappe de travail une armature triangulée, qui présente, sous les différentes contraintes qu'elle subit, peu de déformations, la nappe de triangulation ayant pour rôle essentiel de reprendre les efforts de compression transversale dont est l'objet l'ensemble des éléments de renforcement dans la zone du sommet du pneumatique.

[0003] Des câbles sont dits inextensibles lorsque lesdits câbles présentent sous une force de traction égale à 10% de la force de rupture un allongement relatif au plus égal à 0,2%.

[0004] Des câbles sont dits élastiques lorsque lesdits câbles présentent sous une force de traction égale à la charge de rupture un allongement relatif au moins égal à 3% avec un module tangent maximum inférieur à 150 GPa.

- 2 -

[0005] Des éléments de renforcement circonférentiels sont des éléments de renforcement qui font avec la direction circonférentielle des angles compris dans l'intervalle $+ 2,5^{\circ}$, $- 2,5^{\circ}$ autour de 0° .

5 [0006] La direction circonférentielle du pneumatique, ou direction longitudinale, est la direction correspondant à la périphérie du pneumatique et définie par la direction de roulement du pneumatique.

[0007] La direction transversale ou axiale du pneumatique est parallèle à l'axe de rotation du pneumatique.

10 [0008] La direction radiale est une direction coupant l'axe de rotation du pneumatique et perpendiculaire à celui-ci.

[0009] L'axe de rotation du pneumatique est l'axe autour duquel il tourne en utilisation normale.

[0010] Un plan radial ou méridien est un plan qui contient l'axe de rotation du pneumatique.

15 [0011] Le plan médian circonférentiel, ou plan équatorial, est un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du pneu et qui divise le pneumatique en deux moitiés.

20 [0012] En ce qui concerne les fils ou câbles métalliques, les mesures de force à la rupture (charge maximale en N), de résistance à la rupture (en MPa), d'allongement à la rupture (allongement total en %) et de module (en GPa) sont effectuées en traction selon la norme ISO 6892 de 1984.

25 [0013] Certains pneumatiques actuels, dits "routiers", sont destinés à rouler à des vitesses moyennes élevées et sur des trajets de plus en plus longs, du fait de l'amélioration du réseau routier et de la croissance du réseau autoroutier dans le monde. L'ensemble des conditions, sous lesquelles un tel pneumatique est appelé à rouler, permet sans aucun doute un accroissement du nombre de kilomètres parcourus, l'usure du pneumatique étant moindre. Cette augmentation de la durée de vie en termes kilométriques, conjuguée au fait que de telles conditions d'usage sont susceptibles de se traduire, sous forte charge, par des

- 3 -

températures sommet relativement élevées, nécessite une augmentation au moins proportionnelle du potentiel d'endurance de l'armature sommet des pneumatiques.

[0014] Il existe en effet des contraintes au niveau de l'armature de sommet et plus particulièrement des contraintes de cisaillement entre les couches de sommet qui, dans le cas d'une trop forte élévation de la température de fonctionnement au niveau des extrémités de la couche de sommet axialement la plus courte, ont pour conséquence l'apparition et la propagation de fissures dans la gomme au niveau desdites extrémités. Le même problème existe dans le cas de bords de deux couches d'éléments de renforcement, ladite autre couche n'étant pas obligatoirement radialement adjacente à la première.

[0015] Dans le but d'améliorer l'endurance de l'armature sommet des pneumatiques, la demande française FR 2 728 510 propose de disposer, d'une part entre l'armature de carcasse et la nappe de travail d'armature de sommet, radialement la plus proche de l'axe de rotation, une nappe axialement continue, formée de câbles métalliques inextensibles faisant avec la direction circonférentielle un angle au moins égal à 60°, et dont la largeur axiale est au moins égale à la largeur axiale de la nappe de sommet de travail la plus courte, et d'autre part entre les deux nappes de sommet de travail une nappe additionnelle formée d'éléments métalliques, orientés sensiblement parallèlement à la direction circonférentielle.

[0016] En complément, la demande française WO 99/24269 propose notamment, de part et d'autre du plan équatorial et dans le prolongement axial immédiat de la nappe additionnelle d'éléments de renforcement sensiblement parallèles à la direction circonférentielle, de coupler, sur une certaine distance axiale, les deux nappes de sommet de travail formées d'éléments de renforcement croisés d'une nappe à la suivante pour ensuite les découpler par des profilés de mélange de caoutchouc au moins sur le restant de la largeur commune aux dites deux nappes de travail.

[0017] Par ailleurs, l'usage de pneumatiques sur des véhicules pour poids-lourds de type « approche chantier » conduit les pneumatiques à subir des chocs lors de roulages sur des sols caillouteux. Ces chocs sont bien entendu néfastes quant aux performances en termes d'endurance.

- 4 -

[0018] Il est encore connu de l'homme du métier d'augmenter le nombre de nappes constituant l'armature sommet pour améliorer l'endurance du pneumatique à l'égard de tels chocs.

5 [0019] Quelles que soient l'une de ces solutions telles que présentées précédemment, la présence d'une ou plusieurs couches d'éléments de renforcement supplémentaire conduit à une masse plus importante du pneumatique et à des coûts de fabrication des pneumatiques plus importants.

