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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
23 mars 2017 (23.03.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/046076 A1

(51) Classification internationale des brevets : *B60C 11/13* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale : PCT/EP2016/071537

(22) Date de dépôt international : 13 septembre 2016 (13.09.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1558524 14 septembre 2015 (14.09.2015) FR

(71) Déposants : **COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN** [FR/FR]; 12 Cours Sablon, 63000 CLERMONT-FERRAND (FR). **MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.** [CH/CH]; Route Louis Braille 10, 1763 GRANGES-PACCOT (CH).

(72) Inventeurs : **PERRIN, Frédéric**; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, 23, place des Carmes-Déchaux, SGD/LG/PI - F35 - Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND Cedex 9 (FR). **PALLOT, Patrick**; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, 23, place des Carmes-Déchaux, SGD/LG/PI - F35 - Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND Cedex 9 (FR).

(74) Mandataire : **BAUVIR, Jacques**; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, 23, place des Carmes-Déchaux, SGD/LG/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, 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, 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.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : TYRE HAVING A TREAD COMPRISING A PERIPHERAL REINFORCEMENT

(54) Titre : PNEUMATIQUE AVEC UNE BANDE DE ROULEMENT COMPORTANT UN RENFORCEMENT CIRCONFERENTIEL

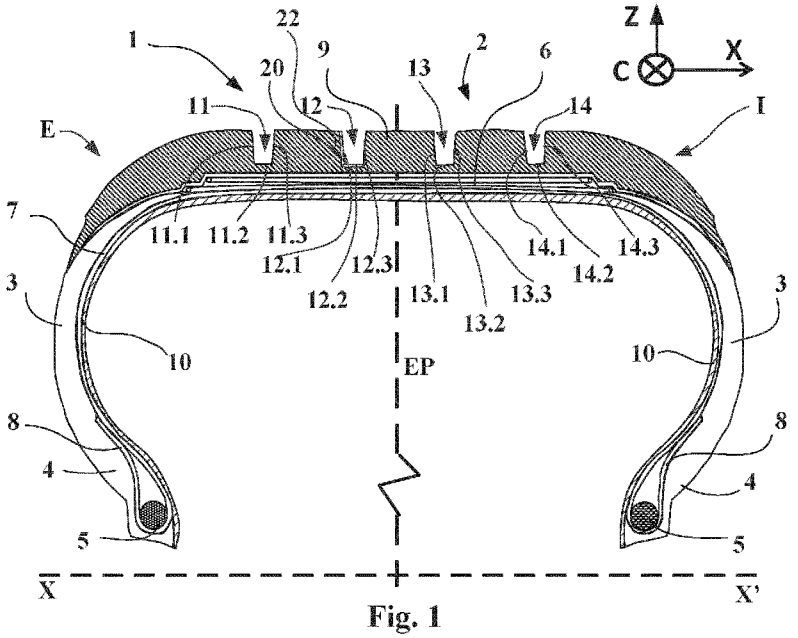


Fig. 1

(57) Abstract : The invention relates to a tyre (1), the tread (9) of which comprises a peripheral reinforcement (20) consisting of a material of a higher rigidity than that of the rubber mixture of the rest of the tread, the tyre having an outer side E and an inner side I, the peripheral reinforcement (20) comprising a reinforcement layer placed in the tread pattern blocks arranged axially on the outside in relation to one of the first (11) and second (12) peripheral grooves of the tread, from the outside inwards and axially close to said peripheral groove.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2017/046076 A1

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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 (1) dont la bande de roulement (9) comporte un renforcement circonférentiel (20) constitué d'un matériau de rigidité supérieure à la rigidité du mélange caoutchouteux du reste de la bande de roulement, le pneumatique ayant un côté extérieur E et un côté intérieur I, le renforcement circonférentiel (20) comportant une couche de renforcement placée dans les blocs de sculpture disposés axialement extérieurement relativement à l'une des première (11) et deuxième (12) rainures circonférentielles de la bande de roulement en allant de l'extérieur vers l'intérieur et axialement à proximité de ladite rainure circonférentielle.

