

(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 2018/073548 A1

(43) Date de la publication internationale
26 avril 2018 (26.04.2018)

(51) Classification internationale des brevets :

B60C 9/20 (2006.01) *B60C 9/18* (2006.01)
B60C 9/24 (2006.01) *B60C 11/00* (2006.01)

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

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2017/052887

(72) Inventeurs : **ABINAL, Richard** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - Place des Carmes-Déchaux - DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 9 (FR). **ALBOUY, Mathieu** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - Place des Carmes-Déchaux - DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 9 (FR). **BRUNEAU, François-Xavier** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - Place des Carmes-Déchaux - DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 9 (FR). **CHARREIRE, Cyril** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - Place des

(22) Date de dépôt international :

20 octobre 2017 (20.10.2017)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1660246 21 octobre 2016 (21.10.2016) FR

(54) Title: TYRE HAVING AN OPTIMISED ARCHITECTURE

(54) Titre : PNEUMATIQUE COMPRENANT UNE ARCHITECTURE OPTIMISÉE

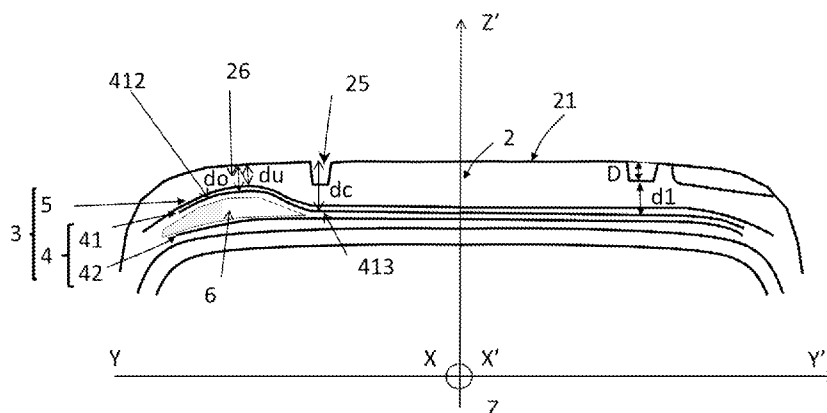


Figure 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a tyre (1) for a vehicle, comprising a radially outermost working layer (41) in turn comprising at least one undulation (412) vertically in line with a rib (26). The undulation (412) is such that it is radially external to the points of the working layer (41) vertically in line with the centre of the bottom surface (243) of the circumferential groove (25) closest to the undulation (412), and such that the minimum radial distance (do) between the radially outer surface of the radially outermost working layer (41) and the rolling surface (21) is at least 1mm less than the radial distance (dc) between the radially outer surface (SRE) of the radially outermost working layer (41) and the rolling surface (21), the distance vertical to the circumferential groove (25) closest to the undulation (412) in question.

(57) **Abrégé :** L'invention consiste en un pneumatique (1) pour véhicule comprenant une couche de travail (41) la plus radialement extérieure comprenant au moins une ondulation (412) à l'aplomb d'une nervure (26). L'ondulation (412) est telle qu'elle est radialement extérieure aux points de la couche de travail (41) à l'aplomb du centre de la face de fond (243) du sillon circonférentiel (25) le plus proche de l'ondulation (412), et que la distance radiale minimale (do), entre la surface radialement extérieure de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure et la surface de roulement (21), est inférieure d'au moins 1 mm à la distance radiale (dc) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure et la surface de roulement (21), distance à l'aplomb du sillon circonférentiel (25) le plus proche de l'ondulation (412) considérée.

[Suite sur la page suivante]

Carmes-Déchaux - DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 9 (FR). **FEVRIER, Pierre** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - Place des Carmes-Déchaux - DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 9 (FR). **PALLOT, Patrick** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - Place des Carmes-Déchaux - DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 9 (FR).

(74) **Mandataire : MILLANVOIS, Patrick** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, Sce DGD/PI - F35/Ladoux - 23 place des Carmes-Déchaux, 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, JO, 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), eurasién (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

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

Pneumatique comprenant une architecture optimisée

DOMAINE DE L'INVENTION

5 [0001] La présente invention concerne un pneumatique destiné à être monté sur un véhicule, et plus particulièrement le sommet d'un tel pneumatique.

[0002] Un pneumatique ayant une géométrie de révolution par rapport à un axe de rotation, la géométrie du pneumatique est généralement décrite dans un plan méridien contenant l'axe de rotation du pneumatique. Pour un plan méridien donné, les directions radiale, axiale et circonférentielle désignent respectivement les directions
10 perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique, parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et perpendiculaire au plan méridien. Le plan circonférentiel médian dit plan équateur divise le pneumatique en deux demi tores sensiblement symétriques, le pneumatique pouvant présenter des dissymétries de bande de roulement, d'architecture, liées à la précision de fabrication ou au dimensionnement.

15 [0003] Dans ce qui suit, les expressions « radialement intérieur à » et « radialement extérieur à » signifient respectivement « plus proche de l'axe de rotation du pneumatique, selon la direction radiale, que » et « plus éloigné de l'axe de rotation du pneumatique, selon la direction radiale, que ». Les expressions « axialement intérieur à » et « axialement extérieur à » signifient respectivement « plus proche du plan
20 équateur, selon la direction axiale, que » et « plus éloigné du plan équateur, selon la direction axiale, que ». Une « distance radiale » est une distance par rapport à l'axe de rotation du pneumatique, et une « distance axiale » est une distance par rapport au plan équateur du pneumatique. Une « épaisseur radiale » est mesurée selon la direction radiale, et une « largeur axiale » est mesurée selon la direction axiale.

25 [0004] Dans ce qui suit, l'expression « à l'aplomb de » signifie « pour chaque méridien, radialement intérieur dans la limite des coordonnées axiales délimitées par ». Ainsi « les points d'une couche de travail à l'aplomb d'un sillon » désignent pour chaque méridien, l'ensemble des points de la couche de travail radialement intérieurs au sillon dans la limite des coordonnées axiales délimitées par le sillon.

30 [0005] Un pneumatique comprend un sommet comprenant une bande roulement destinée à venir en contact avec le sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement, deux bourrelets destinés à venir en contact avec une jante et deux flancs reliant le sommet aux bourrelets. En outre, un pneumatique comprend une armature de carcasse

comprenant au moins une couche de carcasse, radialement intérieure au sommet et reliant les deux bourrelets.

[0006] La bande de roulement d'un pneumatique est délimitée, selon la direction radiale, par deux surfaces circonférentielles dont la plus radialement extérieure est la surface de roulement et dont la plus radialement intérieure est appelée surface de fond de sculpture. La surface de fond de sculpture, ou surface de fond, est définie comme la surface translatée de la surface de roulement radialement vers l'intérieur d'une distance radiale égale à la profondeur de sculpture. Il est courant que cette profondeur soit dégressive sur les portions circonférentielles les plus axialement extérieures, appelées épaules, de la bande de roulement.

[0007] De plus, la bande de roulement d'un pneumatique est délimitée, selon la direction axiale, par deux surfaces latérales. La bande de roulement est en outre constituée par un ou plusieurs mélanges caoutchouteux. L'expression « mélange caoutchouteux » désigne une composition de caoutchouc comportant au moins un élastomère et une charge.

[0008] Le sommet comprend au moins une armature de sommet radialement intérieure à la bande de roulement. L'armature de sommet comprend au moins une armature de travail comprenant au moins une couche de travail composée d'éléments de renforcement parallèles entre eux formant, avec la direction circonférentielle, un angle compris entre 15° et 50° . L'armature de sommet peut également comprendre une armature de frettage comprenant au moins une couche de frettage composée d'éléments de renforcement formant, avec la direction circonférentielle, un angle compris entre 0° et 10° , l'armature de frettage étant le plus souvent mais pas obligatoirement radialement extérieure aux couches de travail.