10 [0020] Un but de l'invention est de fournir des pneumatiques pour véhicules "Poids-Lourds", par exemple de type « approche chantier », dont les performances d'endurance sont conservées voire améliorées notamment au regard des chocs subis sur la bande de roulement et dont la masse globale est diminuée.

15 [0021] Ce but est atteint selon l'invention par un pneumatique pour véhicule de type poids lourd, dont le rapport d'aspect H/L est strictement supérieur à 0,75 et dont la pression de gonflage P est supérieure ou égale à 6.5 bars, à armature de carcasse radiale, comprenant une armature de sommet comprenant deux couches de sommet de travail d'éléments de renforcement croisés d'une nappe à l'autre en faisant avec la direction circonférentielle des angles (α_1 , α_2) compris entre 8° et 45° , lesdits angles α_1 et α_2 étant orientés de part et d'autre de la direction circonférentielle, l'armature de sommet étant coiffée radialement d'une bande de roulement, ladite bande de roulement étant réunie à
 20 deux bourrelets par l'intermédiaire de deux flancs, les deux couches de sommet de travail étant seules présentes pour constituer l'armature de sommet sur au moins 40% de la largeur axiale de l'armature sommet, les éléments de renforcement de la couche de travail radialement la plus extérieure formant un angle α_2 avec la direction circonférentielle supérieur en valeur absolue à l'angle α_1 formé par les éléments de renforcement de la
 25 couche de travail radialement la plus intérieure avec la direction circonférentielle, la valeur absolue de la différence entre les valeurs absolues des angles α_2 et α_1 étant supérieure à 9° , l'angle moyen α satisfaisant la relation :

$$14+131*\exp(-L/100) < \alpha < 20+164*\exp(-L/100),$$

30 α étant défini par la relation $\text{Arctan}((\tan(|\alpha_1|)*\tan(|\alpha_2|))^{1/2})$, L étant la largeur maximum du pneumatique mesurée selon la direction axiale et exprimée en mm, le ratio d'utilisation du

- 5 -

potentiel de rupture F2/FR2 de la couche de travail radialement la plus extérieure étant inférieur à 1/6, dans lequel :

FR2 est la force rupture en extension uniaxiale des câbles de la couche de travail radialement la plus extérieure,

$$5 \quad F2 = p_2 * Tc * [(\tan(|\alpha 1|)/(\tan(|\alpha 1|)+\tan(|\alpha 2|))) / \cos^2(|\alpha 2|) + C], \text{ avec}$$

$$Tc = 0.092 * P * R_s * (1 - (R_s^2 - R_L^2) / (2 * R_t * R_s)),$$

$$C = 0.00035 * (\min((L-80) / \sin(|\alpha 1|), (L-80) / \sin(|\alpha 2|), 480) - 480),$$

p_2 : le pas de pose des éléments de renforcement de la couche de sommet de travail radialement la plus extérieure, mesuré perpendiculairement aux éléments de renforcement au
10 niveau du plan médian circonférentiel,

$$R_s = R_e - E_s,$$

R_e : rayon extérieur du pneumatique mesuré au point radialement le plus extérieur sur la surface de la bande de roulement du pneumatique, ladite surface étant extrapolée pour combler les éventuels creux,

15 E_s : distance radiale entre le point radialement le plus à l'extérieur du pneumatique et sa projection orthogonale sur la face radialement extérieure d'un élément de renforcement de la couche de sommet de travail radialement la plus intérieure,

R_L : moyenne des rayons des points axialement les plus à l'extérieur de chaque côté du pneumatique,

20 R_t : le rayon du cercle passant par trois points situés sur la surface extérieure de la bande de roulement en dehors des creux, définis à partir d'une extrémité d'épaule à des distances axiales respectives égales à $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{4}$ de la largeur axiale de la bande de roulement.

[0022] Le rapport d'aspect H/L est le rapport de la hauteur H du pneumatique sur jante sur la largeur axiale maximale L du pneumatique, lorsque ce dernier est monté sur sa jante de service et gonflé à sa pression nominale. La hauteur H, est définie comme la différence
25 entre le rayon maximal de la bande de roulement R_e et le rayon minimal du bourrelet.

[0023] La largeur L et les différents rayons sont mesurés sur un pneumatique monté sur sa jante nominale et gonflé à sa pression nominale, et sont exprimés en millimètres.

- 6 -

[0024] L'épaisseur E_s et le pas p_2 sont mesurés sur une coupe du pneumatique et sont exprimés en millimètres.

[0025] Les angles α_1 et α_2 , exprimés en degré, sont également mesurés sur une coupe du pneumatique. Les mesures d'angles sont selon l'invention réalisées au niveau du plan médian circonférentiel.

[0026] De préférence selon l'invention, les éléments de renforcement desdites deux couches de sommet de travail sont métalliques.

[0027] Les résultats obtenus avec des pneumatiques conformes à l'invention ont effectivement mis en évidence que les performances en termes d'endurance peuvent être améliorées notamment lors de roulage sur sol caillouteux, l'armature sommet du pneumatique étant allégée. L'allègement de l'armature sommet du pneumatique s'accompagne d'une simplification de fabrication et d'une diminution des coûts de fabrication.