PNEUMATIQUE AVEC UNE BANDE DE ROULEMENT COMPORTANT UN RENFORCEMENT CIRCONFERENTIEL

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention est relative aux pneumatiques, et plus particulièrement à un pneumatique dont les performances d'adhérence sont améliorées.

[0002] De façon générale, un pneumatique est un objet ayant une géométrie de révolution par rapport à un axe de rotation. Un pneumatique comprend deux bourrelets destinés à être montés sur une jante ; il comprend également deux flancs reliés aux bourrelets, un sommet comportant une bande de roulement destinée à entrer en contact avec le sol, le sommet ayant un premier côté relié à l'extrémité radialement extérieure de l'un des deux flancs et ayant un deuxième côté relié à l'extrémité radialement extérieure de l'autre des deux flancs.

[0003] La constitution du pneumatique est usuellement décrite par une représentation de ses constituants dans un plan méridien, c'est-à-dire un plan contenant l'axe de rotation du pneumatique. Les directions radiale, axiale et circonférentielle désignent respectivement les directions perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique, parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et perpendiculaire à tout plan méridien. Dans ce qui suit, les expressions « radialement », « axialement » et « circonférentiellement » signifient respectivement « selon une direction radiale », « selon la direction axiale » et « selon une direction circonférentielle » du pneumatique. Les expressions « radialement intérieur, respectivement radialement extérieur » signifient « plus proche, respectivement plus éloigné, de l'axe de rotation du pneumatique, selon une direction radiale ». Le plan équatorial est un plan perpendiculaire à l'axe de révolution du pneumatique, positionné axialement de façon à couper la surface de la bande de roulement sensiblement à mi-distance des bourrelets. Les expressions « axialement intérieur, respectivement axialement extérieur » signifient « plus proche, respectivement plus éloigné, du plan équatorial du pneumatique, selon la direction axiale ».

État de la technique

[0004] De manière connue, la bande de roulement d'un pneumatique est pourvue d'une sculpture comprenant notamment des blocs de sculpture délimités par diverses rainures principales, longitudinales ou circonférentielles, axiales ou encore obliques, les blocs de sculpture pouvant en outre comporter diverses incisions ou lamelles plus fines. Les rainures constituent des canaux destinés à évacuer l'eau lors d'un roulage sur sol mouillé ; les parois de ces rainures définissent également les bords des blocs de sculptures ; en fonction de l'orientation des forces auxquelles est soumis un pneumatique en roulage, on parle de bord d'attaque d'un bloc de sculpture lorsque la force est orientée vers le centre du bloc, le bord de fuite d'un bloc de sculpture étant le bord opposé.

[0005] Pour améliorer l'adhérence d'un pneumatique, et plus particulièrement pour l'adhérence sur sol sec et sur sol humide, il est bien connu de diminuer la rigidité ou la dureté du mélange caoutchouteux constituant de la bande de roulement. Cette diminution de rigidité de la bande de roulement permet à celle-ci de mieux épouser la surface rugueuse du sol de roulage, en conséquence la surface réelle de contact avec le sol de roulage est augmentée et la performance d'adhérence améliorée par rapport à une bande de roulement dont le mélange caoutchouteux est plus rigide.

[0006] Cependant, l'utilisation d'un mélange caoutchouteux de bande de roulement moins rigide favorise le cisaillement des blocs de sculpture lorsque le pneumatique doit s'opposer à une force orientée axialement, ce qui provoque le basculement des blocs de sculpture ; et cela génère de fortes surpressions sur les bords d'attaque des blocs de sculpture ; ces fortes surpressions, à leur tour, génèrent des échauffements très importants.

[0007] Ces surpressions et ces échauffements peuvent contribuer à un endommagement très rapide de la bande de roulement du pneumatique et à une exploitation non optimale du potentiel d'adhérence du mélange de la bande de roulement.