[0009] Pour toute couche d'éléments de renforcement d'armature de sommet, de travail, ou autre, une surface continue, dite surface radialement extérieure (SRE) de la dite couche, passe par le point le plus radialement extérieur de chaque élément de renforcement, de chaque méridien. Pour toute couche d'éléments de renforcement d'armature de sommet, de travail, ou autre, une surface continue, dite surface radialement intérieure (SRI) de la dite couche, passe par le point le plus radialement intérieur de chaque élément de renforcement, de chaque méridien. Les distances radiales entre une couche d'éléments de renforcement et tout autre point, sont mesurées depuis l'une ou l'autre de ces surfaces et de manière à ne pas intégrer l'épaisseur radiale de la dite couche. Si l'autre point de mesure est radialement

extérieur à la couche d'éléments de renforcement, la distance radiale est mesurée depuis la surface radialement extérieure SRE à ce point, et respectivement depuis la surface radialement intérieure SRI à l'autre point de mesure si celui-ci est radialement intérieur à la couche d'éléments de renforcement. Ceci permet de prendre des distances radiales cohérentes d'un méridien à l'autre, sans avoir à tenir compte des variations locales possibles liées aux formes des sections des éléments de renforcement des couches.

[0010] Afin d'obtenir des performances en adhérence sur sol mouillé, des découpures sont disposées dans la bande de roulement. Une découpe désigne soit un puits, soit une rainure, soit une incision, soit un sillon circonférentiel et forme un espace débouchant sur la surface de roulement.

[0011] Une incision ou une rainure présente, sur la surface de roulement, deux dimensions principales caractéristiques : une largeur W et une longueur L_o , telle que la longueur L_o est au moins égale à 2 fois la largeur W . Une incision ou une rainure est donc délimitée par au moins deux faces latérales principales déterminant sa longueur L_o et reliées par une face de fond, les deux faces latérales principales étant distantes l'une de l'autre d'une distance non nulle, dite largeur W de l'incision ou de la rainure.

[0012] La profondeur de la découpe est la distance radiale maximale entre la surface de roulement et le fond de la découpe. La valeur maximale des profondeurs des découpures est nommée profondeur de sculpture D .

[0013] Un sillon est une rainure sensiblement circonférentielle, les faces latérales sont sensiblement circonférentielles en ce sens, que leur orientation peut varier localement autour de plus ou moins 45° autour de la direction circonférentielle mais que l'ensemble des motifs appartenant au sillon se retrouve tout autour de la bande de roulement, formant un ensemble sensiblement continu, c'est-à-dire présentant des discontinuités inférieures à 10% en longueur comparativement à la longueur des motifs.

[0014] Les sillons circonférentiels délimitent des nervures. Une nervure est composée des motifs de la sculpture compris entre un bord axial du pneumatique et un sillon circonférentiel le plus axialement extérieur voisin, soit compris entre deux sillons circonférentiels voisins.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0015] Un pneumatique doit répondre à de multiples critères de performance portant sur des phénomènes comme l'usure, l'adhérence sur différents types de sol, la résistance au roulement, le comportement dynamique. Ces critères de performance conduisent parfois à des solutions s'opposant à d'autres critères. Ainsi pour une bonne performance en adhérence, le matériau caoutchouteux de la bande de roulement doit être dissipatif et mou. En revanche pour obtenir un pneumatique performant en comportement, notamment en réponse dynamique sur un effort transversal au véhicule et donc principalement dans l'axe du pneumatique, le pneumatique doit avoir un niveau de rigidité, notamment sous effort transversal, suffisamment élevé. Pour une dimension donnée, la rigidité du pneumatique dépend de la rigidité des différents éléments du pneumatique que sont la bande de roulement, l'armature de sommet, les flancs et les bourrelets. La rigidification de la bande de roulement est traditionnellement obtenue soit à travers la rigidification des matériaux caoutchouteux, soit à travers la diminution de la profondeur de la sculpture ou de la diminution du niveau d'entaillage de la sculpture.

[0016] Pour pallier le problème, les fabricants de pneumatiques ont par exemple changé le matériau caoutchouteux en le rigidifiant notamment par des fibres, comme mentionné dans les documents FR 3 014 442 et FR 2 984 230.

[0017] Ces solutions ne sont pas toujours satisfaisantes. Diminuer la profondeur sculpture limite la performance en usure et en adhérence sur route mouillée. Rigidifier le matériau caoutchouteux limite les capacités d'adhérence sur sol mouillé et sol sec, et augmente aussi les émissions sonores du pneumatique en roulage. Réduire le volume de creux de la sculpture réduit les capacités d'adhérence sur sol mouillé et plus particulièrement en cas de forte hauteur d'eau au sol. Il est par ailleurs important de maintenir une certaine épaisseur de matériaux caoutchouteux entre la face de fond des découpures, rainures ou sillons et les éléments de renforcement de l'armature de sommet la plus radialement extérieure pour garantir l'endurance du pneumatique.

RESUME DE L'INVENTION

[0018] L'objectif principal de la présente invention est donc d'augmenter la performance en comportement du pneumatique, en améliorant ses performances en

adhérence, et plus particulièrement d'adhérence mouillé, en résistance au roulement, sans modifier ses performances en usure et en endurance du sommet.

[0019] Cet objectif est atteint par Pneumatique comprenant :

- 5
 - une bande de roulement destinée à entrer en contact avec un sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement,
- 10
 - la surface de roulement comprenant des rainures, les rainures formant un espace débouchant sur la surface de roulement et étant délimitée par au moins deux faces latérales principales reliées par une face de fond,
 - au moins une rainure étant sensiblement circonférentielle, appelée sillon circonférentiel ayant une largeur W définie par la distance entre les deux faces latérales, au moins égale à 5 mm et une profondeur D définie par la distance radiale maximale entre la surface de roulement et la face de fond, au moins égale à 4 mm,
 - au moins une nervure,
- 15
 - le pneumatique comprenant en outre une armature de sommet, radialement intérieure à la bande de roulement, comprenant une armature de travail,
 - l'armature de travail comprenant au moins une couche de travail,
- 20
 - la au moins une couche de travail s'étendant radialement depuis une surface radialement intérieure (SRI) jusqu'à une surface radialement extérieure (SRE),
 - la au moins une couche de travail comprenant des éléments de renforcement, continus d'un bord axialement extérieur de la couche de travail au bord axialement extérieur opposé, au moins partiellement
- 25
 - métalliques enrobés par un matériau élastomérique, parallèles entre eux et formant avec la direction circonférentielle (XX') du pneumatique, un angle orienté dont la valeur absolue est au moins égale à 15° et au plus égale à 50°,
- 30
 - la couche de travail la plus radialement extérieure comprenant au moins une ondulation à l'aplomb d'une nervure,

- 5 • la au moins une ondulation de la couche de travail la plus radialement extérieure étant telle que la portion de de la couche de travail de l'ondulation est radialement extérieure aux points de la couche de travail à l'aplomb du centre de la face de fond du sillon circonférentiel le plus proche de ladite ondulation,
- 10 • l'au moins une ondulation de la couche de travail la plus radialement extérieure étant telle qu'à l'aplomb de la nervure de la surface de roulement comprenant une ondulation, la distance radiale minimale (d_o), entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail la plus radialement extérieure et la surface de roulement, est inférieure d'au moins 1 mm à la distance radiale (d_c) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail la plus radialement extérieure et la surface de roulement, distance à l'aplomb du sillon le plus proche de l'ondulation considérée,
- 15 • la distance radiale minimale (d_u) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche la plus radialement extérieure de l'armature de sommet et la surface de roulement est au plus égale à la profondeur D du sillon circonférentiel le plus proche augmentée de 2 mm.