[0028] Contre toute attente, les résultats ont effectivement mis en évidence que les pneumatiques selon l'invention peuvent être allégés en diminuant le nombre de couches constitutives de l'armature sommet tout en conservant voire améliorant les propriétés d'endurance du sommet du pneumatique notamment à l'égard de chocs apparaissant sur la bande de roulement par exemple lors de roulage sur sol caillouteux. Il est en effet connu de l'homme du métier que pour améliorer les performances d'endurance de l'armature sommet d'un pneumatique à l'égard de ce type de chocs, il est usuel d'augmenter le nombre de couches d'éléments de renforcement.

[0029] Les inventeurs pensent interpréter ces résultats du fait de l'angle formé avec la direction circonférentielle par les éléments de renforcement de la couche de sommet de travail radialement la plus intérieure qui est plus petit en valeur absolue que celui formé par les éléments de renforcement de la couche de sommet de travail radialement la plus extérieure. Ils ont constaté que cet angle plus petit semble entraîner un retard dans la prise de tension par les éléments de renforcement lors d'un tel choc. Usuellement, lors de chocs comparables à ceux observés lors d'un roulage sur sol caillouteux la rupture d'éléments de renforcement si elle intervient s'observe sur la couche radialement la plus intérieure. Ces

- 7 -

constats semblent indiquer que face à ce type d'agressions, la différence d'angles des éléments de renforcement entre les deux couches de sommet de travail permet d'améliorer les performances d'endurance du pneumatique tout en diminuant le nombre de couches de l'armature de sommet.

5 **[0030]** Les inventeurs ont encore fait le constat que le choix de la valeur absolue de la différence entre les valeurs absolues des angles précités α_1 et α_2 associé à l'angle moyen α et au ratio d'utilisation du potentiel de rupture F_2/FR_2 tels que définis selon l'invention peuvent permettre d'éliminer la couche de protection usuellement mise en place radialement à l'extérieur des autres couches de l'armature de sommet. Une telle couche est
10 habituellement présente pour être sacrifiée en cas d'agressions du pneumatique de type coupures pouvant venir altérer l'intégrité d'éléments de renforcement métalliques par des phénomènes de corrosion associés à la fatigue desdits éléments de renforcement. Les inventeurs font effectivement le constat que les éléments de renforcement de la couche de sommet de travail radialement la plus extérieure, d'un pneumatique selon l'invention, sont
15 moins sollicités lors du gonflage du pneumatique ou bien lors de son utilisation en roulage normal que les éléments de renforcement d'une couche de sommet de travail radialement la plus extérieure d'un pneumatique plus usuel ; un tel pneumatique plus usuel présente des différences d'angles en valeur absolue entre les éléments de renforcement des différentes couches de travail plus petites, un angle des éléments de renforcement de la couche de travail radialement la plus intérieure supérieur ou égal en valeur absolue à celui des éléments
20 de renforcement de la couche de travail radialement la plus extérieure et un ratio d'utilisation du potentiel de rupture F_2/FR_2 plus important. Les éléments de renforcement de la couche de sommet de travail radialement la plus extérieure d'un pneumatique selon l'invention présentent ainsi des propriétés d'endurance bien supérieures à ceux d'un
25 pneumatique plus usuel ; les inventeurs font ainsi le constat que la suppression de la couche de protection est rendue possible et permet de contribuer à l'allègement du pneumatique.

[0031] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, la valeur absolue de la différence entre les valeurs absolues des angles α_2 et α_1 est supérieure à 12° . Selon ce mode de réalisation, et conformément aux interprétations données ci-dessus, il va être possible
30 d'améliorer encore les performances d'endurance des éléments de renforcement de la

- 8 -

couche de travail radialement la plus extérieure et/ou améliorer encore les performances du pneumatique à l'égard de chocs tels que ceux subis lors de roulage sur des sols caillouteux.

5 **[0032]** Avantageusement encore selon l'invention, le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F2/FR2 de la couche de travail radialement la plus extérieure est inférieur à 1/8. Un tel ratio d'utilisation du potentiel de rupture F2/FR2 contribue encore à améliorer les performances d'endurance des éléments de renforcement de la couche de travail radialement la plus extérieure lors de l'utilisation du pneumatique.

[0033] De préférence selon l'invention, le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F1/FR1 de la couche de travail radialement la plus intérieure est inférieur à 1/3, dans lequel :

10
$$F1 = p_1 * T_c * [(\tan(|\alpha_2|)/(\tan(|\alpha_1|)+\tan(|\alpha_2|))) / \cos^2(|\alpha_1|) + C], \text{ avec}$$

p_1 : le pas de pose des éléments de renforcement de la couche de sommet de travail radialement la plus intérieure, mesuré perpendiculairement aux éléments de renforcement au niveau du plan médian circonférentiel.

15 **[0034]** De préférence encore, le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F1/FR1 de la couche de travail radialement la plus intérieure est au moins 30 % supérieur au ratio d'utilisation du potentiel de rupture F2/FR2 de la couche de travail radialement la plus extérieure.