[0008] Pour améliorer la performance d'adhérence des pneumatiques en stabilisant les blocs de sculpture, le document EP 2 708 382 A1 propose un pneumatique dont la bande de roulement comprend un renforcement circonférentiel constitué d'un matériau de rigidité supérieure à la rigidité du mélange du reste de la bande de roulement.

[0009] Ce pneumatique est tel que le renforcement circonférentiel comporte un élément de renforcement placé sous chaque rainure circonférentielle et s'étendant radialement de la surface radialement intérieure de la bande de roulement jusqu'à former la totalité du fond de la rainure ainsi qu'au moins une partie des deux faces latérales de chaque rainure.

[0010] L'état de la technique connait aussi le docuement WO 2015/100029 qui propose un pneumatique dont la bande de roulement comprend une couche de renforcement disposée proche de la surface et partout sous la surface, constituée d'un matériau de rigidité supérieure à la rigidité du mélange du reste de la bande de roulement. Cependant, cela n'est pas favorable à l'obtention d'une résistance au roulement aussi faible que possible en raison d'une plus grande dissipation d'énergie pour mettre à plat la bande de roulement lors du passage dans l'aire de contact sur le sol, mais surtout c'est dévorable à l'adhérence lorsque, après usure, la couche de renforcement est en contact de plus en plus important avec le sol, toutes autres choses égales par ailleurs.

[0011] Cependant, on constate une augmentation sensible de la résistance au roulement par rapport à un pneumatique dépourvu d'un tel renforcement, toutes autres choses égales par ailleurs.

Description brève de l'invention

[0012] L'invention a pour objet un pneumatique ayant un axe de rotation et un plan équatorial perpendiculaire à l'axe de rotation, et comprenant deux bourrelets, deux flancs reliés aux bourrelets, un sommet relié aux extrémités des deux flancs, le sommet ayant une armature de sommet et une bande de roulement radialement extérieure, la bande de roulement comprenant une pluralité de blocs de sculpture avec des faces latérales et une face de contact destinée à venir en contact avec la chaussée pendant le roulage du pneumatique ; une pluralité de rainures circonférentielles chacune délimitée par des faces latérales de blocs de sculpture adjacents, en vis-à-vis l'une par rapport à l'autre, et délimitée par un fond ; un renforcement circonférentiel constitué d'un matériau de rigidité supérieure à la rigidité du mélange caoutchouteux du reste de la bande de roulement ; le pneumatique ayant un côté extérieur et un côté intérieur, le renforcement circonférentiel

comporte une couche de renforcement placée dans les blocs de sculpture disposés axialement extérieurement relativement à l'une des première et deuxième rainures circonférentielles de la bande de roulement en allant de l'extérieur vers l'intérieur et axialement à proximité de ladite rainure circonférentielle ; dans lequel la couche de renforcement comporte une partie haute s'étendant radialement du fond de ladite rainure jusqu'au moins la demi hauteur de ladite face latérale adjacente de ladite rainure, ladite partie haute étant prolongée par une base placée radialement entre la surface radialement extérieure de ladite armature de sommet et ledit fond de ladite rainure circonférentielle et s'étendant axialement sur une distance supérieure à la demi-largeur axiale dudit fond de ladite rainure circonférentielle ; la largeur axiale de la partie haute de la couche de renforcement est sensiblement constante et les blocs de sculpture disposés axialement intérieurement relativement à ladite première rainure circonférentielle ne comportent pas de couches de renforcement disposées à proximité des faces axialement intérieures de ladite rainure.