20 [0020] Pour améliorer la réponse dynamique sous effort axial, il faut donc rigidifier le pneumatique dans sa composante axiale qui est, pour l'armature de sommet, essentiellement due à la rigidité des couches de travail métalliques et à la distance entre celles-ci et la surface de roulement. En effet les couches de travail métalliques sont rigides en traction et en compression de par leurs matériaux. Elles sont également rigides en cisaillement de par leurs angles avec la direction

25 circonférentielle et leur couplage assuré par la faible épaisseur de matériaux caoutchouteux entre elles.

30 [0021] En revanche les matériaux entre les couches de travail et la surface de roulement travaillent en cisaillement en cas d'effort transversal. Plus l'épaisseur radiale de ces matériaux est importante moins cette partie du sommet est rigide, plus la performance en réponse dynamique sous effort axial diminue. Il faut donc réduire cette distance. Cependant, il faut maintenir la profondeur de sculpture D afin de préserver les performances en usure et en adhérence sur sol mouillé du pneumatique.

- [0022] Par ailleurs il faut préserver la distance radiale (d_1), dite profondeur de sous-creux, entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail la plus radialement extérieure et la face de fond du sillon circonférentiel, pour protéger les éléments de renforcement des différentes couches du sommet des perforations.
- 5 Une solution à ce problème consiste à conserver inchangées la profondeur de sculpture D et la profondeur de sous-creux (d_1) mesurées à l'aplomb des rainures majeures et des sillons, et à diminuer la distance radiale (d_0) entre les couches de travail et la surface de roulement à l'aplomb des portions de la bande de roulement dénuées de rainures majeures et donc de sillons.
- 10 [0023] Compte-tenu du fait que la surface de roulement d'un pneumatique est sensiblement cylindrique, cette solution revient à onduler radialement les couches de travail, selon des ondulations axiales. Cette solution va à l'encontre des modes de fabrication des pneumatiques pour lesquels les couches de travail sont posées sur des formes sensiblement cylindriques, de base circulaire et de génératrice une
- 15 droite perpendiculaire à la base. Les pneumatiques de l'état de la technique présentent après cuisson, dans les plans méridiens, une courbure régulière sans point d'inflexion ou très localisée aux gommes de bordure sur moins de 10% de la couche de travail.
- [0024] En effet il est courant de découpler très localement certaines couches aux
- 20 extrémités des éléments de renforcement qui les constituent. Ces couches sont disposées à un rayon sensiblement constant. Pour les pneumatiques selon l'invention, ces couches sont disposées avec des variations de rayons sur une surface minimale pour assurer les avantages escomptés et présentent au moins un point d'inflexion dans le plan méridien.
- 25 [0025] En revanche disposer des ondulations axiales est la méthode la moins onéreuse avec le type d'outil de fabrication actuel, en temps de cycle, ou en modification de l'outillage. Il convient en effet soit de modifier la génératrice de la forme cylindrique, soit de poser des gommes de bourrage circonférentielles.
- [0026] Par ailleurs, onduler des couches d'éléments de renforcement soumis à des
- 30 efforts de compression peut sembler sensibiliser le pneumatique à des variations de la géométrie de la surface de roulement dégradant les performances comme la tenue à l'usure irrégulière, le balourd, etc. Néanmoins la solution a de très bonnes performances sur ces critères.

[0027] De plus onduler des couches d'éléments de renforcement soumis à des efforts de compression va à l'encontre des préconisations pour lutter contre le flambement des structures. En effet, créer une discontinuité de rayon de courbure revient à créer des surcontraintes où pourrait avoir lieu le flambement. Cependant
5 dans le pneumatique, les efforts sont très localisés de sorte qu'une partie du sommet est en tension quand une autre est en compression, à une échelle très inférieure à celle des ondulations. Ainsi les ondulations pratiquées dans les limites de l'invention, ne nuisent pas à l'endurance du pneumatique.

[0028] Pour éviter tout problème d'endurance du sommet lié aux chocs lorsque le
10 pneumatique roule sur une route où est présent un obstacle, ou à la fatigue du matériau caoutchouteux en extrémité des éléments de renforcement, il est important que les éléments de renforcement de la couche de travail soient continus d'un bord axialement extérieur de la couche de travail au bord axialement extérieur opposé. Les éléments de renforcement de la couche de travail
15 comportent un ou plusieurs fils métalliques tressés ou non. Il est important que ces fils soient très majoritairement continus dans toute la largeur de la couche de travail de manière à ce que la couche de travail soit elle-même continue.

[0029] L'expérience montre que pour améliorer la performance en tenue dynamique sous effort transversal, un des critères suffisant en lui-même est de diminuer la
20 distance (d_o) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail la plus radialement extérieure et la surface de roulement. Ceci permet de réduire les épaisseurs cisailées de matériaux caoutchouteux de la bande de roulement et de réduire la production de chaleur due à l'hystérèse de ces matériaux. Ces effets sont bénéfiques à la fois vis-à-vis de la rigidité de la bande de roulement qui
25 dépend de la température, et vis-à-vis des performances en résistance au roulement et en endurance. L'ondulation de la couche de travail permet en plus d'accroître la rigidité axiale des pneumatiques par l'augmentation de l'inertie de flexion sur chant du sommet, ce qui induit une amélioration sensible la performance en comportement. Par ailleurs, dans certains pneumatiques, le
30 sommet ne comprend qu'une seule couche de travail et l'invention fonctionne également dans ce cas.

[0030] Cette distance (d_o) est diminuée en créant au moins une ondulation dans la couche de travail, de sorte que cette ondulation ou partie ondulée de la couche de travail soit radialement extérieure à la partie de la couche de travail à l'aplomb du

sillon circonférentiel le plus proche de ladite ondulation. Il ne s'agit pas de considérer comme ondulée une couche de travail non ondulée mais respectant le critère de la diminution de la distance (do) par une diminution de la profondeur de sculpture sur une zone donnée. Cette caractéristique est par ailleurs connue
5 notamment pour des pneumatiques pour des véhicules de tourisme dont la profondeur sculpture est plus faible sur les bords axialement extérieurs du pneumatique, dites épaules, que dans les sillons les plus proches. Dans les pneumatiques selon l'état de la technique, dans la partie aux épaules où la distance radiale (do) diminue, la couche de travail est soit au même rayon, soit
10 radialement intérieure aux parties de la même couche de travail à l'aplomb du sillon circonférentiel le plus proche.

[0031] L'invention fonctionne également en positionnant une ou des ondulations dans une ou des parties d'une ou des épaules du pneumatique.

[0032] Le sous-creux (d1) doit être conservé dans les rainures majeures et les sillons
15 circonférentiels. Les rainures mineures ou les incisions sont moins sensibles aux perforations et agressions par des obstacles, car elles sont protégées par le matériau caoutchouteux leur donnant leur caractéristique technique de rainure de faible profondeur ou de faible largeur.

[0033] Les couches de faibles rigidités, proportionnellement aux couches de travail,
20 comme les couches de protection, métalliques ou non, les couches de frettages, comportant des éléments de renforcement formant, avec la direction circonférentielle (XX') du pneumatique, un angle B au plus égal à 10° en valeur absolue, n'ont pas les rigidités en compression et en cisaillement suffisantes, en raison de leurs matériaux parfois textile, de leurs angles de pose, pour qu'une
25 ondulation seulement de ces dernières, apporte au problème une solution au même niveau d'efficacité que l'invention. Ces couches de protection ou de frettage sont optionnelles dans un pneumatique et ne conditionnent pas l'intérêt de la solution.