[0035] Selon un mode de réalisation de l'invention, les éléments de renforcement des couches de sommet de travail sont des câbles métalliques inextensibles.

20 **[0036]** Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention, les deux couches de sommet de travail sont seules présentes pour constituer l'armature de sommet sur au moins 60% de la largeur axiale de l'armature sommet et avantageusement encore sur au moins 80% de la largeur axiale de l'armature sommet. Ces modes de réalisations avantageux de l'invention vont dans le sens d'un allègement encore plus important du pneumatique.

25 **[0037]** Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, optimisant l'allègement du pneumatique, les deux couches de sommet de travail sont seules présentes pour constituer l'armature de sommet sur la totalité de la largeur axiale de l'armature sommet.

- 9 -

[0038] Selon d'autres variantes de réalisation de l'invention décalant le compromis de performance du pneumatique de façon moins favorable pour ce qui concerne l'allègement, l'armature de sommet comporte une couche supplémentaire, dite de protection, radialement extérieure aux couches de sommet de travail, de préférence centrée sur le plan médian circonférentiel. Les éléments de renforcements d'une telle couche de protection sont de préférence des éléments de renforcement dits élastiques, orientés par rapport à la direction circonférentielle avec un angle compris entre 8° et 45° et de même sens que l'angle formé par les éléments de renforcement de la couche de travail qui lui est radialement adjacente. De préférence encore, les éléments de renforcements d'une telle couche de protection sont parallèles aux éléments de renforcement de la couche de travail qui lui est radialement adjacente.

[0039] D'autres variantes peuvent encore prévoir que l'armature de sommet peut être complétée entre l'armature de carcasse et la couche de travail radialement intérieure la plus proche de ladite armature de carcasse, par une couche de triangulation d'éléments de renforcement inextensibles métalliques en acier faisant, avec la direction circonférentielle, un angle supérieur à 45° et de même sens que celui de l'angle formé par les éléments de renforcement de la couche radialement la plus proche de l'armature de carcasse. Avantageusement, ladite couche de triangulation est constituée de deux demi-couches positionnées axialement de part et d'autre du plan médian circonférentiel.

[0040] Le pneumatique selon l'invention peut encore comporter une ou plusieurs couches d'éléments de renforcement circonférentiels, avantageusement constituée de deux demi-couches positionnées axialement de part et d'autre du plan médian circonférentiel.

[0041] D'autres détails et caractéristiques avantageux de l'invention ressortiront ci-après de la description d'un exemple de réalisation de l'invention en référence à la figure qui représente une vue méridienne d'un schéma d'un pneumatique selon un mode de réalisation de l'invention.

[0042] La figure n'est pas représentée à l'échelle pour en simplifier la compréhension. La figure ne représente qu'une demi-vue d'un pneumatique qui se prolonge de manière symétrique par rapport à l'axe XX' qui représente le plan médian circonférentiel, ou plan équatorial, d'un pneumatique.

- 10 -

[0043] Sur la figure, le pneumatique 1, de dimension 12 R 22.5, a un rapport de forme H/L égal à 0,90, H étant la hauteur du pneumatique 1 sur sa jante de montage et L sa largeur axiale maximale. Ledit pneumatique 1 comprend une armature de carcasse radiale 2 ancrée dans deux bourrelets, non représentés sur la figure. L'armature de carcasse 2 est formée d'une seule couche de câbles métalliques. Ils comportent encore une bande de roulement 5.

[0044] Sur la figure, l'armature de carcasse 2 est frettée conformément à l'invention par une armature de sommet 4, formée radialement de l'intérieur à l'extérieur :

- d'une première couche de travail 41 formée de câbles métalliques orientés d'un angle égal à 16° ,
- d'une deuxième couche de travail 42 formée de câbles métalliques orientés d'un angle égal à 30° , croisés avec les câbles métalliques de la première couche de travail 41, les câbles de chacune des couches de travail 41, 42 étant orientés de part et d'autre de la direction circonférentielle.

[0045] Les câbles métalliques constituant les éléments de renforcement des deux couches de travail sont des câbles de formule 9.35. Ils sont répartis dans chacune des couches de travail avec une distance entre les éléments de renforcement, mesurée selon la normale à la direction de la ligne moyenne du câble égale à 2 mm.

[0046] Le pneumatique est gonflé à une pression de 8.5 bars.

[0047] La largeur axiale L_{41} de la première couche de travail 41 est égale à 220 mm.

[0048] La largeur axiale L_{42} de la deuxième couche de travail 42 est égale à 200 mm.

[0049] La largeur axiale de la bande de roulement L_5 est égale à 215 mm.

[0050] La largeur axiale L est égale à 302 mm.

[0051] La masse cumulée des deux couches de travail 41, 42, comprenant la masse des câbles métalliques et des mélanges de calandrage, se monte ainsi à 7.1 Kg.

- 11 -

[0052] La différence entre les angles formés par les câbles de la première couche de sommet de travail avec la direction circonférentielle et ceux des câbles de la deuxième couche de sommet de travail est égale à 14° .

[0053] L'angle moyen est égal à 22.1° et est bien compris entre 20.4° et 28.0° .