[0013] La couche de renforcement circonférentiel disposé ainsi sur le bord de fuite des blocs de sculpture les plus sollicités du côté extérieur de la bande de roulement du pneumatique lors d'un roulage rapide en virage s'oppose par sa forte raideur en compression et en cisaillement au cisaillement et au basculement de ces blocs de sculpture et permet ainsi de conserver une surface de contact avec le sol de roulage importante, de limiter les surpressions sur le bord d'attaque de la nervure ou des blocs de sculpture et ainsi de limiter les échauffements ainsi que l'usure rapide du bord d'attaque de la nervure. La présence d'une couche de renforcement pour une seule rainure permet déjà d'obtenir une amélioration sensible des performances d'adhérence axiale des pneumatiques d'un véhicule.

[0014] Il est très avantageux que les blocs de sculpture disposés axialement intérieurement relativement à la première rainure circonférentielle ne comportent pas de couches de renforcement disposées à proximité des faces axialement intérieures de cette rainure. En effet, la présence de telles couches de renforcement sur le bord d'attaque de la deuxième nervure de la bande de roulement est susceptible d'entraîner une dégradation des propriétés d'adhérence du pneumatique et du véhicule en raison de la rigidité élevée du

matériau de ces couches de renforcement lorsque ces couches de renforcement entrent en contact avec le sol de roulage.

[0015] Il est aussi à noter que la réduction du volume de gomme de haute rigidité entraîne une diminution sensible de la résistance au roulement du pneumatique relativement aux pneumatiques divulgués par le document EP 2 708 382 A1 cité.

[0016] De préférence, le renforcement circonférentiel comporte deux couches de renforcement placées respectivement dans les blocs de sculpture adjacents extérieurement à la première et à la deuxième rainure circonférentielle de la bande de roulement en allant de l'extérieur vers l'intérieur et axialement à proximité desdites première et deuxième rainures circonférentielles.

[0017] Cela renforce l'effet favorable en termes d'adhérence.

[0018] Avantageusement, la bande de roulement ayant au moins trois rainures circonférentielles, le renforcement circonférentiel comporte aussi une couche de renforcement placée dans les blocs de sculpture adjacents extérieurement à la troisième rainure circonférentielle de la bande de roulement en allant de l'extérieur vers l'intérieur et axialement à proximité de ladite troisième rainure circonférentielle.

[0019] Le renforcement circonférentiel peut aussi avantageusement comporter des couches de renforcement placées dans tous les blocs de sculpture adjacents extérieurement à une rainure circonférentielle.

[0020] Selon un mode de réalisation avantageux, le renforcement circonférentiel comporte une couche de renforcement placée dans les blocs de sculpture adjacents intérieurement à la rainure circonférentielle la plus proche axialement du côté intérieur du pneumatique.

[0021] Cela permet de stabiliser les blocs de sculpture du côté intérieur du pneumatique lorsque ce côté intérieur est sollicité en tant que bord d'attaque en virage. On retrouve ainsi le même effet anti basculement et anti cisaillement lié à la forte rigidité de compression de la couche de renforcement.

[0022] Selon un exemple de réalisation avantageux, la bande de roulement comportant au moins quatre rainures circonférentielles, le renforcement circonférentiel comporte deux couches de renforcement placées respectivement dans les blocs de sculpture adjacents intérieurement à la première et à la deuxième rainure circonférentielle de la bande de roulement en allant de l'intérieur vers l'extérieur et axialement à proximité desdites première et deuxième rainures circonférentielles.

[0023] Selon un autre mode de réalisation avantageux, les couches de renforcement circonférentielles sont disposées de façon symétrique relativement au plan équatorial du pneumatique.

[0024] Selon un exemple de réalisation particulier, la bande de roulement ayant une rainure circonférentielle traversée par le plan équatorial, deux couches de renforcement circonférentielles sont disposées axialement à proximité et de part et d'autre de la rainure circonférentielle traversée par le plan équatorial.

[0025] Selon un mode de réalisation avantageux, la base de la ou les couches de renforcement circonférentielles s'étend axialement sous le fond de la rainure circonférentielle adjacente.

[0026] Cette base peut aussi, dans un mode de réalisation alternatif, s'étendre axialement dans la direction opposée au fond de la rainure circonférentielle adjacente.