[0034] Il apparaît qu'une ondulation de la surface radialement extérieure de la couche
30 de travail, à l'aplomb d'une seule nervure, par exemple centrale et symétrique par rapport au plan circonférentiel médian, est suffisante pour mesurer un gain de performance en dynamique sous effort transversal. Cette solution peut avoir un avantage en termes d'usure irrégulière, ou de valeur de poussée axiale en fonction du sens de la poussée en fonction du carrossage du véhicule. Néanmoins

cette ondulation unique peut également se situer sous une nervure quelconque et notamment sous une des nervures les plus radialement extérieures. Ces choix peuvent être faits en tenant compte de l'aspect directionnel ou axisymétrique des pneumatiques et du carrossage de la voiture.

5 [0035] L'amplitude de cette ondulation doit être au moins égale à 1 mm, pour avoir des effets significatifs à l'échelle du pneumatique, ainsi la distance radiale (do) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail la plus radialement extérieure et la surface de roulement est inférieure d'au moins 1 mm à
10 la distance radiale (dc) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail la plus radialement extérieure et la surface de roulement, distance à l'aplomb du centre de la face de fond du sillon circonférentiel le plus proche de ladite ondulation.

[0036] Préférentiellement à l'aplomb d'au moins une nervure de la surface de roulement comprenant une ondulation, la distance radiale minimale (do) entre la
15 surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail la plus radialement extérieure et la surface de roulement est inférieure d'au moins 1.5 mm, préférentiellement 2 mm, à la distance radiale (dc) entre la surface radialement extérieure de la couche de travail la plus radialement extérieure et la surface de roulement, distance à l'aplomb du sillon circonférentiel le plus proche de
20 l'ondulation considérée. Les paramètres de conception permettant le réglage de la dynamique sous effort transverse important, au moins de l'ordre de 50% de la charge nominale du pneumatique, sont :

- Le nombre de nervures et la dimension des ondulations de la couche de travail la plus radialement extérieure. Plus l'ondulation est étendue plus
25 le pneumatique est rigide sous effort transversal, et plus il est performant en résistance au roulement. Une seule nervure peut représenter 15% de la largeur axiale de la couche de travail la plus radialement extérieure. Il est courant d'avoir 3, 4 à 5 nervures et que les sillons représentent autour de 20% de cette largeur.
- L'amplitude de l'ondulation au moins égale à 1 mm mais limitée à 5 mm
30 en raison des rayons de courbures à imposer aux couches de travail métalliques, rigides et donc peu déformables.

[0037] Une solution préférée est donc qu'à l'aplomb d'au moins une nervure de la surface de roulement comprenant une ondulation, la distance radiale (d_o) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail la plus radialement extérieure et la surface de roulement est inférieure d'au plus 5 mm, préférentiellement 3 mm, à la distance radiale (d_c) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail la plus radialement extérieure et la surface de roulement, distance à l'aplomb du sillon circonférentiel le plus proche de l'ondulation considérée.

[0038] Pour une performance optimale en perforation et agression du sommet, sans pénaliser la résistance au roulement, la distance radiale (d_1) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail la plus radialement extérieure et la face de fond des sillons circonférentiels, est au moins égale à 1 mm et au plus égale à 5 mm, préférentiellement au moins égale à 2 mm et au plus égale à 4 mm. En deçà de limites inférieures, le pneumatique pourrait être trop sensible aux agressions. Au-delà des limites supérieures, la résistance au roulement du pneumatique serait pénalisée.

[0039] Il est avantageux qu'une ondulation de la couche de travail la plus radialement extérieure soit présente à l'aplomb de toutes les nervures de la surface de roulement afin de pousser l'avantage de la solution à son optimum.

[0040] Une solution préférée est qu'une ondulation de la couche de travail la plus radialement extérieure est présente uniquement à l'aplomb des nervures de la surface de roulement les plus proches axialement du plan circonférentiel médian, de part et d'autre de ce plan, afin d'obtenir une performance juste nécessaire par rapport à l'augmentation du surcoût de fabrication qu'amène l'ondulation de la couche de travail la plus radialement extérieure.

[0041] Il est avantageux que la bande de roulement, par exemple dans une rainure ou un sillon circonférentiel de la bande de roulement, comprenne au moins un témoin d'usure, et que la distance radiale minimale (d_u) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche la plus radialement extérieure de l'armature de sommet et la surface de roulement soit au moins égale à la distance radiale (d_f) entre la surface de roulement et le point le plus radialement extérieur du témoin d'usure. En effet, il est important que l'utilisateur puisse percevoir que le pneumatique est usé, grâce au témoin d'usure et cela avant de voir les éléments

de renforcement de la couche la plus radialement extérieure de l'armature de sommet apparaît au niveau de la surface de roulement.

[0042] Avantageusement la distance radiale minimale (du) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche la plus radialement extérieure de l'armature de sommet et la surface de roulement est au plus égale à la profondeur D du sillon circonférentiel le plus proche augmentée de 2 mm et au moins égale à la profondeur D du sillon circonférentiel le plus proche diminuée de 2 mm. Cette solution permet un positionnement idéal de la couche d'éléments de renforcement la plus radialement extérieure de l'armature de sommet et la surface de roulement.

La distance radiale minimale (du) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche la plus radialement extérieure de l'armature de sommet et la surface de roulement, est forcément mesurée sur la portion radialement extérieure de l'armature sommet, donc au niveau d'une ondulation.

[0043] Préférentiellement la profondeur D d'une rainure majeure ou d'un sillon circonférentiel est au moins égale à 6 mm, et au plus égale à 20 mm. Les profondeurs de sculpture entre 6 et 10 mm permettent un bon compromis entre les performances en usure et en résistance au roulement dans de nombreux pneumatiques de tourisme. Les profondeurs de sculpture entre 10 et 20 mm sont intéressantes pour les mêmes compromis dans les pneumatiques pour véhicules portant de lourdes charges. L'invention n'est pas limitée à des pneumatiques d'un usage particulier.

[0044] Dans le cas où la couche d'éléments de renforcement la plus radialement extérieurs est une couche de frettage, il est avantageux que la couche d'éléments de renforcement la plus radialement extérieure de l'armature de sommet comprenne des éléments de renforcement en textile, de préférence de type polyamide aliphatique, polyamide aromatique, combinaison de polyamide aliphatique et de polyamide aromatique, polytéréphtalate d'éthylène ou rayonne, parallèles entre eux et formant, avec la direction circonférentielle (XX') du pneumatique, un angle B au plus égal à 10° en valeur absolue.

[0045] Une solution préférée est qu'au moins une gomme de bourrage ayant une épaisseur radiale au moins égale à 0.3 mm est positionnée à l'aplomb de toute ondulation de la couche de travail la plus radialement extérieure. Ceci afin de permettre l'ondulation des nappes à la fabrication et à la cuisson. Il est possible de disposer plusieurs gommes de bourrage à l'aplomb de la ou des ondulations à

différentes valeurs de rayons avec différentes propriétés en fonction du cahier des charges du pneumatiques. Si une seule gomme de bourrage est disposée, son épaisseur maximale est approximativement égale, pour une ondulation donnée, à la distance radiale entre le point le plus radialement extérieur de la surface radialement extérieure de la couche de travail la plus radialement extérieure au niveau de l'ondulation et la surface radialement extérieure de la couche de travail la plus radialement extérieure à l'aplomb du centre de la face de fond de la rainure majeure la plus proche de ladite ondulation.

[0046] Il est avantageux que, la bande de roulement étant constituée par un mélange caoutchouteux, la gomme de bourrage, disposée à l'aplomb de la ou des ondulations, soit un mélange caoutchouteux ayant une perte dynamique $\tan\delta_1$, mesurée à une température de 10°C et sous une contrainte de 0.7 MPa à 10 Hz, au plus égale et préférentiellement inférieure de 30% à la perte dynamique $\tan\delta_2$ du matériau caoutchouteux constitutif de la bande de roulement, mesurée à une température de 10°C et sous une contrainte de 0.7 MPa à 10 Hz. Pour un matériau de bourrage de même hystérèse, le gain en résistance au roulement est donné seulement par la diminution des sollicitations en cisaillement que ce matériau subit. Le matériau de bourrage ne subissant pas les mêmes contraintes que le matériau caoutchouteux constitutif de la bande de roulement, il est possible de modifier ses caractéristiques de manière à améliorer davantage la résistance au roulement. 30% de baisse d'hystérèse amène un gain significativement plus élevé pour l'invention.