5 [0054] La valeur mesurée de R_e est égale à 541.7 mm.

[0055] La valeur mesurée de E_s est égale à 22.3 mm.

[0056] La valeur moyenne R_L des rayons mesurés est égale à 410 mm.

[0057] La valeur R_t déterminée sur le pneumatique est égale à 900 mm.

[0058] La valeur calculée de T_c est égale à 362.0 N/mm.

10 [0059] La valeur calculée de C est égale à -0.01.

[0060] La valeur de F_1 est égale à 514.4 N.

[0061] La valeur de F_2 est égale à 311.2 N.

[0062] Les forces ruptures des éléments de renforcement des couches de sommet de travail FR_1 et FR_2 sont égales à 2600 N.

15 [0063] Le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F_2/FR_2 est égal à 12.0 %.

[0064] Le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F_1/FR_1 est égal à 19.8 %.

[0065] Le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F_1/FR_1 est 65% supérieur au ratio d'utilisation du potentiel de rupture F_2/FR_2 .

20 [0066] Le pneumatique selon l'invention est comparé à un pneumatique de référence de même dimension qui diffère du pneumatique selon l'invention par son armature de sommet formée radialement de l'intérieur à l'extérieur :

- d'une couche de triangulation, constituée de deux demi nappes, formée de câbles métalliques inextensibles 9.28 non frettés, orientés d'un angle égal à 65° ,

- 12 -

- d'une première couche de travail formée de câbles métalliques orientés d'un angle égal à 26° ,
- d'une seconde couche de travail formée de câbles métalliques orientés d'un angle égal à 18° et croisés aux câbles métalliques de la première couche de travail, les câbles de
5 chacune des couches de travail étant orientés de part et d'autre de la direction circonférentielle,
- d'une couche de protection formées de câbles métalliques élastiques 6.35.

[0067] Les câbles métalliques des deux couches de travail sont des câbles de formule 9.35. Ils sont répartis dans chacune des couches de travail avec une distance entre les
10 éléments de renforcement, mesurée selon la normale à la direction de la ligne moyenne du câble égale à 2 mm. Les deux couches de sommet de travail ne diffèrent donc des couches de sommet de travail du pneumatique selon l'invention que par les angles.

[0068] Le pneumatique de référence est gonflé à une pression de 8.5 bars.

[0069] La largeur axiale globale de la couche triangulation est égale à 180 mm,
15 chacune des demi nappes présentant une largeur égale à 60 mm.

[0070] La largeur axiale de la première couche de travail est égale à 220 mm.

[0071] La largeur axiale de la deuxième couche de travail est égale à 200 mm.

[0072] La largeur axiale de la couche de protection est égale à 136 mm.

[0073] La masse cumulée des couches de travail du pneumatique de référence, de la
20 couche de protection et de la couche de triangulation, comprenant la masse des câbles métalliques et des mélanges de calandrage, se monte à 10.0 Kg.

[0074] La valeur absolue de la différence entre les valeurs absolues des angles formés par les câbles de la première couche de sommet de travail avec la direction circonférentielle et ceux des câbles de la deuxième couche de sommet de travail est égale à 8° , l'angle le plus
25 grand en valeur absolue étant celui de la couche de sommet de travail radialement la plus intérieure, contrairement à l'invention.

- 13 -

[0075] L'angle moyen est égal à 21.7°.

[0076] La valeur de F1 est égale à 320 N.

[0077] La valeur de F2 est égale à 392 N.

5 [0078] Les valeurs F1 et F2 sont obtenues par une simulation éléments finis, le nombre élevés de nappes de renforcement dans le sommet ne permettant pas l'utilisation d'un modèle analytique simple.

[0079] Les forces ruptures des éléments de renforcement des couches de sommet de travail FR1 et FR2 sont égales à 2600 N.

[0080] Le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F2/FR2 est égal à 15.1 %.

10 [0081] Le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F1/FR1 est égal à 12.3 %.

[0082] Le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F1/FR1 est 22.7 % inférieur au ratio d'utilisation du potentiel de rupture F2/FR2.

[0083] Des essais ont été réalisés avec des pneumatiques réalisés selon l'invention conformément à la figure 1 et avec le pneumatique de référence.

15 [0084] Des premiers essais d'endurance ont été réalisés sur une machine de test imposant à chacun des pneumatiques un roulage ligne droite à une vitesse égale à l'indice de vitesse maximum prescrit pour ledit pneumatique (speed index) sous une charge initiale de 3550 Kg progressivement augmentée pour réduire la durée du test.

20 [0085] D'autres essais d'endurance ont été réalisés sur une machine de tests imposant de façon cyclique un effort transversal et une surcharge dynamique aux pneumatiques. Les essais ont été réalisés pour les pneumatiques selon l'invention avec des conditions identiques à celles appliquées aux pneumatiques de référence.

25 [0086] Les essais ainsi réalisés ont montré que les distances parcourues lors de chacun de ces tests sont sensiblement identiques pour les pneumatiques selon l'invention et les pneumatiques de référence. Il apparaît donc que les pneumatiques selon l'invention

- 14 -

présentent des performances sensiblement équivalentes en termes d'endurance à celles des pneumatiques de référence lors de roulage sur des sols bitumineux.