[0027] Il est aussi possible à cette base de s'étendre axialement sous le fond et dans la direction opposée au fond de la rainure circonférentielle adjacente.

[0028] Cela renforce l'effet de stabilisation des nervures et blocs de sculpture les plus sollicitées.

[0029] Selon un mode de réalisation préférentiel, la partie haute de la couche de renforcement circonférentielle peut constituer au moins une partie d'une face latérale de rainure circonférentielle.

[0030] Selon un mode de réalisation alternatif, la partie haute de la couche de renforcement circonférentielle est disposée à une distance axiale de 0,5 à 5 mm et préférentiellement de 1 à 3 mm de la face latérale de la rainure circonférentielle adjacente.

[0031] Ce mode de réalisation permet de ne pas perturber le moulage des rainures circonférentielles de la bande de roulement tout en conservant un effet sensible d'amélioration des performances d'adhérence axiale des pneumatiques d'un véhicule.

[0032] La base des couches de renforcement circonférentielles peut constituer au moins une partie du fond des rainures circonférentielles adjacentes.

[0033] Cette base peut aussi, selon un mode de réalisation alternatif, être en contact avec la surface radialement extérieure de l'armature de sommet.

[0034] Ce mode de réalisation a l'avantage de renforcer l'ancrage de la couche de renforcement circonférentielle dans la bande de roulement et ainsi l'effet anti basculement et anti-cisaillement de cette couche.

[0035] De préférence, la raideur en compression d'une couche de renforcement circonférentielle est supérieure à 300 N/cm et de préférence supérieure à 800 N/cm. Ces valeurs de raideur en compression sont suffisantes pour obtenir un effet d'amélioration sensible de la performance d'adhérence en virage d'un pneumatique.

[0036] Selon la nature du matériau constituant de la couche de renforcement, l'épaisseur axiale de la partie haute de celle-ci peut être comprise entre 0,1 et 2 mm.

[0037] Il est aussi avantageux de disposer cette partie haute des couches de renforcement circonférentielles avec un angle de dépouille supérieur à 5 degrés.

[0038] Ce positionnement avec un angle de dépouille sensible permet de renforcer l'effet anti-cisaillement de la couche de renforcement.

[0039] Avantageusement lorsque le matériau constitutif du renforcement circonférentiel est un mélange caoutchouteux, ce mélange a un module dynamique de cisaillement G* mesuré à 60°C à 10 Hz et sous une contrainte de cisaillement alterné de 0,7 MPa supérieur à 20 MPa et préférentiellement supérieur à 30 MPa.

[0040] Très avantageusement, le mélange caoutchouteux de bande de roulement a un module dynamique de cisaillement G* mesuré à 60°C à 10 Hz et sous une contrainte de cisaillement alterné de 0,7 MPa inférieur ou égal à 1,3 MPa et de préférence inférieur à 1,1 MPa.

[0041] La présence du renforcement circonférentiel permet d'utiliser pleinement les capacités d'adhérence d'un tel mélange de bande de roulement de très faible rigidité.

[0042] Cela est particulièrement utile dans le cas d'un pneumatique pour véhicule de tourisme.

[0043] Selon un autre mode de réalisation avantageux, la bande de roulement comporte deux mélanges distincts disposés axialement l'un au-dessus de l'autre. Le mélange disposé radialement intérieurement est usuellement appelé « sous-couche ». Cette sous-couche peut avoir des propriétés hystérétiques plus favorables que le mélange en contact avec la chaussée ce qui améliore le bilan global de résistance au roulement du pneumatique.

[0044] L'invention concerne plus particulièrement les pneumatiques destinés à équiper des véhicules à moteur de type tourisme, SUV (« *Sports Utility Vehicles* »), deux roues (notamment motos), avions, comme des véhicules industriels choisis parmi camionnettes, « Poids-lourd » - c'est-à-dire métro, bus, engins de transport routier (camions, tracteurs, remorques), véhicules hors-la-route tels qu'engins agricoles ou de génie civil -, autres véhicules de transport ou de manutention.