[0047] Il est préféré que l'armature de sommet consiste en 2 nappes de travail ayant des angles opposés et une nappe de fretage, comme de nombreuses architectures de sommet actuelles.

[0048] Avantageusement les gommes de bourrage à l'aplomb des ondulations sont radialement intérieures à toutes les couches de travail de l'armature de travail de sorte que les couches de travail ne soient découplées en aucun point du sommet par ces gommes de bourrage. Cette disposition garantit une rigidité transversale du sommet élevée.

[0049] Afin de ne pas créer de rayons de courbure trop importants sur l'armature de carcasse pouvant générer localement du flambement en raison des efforts de compression que l'armature de carcasse subit, une solution est de disposer les

gommes de bourrage à l'aplomb des ondulations, radialement à l'extérieur des couches de carcasse constituant l'armature de carcasse.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

5 [0050] Les caractéristiques et autres avantages de l'invention seront mieux compris à l'aide des figures 1 à 5, les dites figures n'étant pas représentées à l'échelle mais de façon simplifiée, afin de faciliter la compréhension de l'invention :

- La figure 1 est une partie de pneumatique, en particulier son architecture, sa bande de roulement et un sillon circonférentiel (25) et une nervure (26).
- 10 • la figure 2 représente une coupe méridienne du sommet d'un pneumatique selon l'invention avec une ondulation sous une nervure (26) et illustre les différentes distances radiales d_0 , d_1 , D , d_u , d_c et une gomme de bourrage (6) propre à créer une ondulation (412) de la couche de travail la plus radialement extérieure.
- 15 • la figure 3 représente une coupe méridienne du sommet d'un pneumatique selon l'invention avec une ondulation sous chaque nervure (26), chaque nervure pouvant être d'épaisseur radiale et de largeur axiale différente, ainsi que la distance radiale d_f .
- 20 • la figure 4 représente une coupe méridienne du sommet d'un pneumatique selon l'invention avec une ondulation sous chaque nervure (26), les plus axialement proches du plan circonférentiel médian.
- 25 • la figure 5 représente une coupe méridienne du sommet d'un pneumatique selon l'invention avec une ondulation sous certaines nervures (26), les gommes de bourrages étant toutes radialement intérieures aux couches de travail et radialement extérieure à la couche de carcasse (8) constituant l'armature de carcasse.

[0051] De nombreuses combinaisons d'agencement et de dimension des ondulations sous les nervures, sont possibles. Les figures et la description ne sauraient toutes les décrire explicitement.

DESCRIPTION DETAILLEE DES DESSINS

- [0052] La figure 1 représente une vue en perspective d'une partie du sommet d'un pneumatique. A chaque plan méridien est associé un repère cartésien (XX', YY', ZZ'). Le pneumatique comporte une bande de roulement 2 destinée à entrer en contact avec un sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement 21. Dans la bande de roulement, sont disposées des rainures et des sillons circonférentiels 25 de largeur W possiblement différentes d'un sillon à l'autre, ayant chacune des profils principaux 241 et 242 et une face de fond 243. Le pneumatique comprend en outre une armature de sommet 3 comprenant une armature de travail 4 et ici pour l'exemple, une armature de frettage 5. L'armature de travail comprend au moins une couche de travail et ici pour l'exemple deux couches de travail 41 et 42 comprenant chacune des éléments de renforcement parallèles entre eux. Est représentée également la surface radialement extérieure SRE de la couche de travail 41 la plus radialement extérieure.
- [0053] La figure 2 représente schématiquement la coupe méridienne du sommet du pneumatique selon l'invention. Elle illustre en particulier une ondulation de la couche de travail la plus radialement extérieure 41 et une gomme de bourrage 6 disposée à l'aplomb de celle-ci. La figure 2 illustre également les distances radiales suivantes :
- D : la profondeur d'une rainure, distance radiale maximale entre la surface de roulement 21 et la face de fond 243 du sillon circonférentiel 25,
 - dc : distance radiale entre la surface radialement extérieure SRE de la couche de travail 41 la plus radialement extérieure et la surface de roulement 21, distance à l'aplomb du centre de la face de fond 243 du sillon circonférentiel 25 la plus proche de ladite ondulation 412.
 - df : la distance radiale entre la surface de roulement (21) et le point le plus radialement extérieur du témoin d'usure (7).
 - do : la distance radiale entre la surface radialement extérieure SRE de la couche de travail 41 la plus radialement extérieure et la surface de roulement au niveau de l'ondulation 412.

- du : la distance radiale minimale entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche la plus radialement extérieure de l'armature de sommet 3 et la surface de roulement 21.
- d1 : la distance radiale entre la surface radialement extérieure SRE de la couche de travail la plus radialement extérieure 41 et la face de fond 243 des sillons circonférentiels 25.

5

10

[0054] La figure 3 représente schématiquement la coupe méridienne du sommet du pneumatique selon l'invention. Elle illustre en particulier d_f : la distance radiale entre la surface de roulement 21 et le point le plus radialement extérieur du témoin d'usure 7.

15

20

[0055] Une coupe méridienne du pneumatique est obtenue par découpage du pneumatique selon deux plans méridiens. Cette coupe sert à déterminer les différentes distances radiales, le centre des faces de fond des rainures et des sillons.

[0056] L'invention a été réalisée sur un pneumatique A de dimension 305/30 ZR20 destiné à équiper un véhicule de tourisme. Les profondeurs D des rainures de la sculpture sont comprises entre 4 et 7 mm et égale à 7 mm pour les sillons circonférentiels, pour des largeurs W variables pour les rainures et égales à 15 mm pour les sillons. L'armature sommet est composée de deux couches de travail dont les éléments de renforcement font un angle de + ou - 38° avec la direction circonférentielle et d'une couche de fretage dont les éléments de renforcement font un angle de + ou - 3° avec la direction circonférentielle. Les éléments de renforcement de la couche de travail, sont des câbles métalliques continus.

25

30

[0057] La couche de travail la plus radialement extérieure est ondulée sous les 5 nervures de la bande de roulement. La distance radiale (d_o) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure et la surface de roulement est inférieure de 2 mm à la distance radiale (d_c) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure et la surface de roulement, distance à l'aplomb du centre de la face de fond (243) du sillon circonférentiel (25) le plus proche de l'ondulation pour les 3 nervures axialement intérieures et 1 mm pour les 2 nervures les plus axialement intérieures. De même la largeur axiale des ondulations est égale à 21 mm pour les 3 nervures axialement intérieures et égale

à 7 mm pour les 2 nervures les plus axialement extérieures. La distance radiale (d1) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail la plus radialement extérieure (41) et la face de fond (243) des sillons circonférentiels (25), est comprise entre 2 mm et 3,5 mm.

5 [0058] Les ondulations sont créées à l'aide de gommages de bourrages disposées à l'aplomb des 5 nervures de la bande de roulement. Ces gommages de bourrage sont radialement extérieures à la couche de carcasse et radialement intérieures aux deux couches de travail assurant par cette disposition une géométrie plane sous le sommet, optimale de la couche de carcasse et un couplage optimal des dites
10 couches de travail.

[0059] Les pneumatiques A ont été comparés avec les pneumatiques B de même dimension, possédant les mêmes caractéristiques à cela près que les couches de travail n'étaient pas ondulées.