[0087] Des tests visant à caractériser la résistance à la rupture d'une armature de sommet de pneumatique soumise à des chocs ont également été réalisés. Ces tests consistent à faire rouler un pneumatique, gonflé à une pression recommandée et soumis à une charge recommandée, sur un obstacle ou indenteur cylindrique de diamètre égal à 1.5 pouce, soit 38.1 mm, et d'une hauteur déterminée. La résistance à la rupture est caractérisée par la hauteur critique de l'indenteur, c'est-à-dire la hauteur maximale de l'indenteur entraînant une rupture totale de l'armature de sommet, c'est-à-dire de la rupture de toutes les couches de sommet. Les valeurs expriment l'énergie nécessaire pour obtenir la rupture du bloc sommet. Les valeurs sont exprimées à partir d'une base 100 correspondant à la valeur mesurée pour le pneumatique de référence.

Référence	100
Invention	115

Ces résultats montrent que malgré un allègement du pneumatique par une diminution de la masse de son armature sommet, l'énergie à rupture lors d'un choc sur la surface de la bande de roulement est significativement supérieure.

REVENDICATIONS

1 – Pneumatique pour véhicule de type poids lourd, dont le rapport d'aspect H/L est strictement supérieur à 0,75 et dont la pression de gonflage P est supérieure ou égale à 6.5 bars, à armature de carcasse radiale, comprenant une armature de sommet comprenant deux couches de sommet de travail d'éléments de renforcement croisés d'une nappe à l'autre en faisant avec la direction circonférentielle des angles (α_1 , α_2) compris entre 8° et 45°, lesdits angles α_1 et α_2 étant orientés de part et d'autre de la direction circonférentielle, l'armature sommet étant coiffée radialement d'une bande de roulement, ladite bande de roulement étant réunie à deux bourrelets par l'intermédiaire de deux flancs, **caractérisé en ce qu'**au plus lesdites deux couches de sommet de travail sont seules présentes pour constituer l'armature de sommet sur au moins 40 % de la largeur axiale de l'armature sommet, **en ce que** les éléments de renforcement de la couche de travail radialement la plus extérieure forment un angle α_2 avec la direction circonférentielle supérieur en valeur absolue à l'angle α_1 formé par les éléments de renforcement de la couche de travail radialement la plus intérieure avec la direction circonférentielle, **en ce que** la valeur absolue de la différence entre les valeurs absolues des angles α_2 et α_1 est supérieure à 9°, **en ce que** l'angle moyen α satisfait la relation :

$$14+131*\exp(-L/100) < \alpha < 20+164*\exp(-L/100),$$

α étant défini par la relation $\text{Arctan}((\tan(|\alpha_1|)*\tan(|\alpha_2|))^{1/2})$, L étant la largeur maximum du pneumatique mesurée selon la direction axiale et exprimée en mm, **en ce que** le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F2/FR2 de la couche de travail radialement la plus extérieure est inférieur à 1/6, dans lequel :

FR2 est la force rupture en extension uniaxiale des câbles de la couche de travail radialement la plus extérieure,

$$F2 = p_2 * Tc * [(\tan(|\alpha_1|)/((\tan(|\alpha_1|)+\tan(|\alpha_2|))) / \cos^2(|\alpha_2|) + C], \text{ avec}$$

$$Tc = 0.092 * P * R_s * (1 - (R_s^2 - R_L^2)/(2 * R_t * R_s)),$$

$$C = 0.00035 * (\min((L-80) / \sin(|\alpha_1|), (L-80) / \sin(|\alpha_2|), 480) - 480),$$

p_2 : le pas de pose des éléments de renforcement de la couche de sommet de travail radialement la plus extérieure, mesuré perpendiculairement aux éléments de renforcement au niveau du médian circonférentiel,

$$R_s = R_e - E_s,$$

- 16 -

Re : rayon extérieur du pneumatique mesuré au point radialement le plus extérieur sur la surface de la bande de roulement du pneumatique, ladite surface étant extrapolée pour combler les éventuels creux,

Es : distance radiale entre le point radialement le plus à l'extérieur du pneumatique et sa projection orthogonale sur la face radialement extérieure d'un élément de renforcement de la couche de sommet de travail radialement la plus à l'intérieure,

RL : moyenne des rayons des points axialement les plus à l'extérieur de chaque côté du pneumatique,

Rt : le rayon du cercle passant par trois points situés sur la surface extérieure de la bande de roulement en dehors des creux, définis à partir d'une extrémité d'épaulement à des distances axiales respectives égales à $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{4}$ de la largeur de la bande de roulement.

2 - Pneumatique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments de renforcement desdites deux couches de sommet de travail sont métalliques.

3 - Pneumatique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la valeur absolue de la différence entre les valeurs absolues des angles α_2 et α_1 est supérieure à 12° .

4 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F_2/FR_2 de la couche de travail radialement la plus extérieure est inférieur à $1/8$.