Description des Figures

[0045] Les objets de l'invention sont maintenant décrits à l'aide du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 représente de manière très schématique (sans respect d'une échelle spécifique), une coupe méridienne d'un pneumatique conforme à un mode de réalisation de l'invention ;
- les figures 2 à 10 présentent en coupe méridienne des bandes de roulement de pneumatiques conformes à différents modes de réalisation de l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0046] La figure 1 représente de manière schématique une coupe méridienne d'un bandage pneumatique ou pneumatique incorporant un renforcement circonférentiel 20 selon un mode de réalisation de l'invention.

[0047] Le pneumatique 1 est asymétrique et a un côté extérieur E destiné à être placé vers l'extérieur d'un véhicule et un côté intérieur I destiné à être placé vers l'intérieur d'un véhicule.

[0048] La figure 1 indique aussi les directions axiale X, circonférentielle C et radiale Z ainsi que le plan équatorial EP (plan perpendiculaire à l'axe XX' de rotation du pneumatique qui est situé à mi-distance des deux bourrelets 4 et passe par le milieu de l'armature de sommet 6).

[0049] Ce pneumatique 1 comporte un sommet 2 renforcé par une armature de sommet ou ceinture 6, deux flancs 3 et deux bourrelets 4, chacun de ces bourrelets 4 étant renforcé avec une tringle 5. L'armature de sommet 6 est surmontée radialement extérieurement d'une bande de roulement caoutchouteuse 9. Une armature de carcasse 7 est enroulée autour des deux tringles 5 dans chaque bourrelet 4, le retournement 8 de cette armature 7 étant par exemple disposé vers l'extérieur du pneumatique 1. L'armature de carcasse 7 est de manière connue en soi constituée d'au moins une nappe renforcée par des câbles dits « radiaux », par exemple textiles ou métalliques, c'est-à-dire que ces câbles sont disposés pratiquement parallèles les uns aux autres et s'étendent d'un bourrelet à l'autre de manière à former un angle compris entre 80° et 90° avec le plan circonférentiel équatorial EP. Une couche étanche (« inner liner ») 10 s'étend d'un bourrelet à l'autre radialement intérieurement relativement à l'armature de carcasse 7.

[0050] La bande de roulement 9 comporte quatre rainures 11, 12, 13 et 14 en allant du côté extérieur E vers le côté intérieur I. Chaque rainure comporte une face extérieure 11.1, 12.1, 13.1 et 14.1, un fond de rainure 11.2, 12.2, 13.2 et 14.2 et une face intérieure 11.3, 12.3, 13.3 et 14.3.

[0051] Cette bande de roulement 9 comporte aussi un renforcement circonférentiel 20 constitué d'une couche de renforcement 22 disposée de façon adjacente à la paroi extérieure 12.1 de la deuxième rainure 12. Cette couche de renforcement 20, dans l'exemple présenté, constitue la paroi extérieure 12.1 de la rainure 12 ainsi que le fond 12.2 de cette rainure 12.

[0052] Le renforcement circonférentiel 20 s'oppose au basculement et au cisaillement de la nervure adjacente extérieurement à la nervure 12 lors de fortes sollicitations axiales du pneumatique orientées axialement de l'extérieur vers l'intérieur par exemple lors d'un virage du véhicule sur lequel est monté le pneumatique en direction du côté intérieur du pneumatique.

[0053] Les figures 2 à 8 présentent des coupes radiales de bandes de roulement selon différents modes de réalisation de l'invention dans le cas de sculptures à trois ou quatre rainures circonférentielles.