[0060] Le mélange de bourrage utilisé pour créer les ondulations, a une perte
15 dynamique $\tan\delta_1$, mesurée à une température de 10°C et sous une contrainte de 0.7 MPa à 10 Hz, inférieure de 60% à celle du matériau caoutchouteux constitutif de la bande de roulement.

[0061] Le gain en résistance au roulement a été évalué sur une machine standard pour des mesures normalisées ISO 2850 :2009. Les tests montrent un gain de
20 plus 10% par rapport au pneumatique B de référence.

[0062] Par ailleurs, une mesure de la caractéristique Dz du modèle de comportement des pneumatiques, dit Pacejka, bien connue de l'homme de l'art, montre une augmentation de cette caractéristique pour une pression à 2.6b à chaud de 13%. Le gain en adhérence sol sec varie entre 1 et 5% selon les conditions de
25 sollicitation.

[0063] Les pneumatiques ont également été montés sur un véhicule de type sportif et testés sur un circuit virageux propre à générer des efforts de transversaux importants. Un pilote professionnel, formé à l'évaluation des pneumatiques, compare les pneumatiques A selon l'invention et les pneumatiques B selon l'état
30 de la technique et suivant un processus d'essais rigoureux, dans les mêmes conditions de température, de condition de sol de roulage, sans connaître les caractéristiques des pneumatiques testés, en répétant la mesure. Le pilote note les pneumatiques. Dans tous les essais effectués, les pneumatiques A selon

l'invention surclasse les pneumatiques B en terme de comportement véhicule, tenue de route, sur sol sec et en terme d'adhérence. Par ailleurs la performance de comportement est plus constante au cours d'un test de comportement sur véhicule avec un pneumatique selon l'invention qu'avec un pneumatique selon l'état de la technique.

5

REVENDICATIONS

1. Pneumatique (1) pour véhicule comprenant :

- une bande de roulement (2) destinée à entrer en contact avec un sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement (21),
- 5 • la surface de roulement comprenant des rainures, les rainures formant un espace débouchant sur la surface de roulement (21) et étant délimitée par au moins deux faces latérales principales (241, 242) reliées par une face de fond (243),
- 10 • au moins une rainure étant sensiblement circonférentielle, appelée sillon circonférentiel (25) ayant une largeur W définie par la distance entre les deux faces latérales (241, 242), au moins égale à 5 mm et une profondeur D définie par la distance radiale maximale entre la surface de roulement (21) et la face de fond (243), au moins égale à 4 mm,
- 15 • au moins une nervure (26)
- 20 • le pneumatique (1) comprenant en outre une armature de sommet (3), radialement intérieure à la bande de roulement (2), comprenant une armature de travail (4),
- 25 • l'armature de travail (4) comprenant au moins une couche de travail (41, 42),
- 30 • la au moins une couche de travail (41) s'étendant radialement depuis une surface radialement intérieure (SRI) jusqu'à une surface radialement extérieure (SRE),
- 35 • la au moins une couche de travail (41) comprenant des éléments de renforcement (411), continus d'un bord axialement extérieur de la couche de travail au bord axialement extérieur opposé, au moins partiellement métalliques enrobés par un matériau élastomérique, parallèles entre eux et formant avec la direction circonférentielle (XX') du pneumatique, un angle orienté dont la valeur absolue est au moins égale à 15° et au plus égale à 50°,
- 40 **caractérisé en ce que**, la couche de travail (41) la plus radialement extérieure comprend au moins une ondulation (412) à l'aplomb d'une nervure (26),

5 **en ce que** la au moins une ondulation (412) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure est telle que la portion de la couche de travail (41) de l'ondulation (412) est radialement extérieure aux points de la couche de travail (41) à l'aplomb du centre de la face de fond (243) du sillon (25) le plus proche de ladite ondulation (412),

10 **en ce que** l'au moins une ondulation (412) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure est telle qu'à l'aplomb de la nervure (26) de la surface de roulement (21) comprenant une ondulation (412), la distance radiale minimale (d_o), entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure à la surface de roulement (21), est inférieure d'au moins 1 mm à la distance radiale (d_c) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure et la surface de roulement (21), distance à l'aplomb du sillon (25) le plus proche de l'ondulation (412) considérée,

15 **et en ce que** la distance radiale minimale (d_u) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche la plus radialement extérieure de l'armature de sommet (3) et la surface de roulement (21) est au plus égale à la profondeur D du sillon circonférentiel (25) le plus proche augmentée de 2 mm.

20 2. Pneumatique selon la revendication 1 **dans lequel** à l'aplomb d'au moins une nervure (26) de la surface de roulement (21) comprenant une ondulation (412), la distance radiale minimale (d_o) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure et la surface de roulement (21) est inférieure d'au moins 1.5 mm, préférentiellement 2 mm, à la distance radiale (d_c) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure et la surface de roulement (21), distance à l'aplomb du sillon circonférentiel (25) le plus proche de l'ondulation (412) considérée.

25 3. Pneumatique selon l'une ou l'autre des revendications 1 ou 2 **dans lequel** à l'aplomb d'au moins une nervure (26) de la surface de roulement (21) comprenant
30 une ondulation (412), la distance radiale (d_o) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure et la surface de roulement (21) est inférieure d'au plus 5 mm, préférentiellement 3 mm, à la distance radiale (d_c) entre les points de la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure et la surface de

- roulement (21), distance à l'aplomb du sillon circonférentiel (25) le plus proche de l'ondulation (412) considérée.
4. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 **dans lequel** la distance radiale (d_1) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche de travail la plus radialement extérieure (41) et la face de fond (243) des sillons circonférentiels (25), est au moins égale à 1 mm et au plus égale à 5 mm, préférentiellement au moins égale à 2 mm et au plus égale à 4 mm.
5. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 **dans lequel**, une ondulation (412) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure est présente à l'aplomb de toutes les nervures (26) de la surface de roulement (21).
6. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 **dans lequel**, une ondulation (412) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure est présente uniquement à l'aplomb des nervures (26) de la surface de roulement (21) les plus proches axialement du plan circonférentiel médian, de part et d'autre de ce plan.
7. Pneumatique disposant de témoins d'usure selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 **dans lequel** la distance radiale (d_u) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche la plus radialement extérieure de l'armature de sommet (3) et la surface de roulement (21) est au moins égale à la distance radiale (d_f) entre la surface de roulement (21) et le point le plus radialement extérieur des témoins d'usure (7).
8. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **dans lequel** la distance radiale minimale (d_u) entre la surface radialement extérieure (SRE) de la couche la plus radialement extérieure de l'armature de sommet (3) et la surface de roulement (21) est au moins égale à la profondeur D du sillon circonférentiel (25) le plus proche diminuée de 2 mm.
9. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 **dans lequel** la profondeur D du au moins un sillon circonférentiel (25) est au moins égale à 6 mm, et au plus égale à 20 mm.
10. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 **dans lequel** la couche de l'armature de travail la plus radialement extérieure est constituée d'éléments de renforcement en textile, de préférence de type polyamide aliphatique, polyamide aromatique, combinaison de polyamide aliphatique et de

polyamide aromatique, polytéraphthalate d'éthylène ou rayonne, parallèles entre eux et formant, avec la direction circonférentielle (XX') du pneumatique, un angle B au plus égal à 10° en valeur absolue.

- 5 11. Pneumatique, selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 dans lequel, au moins une gomme de bourrage (6) d'une épaisseur radiale au moins égale à 0.3 mm est à l'aplomb de toute ondulation (412) de la couche de travail (41) la plus radialement extérieure.
- 10 12. Pneumatique selon la revendication 11, la bande de roulement (2) étant constituée par un mélange caoutchouteux, **dans lequel** la gomme de bourrage (6) est un mélange caoutchouteux ayant une perte dynamique $\tan\delta_1$, mesurée à une température de 10°C et sous une contrainte de 0.7 MPa à 10 Hz, au plus égale et préférentiellement inférieure de 30% à la perte dynamique $\tan\delta_2$ du matériau caoutchouteux constitutif de la bande de roulement (2), mesurée à une température de 10°C et sous une contrainte de 0.7 MPa à 10 Hz.
- 15 13. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 **dans lequel**, l'armature de sommet consiste en 2 nappes de travail ayant des angles opposés et une nappe de frettage.
- 20 14. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 11 à 13 **dans lequel**, les gommes de bourrage (6) sont radialement intérieures à toutes les couches de travail (41, 42) de l'armature de travail (4).