5 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F_1/FR_1 de la couche de travail radialement la plus intérieure est inférieur à $1/3$, dans lequel :

$$F_1 = p_1 * T_c * [(\tan(|\alpha_2|)/((\tan(|\alpha_1|)+\tan(|\alpha_2|))) / \cos^2(|\alpha_1|) + C], \text{ avec}$$

p_1 : le pas de pose des éléments de renforcement de la couche de sommet de travail radialement la plus intérieure, mesuré perpendiculairement aux éléments de renforcement au niveau du plan médian circonférentiel.

6 - Pneumatique selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le ratio d'utilisation du potentiel de rupture F_1/FR_1 de la couche de travail radialement la plus intérieure est au moins 30 % supérieur au ratio d'utilisation du potentiel de rupture F_2/FR_2 de la couche de travail radialement la plus extérieure.

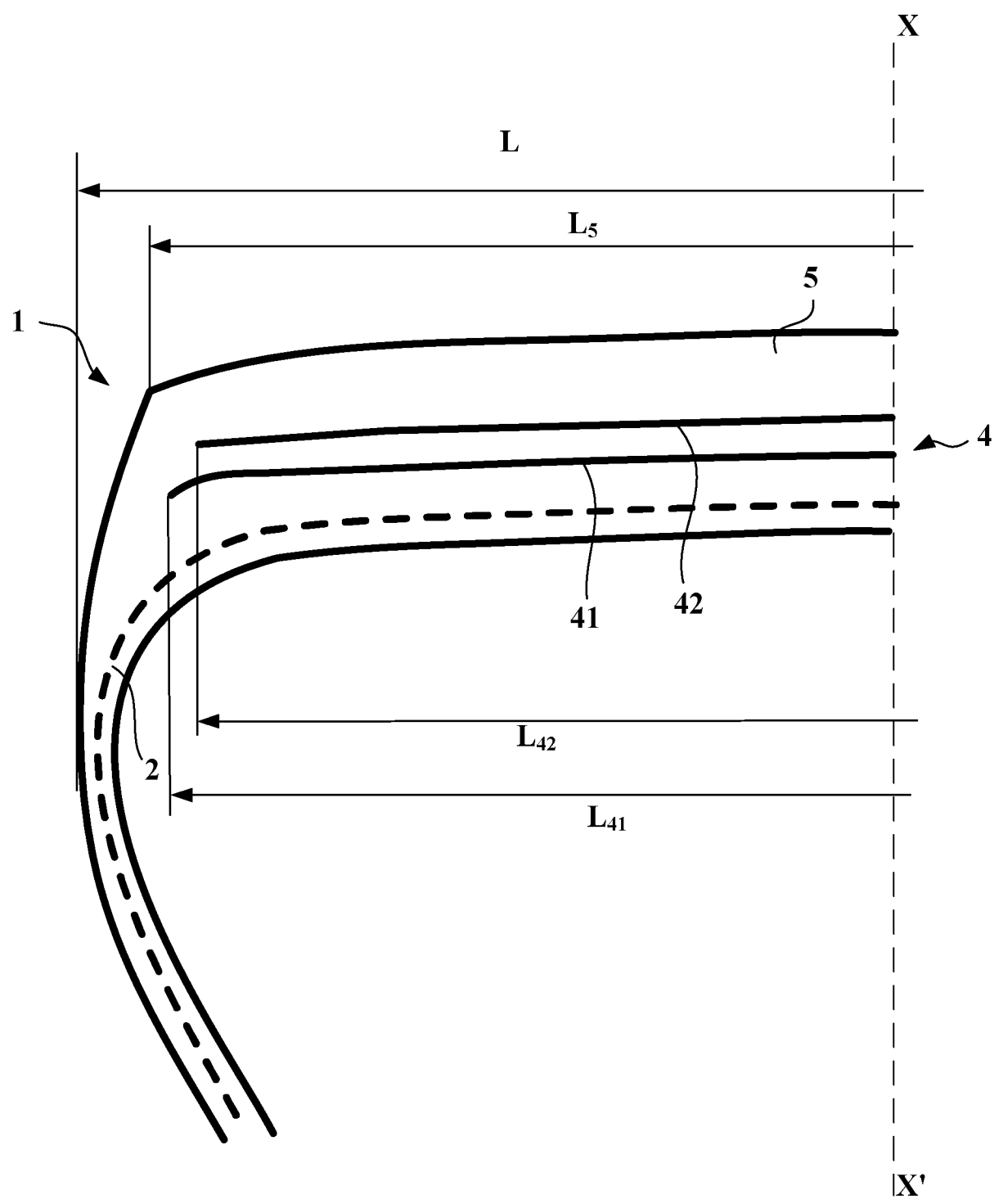
- 17 -

7 - Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au plus lesdites deux couches de sommet de travail sont seules présentes pour constituer l'armature de sommet sur au moins 60% de la largeur axiale de l'armature sommet, et de préférence sur au moins 80% de la largeur axiale de l'armature sommet.

5 **8** - Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les deux couches de sommet de travail sont seules présentes pour constituer l'armature de sommet sur la totalité de la largeur axiale de l'armature sommet.

9 - Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les éléments de renforcement des couches de sommet de travail sont des câbles métalliques
10 inextensibles.

1/1



Figure

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/050395

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B60C3/04 B60C9/20
 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

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.
A	WO 2005/016667 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; RADULESCU ROBERT [US]) 24 February 2005 (2005-02-24) abstract; figure 1 page 15, lines 1-15; figures 1-4 -----	1-9
A	US 3 175 598 A (ARRIGO CEGNAR) 30 March 1965 (1965-03-30) claims 1-5; figures 1,2 -----	1-9
A	DE 10 2013 107475 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 15 January 2015 (2015-01-15) paragraphs [0023] - [0025]; figures 1-3,5 -----	1-9
A	US 4 034 791 A (MIRTAIR HENRI J) 12 July 1977 (1977-07-12) column 3, lines 53-63; figures 1-4,6,7 -----	1



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

31 May 2017

Date of mailing of the international search report

26/06/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Brito, Fernando

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/050395

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005016667	A1	24-02-2005	AT 380682 T 15-12-2007
		BR PI0412709 A 26-09-2006	
		CN 1826238 A 30-08-2006	
		DE 602004010670 T2 04-12-2008	
		EP 1648718 A1 26-04-2006	
		FR 2857621 A1 21-01-2005	
		JP 4663639 B2 06-04-2011	
		JP 2006528103 A 14-12-2006	
		RU 2335411 C2 10-10-2008	
		US 2006169381 A1 03-08-2006	
		WO 2005016667 A1 24-02-2005	
US 3175598	A	30-03-1965	BE 596490 A1 15-02-1961
		CH 375615 A 29-02-1964	
		DE 1221569 B 21-07-1966	
		DK 108148 C 18-09-1967	
		FR 1272246 A 22-09-1961	
		GB 907045 A 03-10-1962	
		LU 39379 A1 09-01-1961	
		MY 6300065 A 31-12-1963	
		NL 130937 C 31-05-2017	
		NL 253806 A 31-05-2017	
		SE 301430 B 04-06-1968	
		US 3175598 A 30-03-1965	
DE 102013107475	A1	15-01-2015	CN 206030964 U 22-03-2017
			DE 102013107475 A1 15-01-2015
			EP 3038843 A1 06-07-2016
			WO 2015007411 A1 22-01-2015
US 4034791	A	12-07-1977	AU 499508 B2 26-04-1979
			BE 842451 A1 01-12-1976
			CA 1030856 A 09-05-1978
			DE 2626807 A1 13-01-1977
			FR 2316091 A1 28-01-1977
			GB 1540493 A 14-02-1979
			IT 1063162 B 11-02-1985
			JP S527504 A 20-01-1977
			JP S5515323 B2 23-04-1980
			SE 7607363 A 31-12-1976
			US RE30615 E 19-05-1981
			US 4034791 A 12-07-1977

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/050395

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B60C3/04 B60C9/20
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

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
A	WO 2005/016667 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; RADULESCU ROBERT [US]) 24 février 2005 (2005-02-24) abrégé; figure 1 page 15, lignes 1-15; figures 1-4 -----	1-9
A	US 3 175 598 A (ARRIGO CEGNAR) 30 mars 1965 (1965-03-30) revendications 1-5; figures 1,2 -----	1-9
A	DE 10 2013 107475 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 15 janvier 2015 (2015-01-15) alinéas [0023] - [0025]; figures 1-3,5 -----	1-9
A	US 4 034 791 A (MIRTAIR HENRI J) 12 juillet 1977 (1977-07-12) colonne 3, lignes 53-63; figures 1-4,6,7 -----	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'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

31 mai 2017

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

26/06/2017

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Brito, Fernando

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/050395

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2005016667 A1	24-02-2005	AT 380682 T BR PI0412709 A CN 1826238 A DE 602004010670 T2 EP 1648718 A1 FR 2857621 A1 JP 4663639 B2 JP 2006528103 A RU 2335411 C2 US 2006169381 A1 WO 2005016667 A1	15-12-2007 26-09-2006 30-08-2006 04-12-2008 26-04-2006 21-01-2005 06-04-2011 14-12-2006 10-10-2008 03-08-2006 24-02-2005
US 3175598 A	30-03-1965	BE 596490 A1 CH 375615 A DE 1221569 B DK 108148 C FR 1272246 A GB 907045 A LU 39379 A1 MY 6300065 A NL 130937 C NL 253806 A SE 301430 B US 3175598 A	15-02-1961 29-02-1964 21-07-1966 18-09-1967 22-09-1961 03-10-1962 09-01-1961 31-12-1963 31-05-2017 31-05-2017 04-06-1968 30-03-1965
DE 102013107475 A1	15-01-2015	CN 206030964 U DE 102013107475 A1 EP 3038843 A1 WO 2015007411 A1	22-03-2017 15-01-2015 06-07-2016 22-01-2015
US 4034791 A	12-07-1977	AU 499508 B2 BE 842451 A1 CA 1030856 A DE 2626807 A1 FR 2316091 A1 GB 1540493 A IT 1063162 B JP S527504 A JP S5515323 B2 SE 7607363 A US RE30615 E US 4034791 A	26-04-1979 01-12-1976 09-05-1978 13-01-1977 28-01-1977 14-02-1979 11-02-1985 20-01-1977 23-04-1980 31-12-1976 19-05-1981 12-07-1977