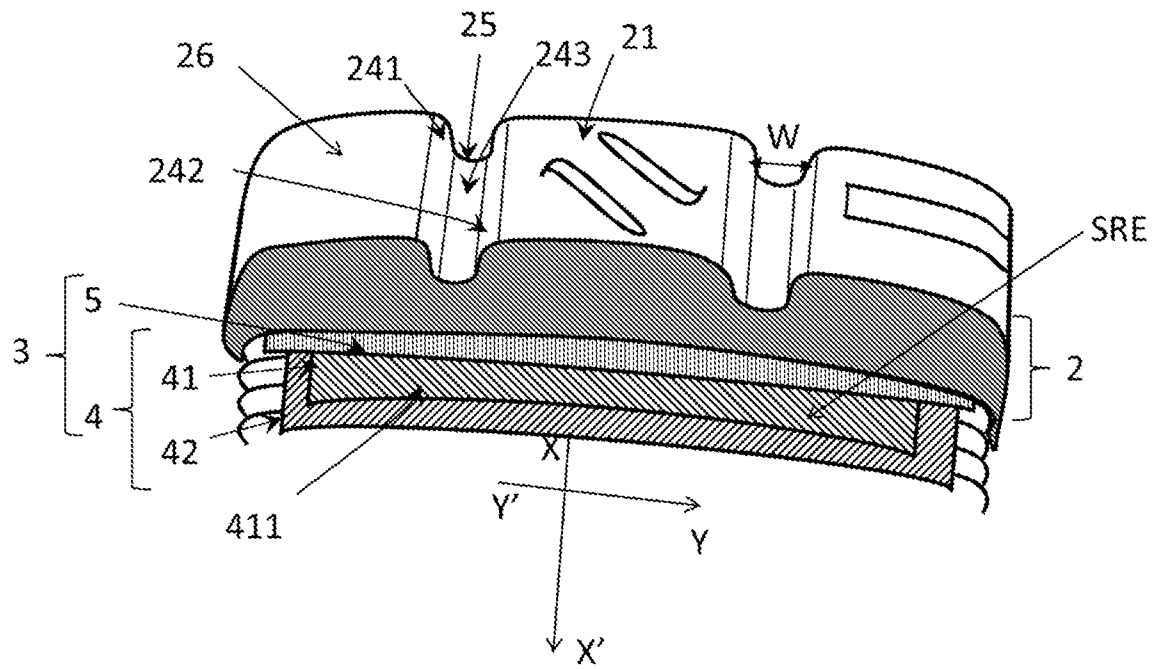


Figure 1

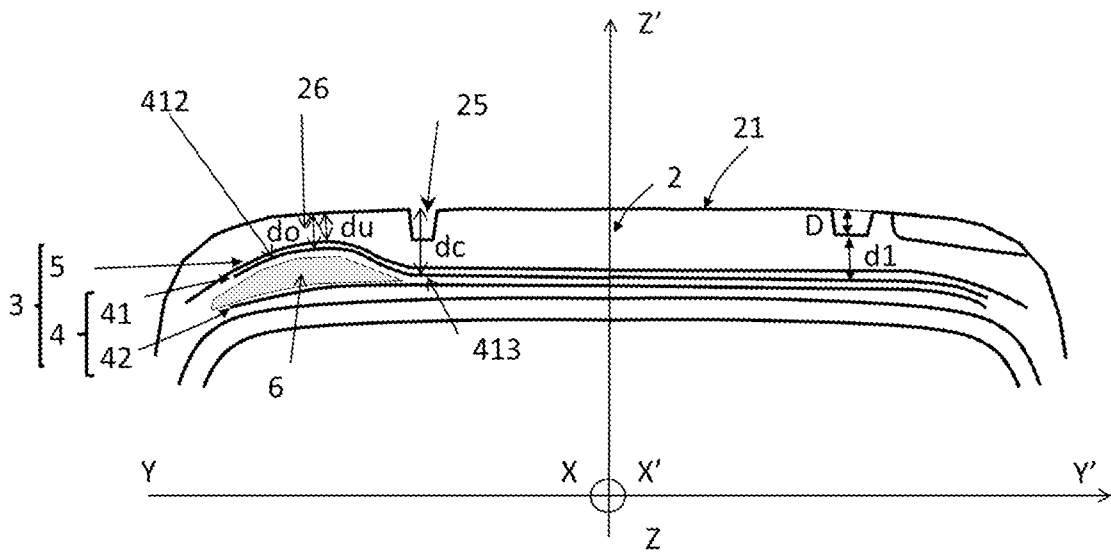


Figure 2

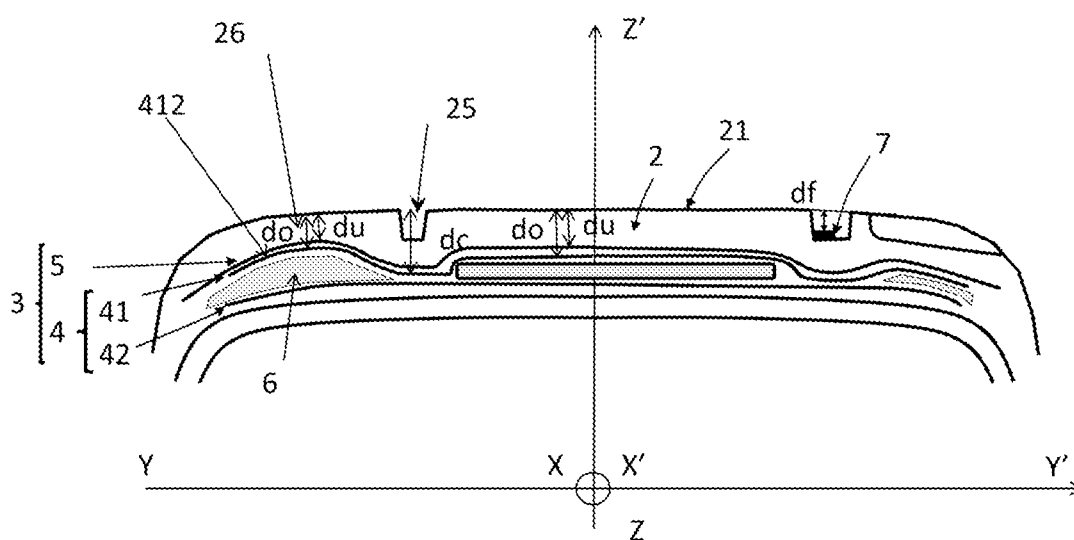


Figure 3

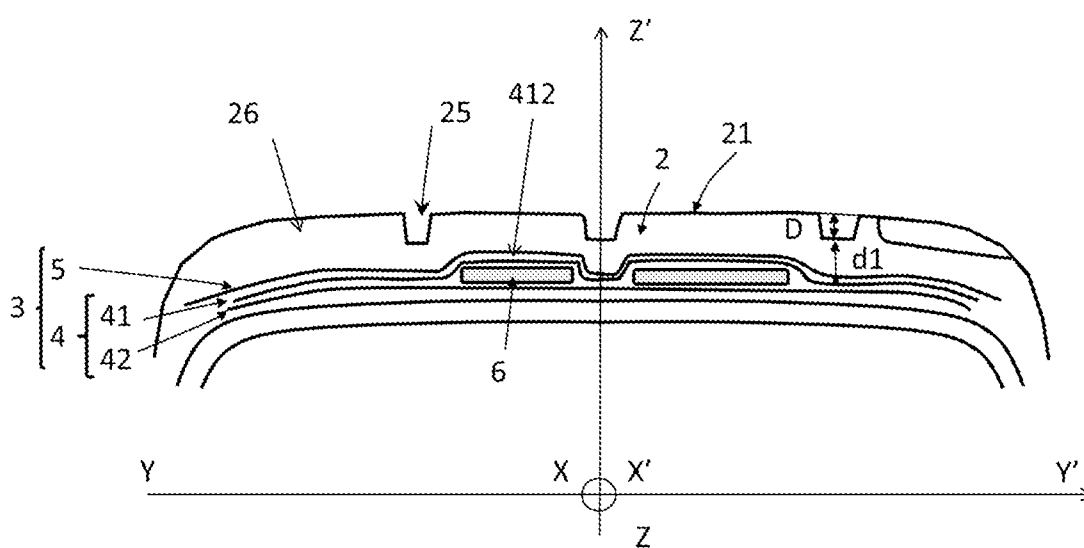


Figure 4

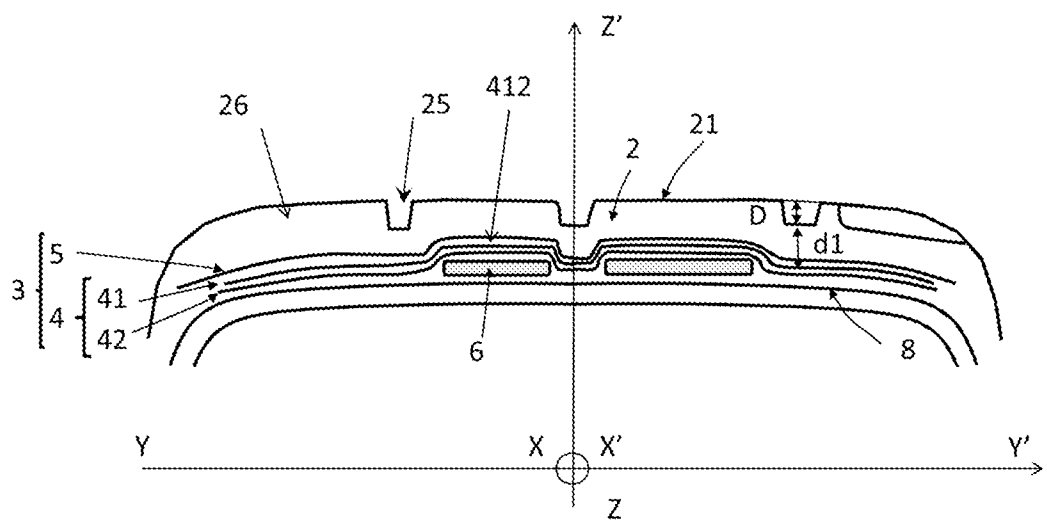


Figure 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/052887

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60C9/20 B60C9/24 B60C9/18 B60C11/00
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.
X Y	JP S63 151503 A (BRIDGESTONE CORP) 24 June 1988 (1988-06-24) abstract; figure 1	1-4,7-9, 11,13 5,6,12, 14
X	----- EP 1 338 441 A1 (BRIDGESTONE CORP [JP]) 27 August 2003 (2003-08-27) paragraphs [0029], [0033], [0034]; figures 2-4	1,2,5,7, 9,10,13
Y	----- WO 2013/053879 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; DOMINGO ALAIN [FR]; BESS) 18 April 2013 (2013-04-18) paragraph [0140]; claim 1; figure 1 ----- -/-	12



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

15 December 2017

Date of mailing of the international search report

05/01/2018

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

Carneiro, Joaquim

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/052887

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012/069603 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; BECHON HERVE [FR]; F0) 31 May 2012 (2012-05-31) paragraph [0070]; figures 1,4 -----	12
Y	FR 1 290 231 A (KLEBER COLOMBES) 13 April 1962 (1962-04-13) pages 3,4; figures 5-8,16 -----	5,6,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/052887

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP S63151503	A	24-06-1988	NONE
EP 1338441	A1	27-08-2003	DE 60120467 T2 11-01-2007 EP 1338441 A1 27-08-2003 ES 2266311 T3 01-03-2007 JP 4107961 B2 25-06-2008 JP W02002042094 A1 25-03-2004 US 2003173011 A1 18-09-2003 WO 0242094 A1 30-05-2002
WO 2013053879	A1	18-04-2013	BR 112014008926 A2 25-04-2017 CN 103874588 A 18-06-2014 EP 2766201 A1 20-08-2014 FR 2981298 A1 19-04-2013 JP 2014528384 A 27-10-2014 RU 2014118772 A 20-11-2015 US 2014251521 A1 11-09-2014 WO 2013053879 A1 18-04-2013
WO 2012069603	A1	31-05-2012	BR 112013011281 A2 01-11-2016 CN 103228465 A 31-07-2013 EA 201390773 A1 30-09-2013 EP 2643171 A1 02-10-2013 FR 2967940 A1 01-06-2012 JP 6014043 B2 25-10-2016 JP 2013543815 A 09-12-2013 US 2013340905 A1 26-12-2013 WO 2012069603 A1 31-05-2012
FR 1290231	A	13-04-1962	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052887

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60C9/20 B60C9/24 B60C9/18 B60C11/00 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
X	JP S63 151503 A (BRIDGESTONE CORP) 24 juin 1988 (1988-06-24)	1-4,7-9, 11,13
Y	abrégé; figure 1	5,6,12, 14
X	EP 1 338 441 A1 (BRIDGESTONE CORP [JP]) 27 août 2003 (2003-08-27) alinéas [0029], [0033], [0034]; figures 2-4	1,2,5,7, 9,10,13
Y	WO 2013/053879 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; DOMINGO ALAIN [FR]; BESS) 18 avril 2013 (2013-04-18) alinéa [0140]; revendication 1; figure 1	12
	-/--	
☒ 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 15 décembre 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 05/01/2018
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 Carneiro, Joaquim

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 2012/069603 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; BECHON HERVE [FR]; F0) 31 mai 2012 (2012-05-31) alinéa [0070]; figures 1,4 -----	12
Y	FR 1 290 231 A (KLEBER COLOMBES) 13 avril 1962 (1962-04-13) pages 3,4; figures 5-8,16 -----	5,6,14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052887

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP S63151503	A	24-06-1988	AUCUN	
EP 1338441	A1	27-08-2003	DE 60120467 T2	11-01-2007
			EP 1338441 A1	27-08-2003
			ES 2266311 T3	01-03-2007
			JP 4107961 B2	25-06-2008
			JP W02002042094 A1	25-03-2004
			US 2003173011 A1	18-09-2003
			WO 0242094 A1	30-05-2002
WO 2013053879	A1	18-04-2013	BR 112014008926 A2	25-04-2017
			CN 103874588 A	18-06-2014
			EP 2766201 A1	20-08-2014
			FR 2981298 A1	19-04-2013
			JP 2014528384 A	27-10-2014
			RU 2014118772 A	20-11-2015
			US 2014251521 A1	11-09-2014
			WO 2013053879 A1	18-04-2013
WO 2012069603	A1	31-05-2012	BR 112013011281 A2	01-11-2016
			CN 103228465 A	31-07-2013
			EA 201390773 A1	30-09-2013
			EP 2643171 A1	02-10-2013
			FR 2967940 A1	01-06-2012
			JP 6014043 B2	25-10-2016
			JP 2013543815 A	09-12-2013
			US 2013340905 A1	26-12-2013
			WO 2012069603 A1	31-05-2012
FR 1290231	A	13-04-1962	AUCUN	