[0054] La bande de roulement 30 de la figure 2 comporte trois rainures 11, 12 et 13 ainsi qu'un renforcement circonférentiel 32 comprenant deux couches de renforcement circonférentiel 34 et 36. La couche de renforcement circonférentiel 34 est disposée comme à la figure 1 de façon adjacente à la paroi extérieure 12.1 de la deuxième rainure 12. La couche de renforcement circonférentiel 34 comporte une partie haute 341 et une base 342. La partie haute 341 de cette couche de renforcement circonférentiel 34 s'appuie contre la paroi axialement extérieure 12.1 de la rainure 12 et constitue l'ensemble de cette paroi extérieure 12.1. La base 342 prolonge la partie haute 341 et s'étend axialement sous le fond 12.2 sur au moins la moitié de la largeur axiale de ce fond. La base 342 constitue ici une partie du fond 12.2 de la rainure 12.

[0055] La couche de renforcement circonférentiel 36 additionnelle est disposée de façon adjacente à la paroi extérieure 11.1 de la première rainure 11. Comme la couche de renforcement circonférentiel 34, la partie haute 361 constitue l'ensemble de la paroi extérieure 1.1. La base 362 s'étend axialement sous le fond 12.1 sur plus de la largeur axiale de ce fond.

[0056] La couche de renforcement circonférentiel 36 s'oppose par sa présence au cisaillement et au basculement des blocs de sculpture adjacents extérieurement à la première rainure 11 et coopère ainsi à l'action de la couche de renforcement circonférentiel 34 lors de sollicitations axiales fortes du pneumatique.

[0057] La bande de roulement 40 de la figure 3 comporte trois rainures 11, 12 et 13 ainsi qu'un renforcement circonférentiel 42. Ce renforcement circonférentiel 42 comprend trois couches de renforcement circonférentiels 44, 46 et 48. La couche de renforcement circonférentiel additionnelle 48 relativement au renforcement circonférentiel 32 est disposée de façon adjacente à la paroi extérieure 13.1 de la troisième rainure. Les trois couches de renforcement circonférentiels de cette bande de roulement coopèrent pour s'opposer aux basculements et au cisaillements des blocs de sculptures adjacents extérieurement aux trois rainures lors de sollicitations axiales fortes orientées de l'extérieur vers l'intérieur.

[0058] Dans l'exemple présenté à la figure 3, la base 442 de la couche de renforcement circonférentiel 44 constitue une partie du fond 12.2 de la rainure 12. En revanche, dans des modes de réalisation alternatifs, les bases 462 et 482 des couches de renforcement 46 et 48 viennent radialement en appui contre la surface radialement extérieure de l'armature de sommet 6. Cela permet de renforcer l'effet anti basculement et anti cisaillement des couches de renforcement circonférentiel. La couche de renforcement 48 illustre un autre mode de réalisation. Dans celui-ci la partie haute 481 de la couche 48 ne constitue pas la face extérieure de la rainure 13 mais est décalée axialement vers l'extérieur, c'est-à-dire dans l'épaisseur de la nervure adjacente. Le décalage axial *e* est de préférence de l'ordre de 0,5 à 5 mm et de préférence de 1 à 3 mm de la face latérale 13.1 de la rainure adjacente. Ce décalage permet de ne pas perturber le moulage des nervures lors de la vulcanisation des pneumatiques sans diminuer l'efficacité des couches de renforcement circonférentiel.

[0059] La bande de roulement 50 de la figure 4 comporte trois rainures 11, 12 et 13 ainsi qu'un renforcement circonférentiel 52. Dans ce mode de réalisation d'une bande de roulement 50 selon l'un des objets de l'invention le renforcement circonférentiel 52 comporte comme à la figure 3 trois couches 54, 56 et 58 et une couche de renforcement circonférentiel additionnel 59. Cette couche de renforcement circonférentiel 59 est

disposée de façon adjacente à la paroi intérieure 13.3 de la rainure 13. Dans l'exemple représenté, les bases 582 et 592 des couches de renforcement circonférentiel 58 et 59 se rejoignent et constituent le fond 13.2 de la rainure 13. Ces deux couches forment ainsi ensemble une forme de U.

[0060] Cette couche de renforcement circonférentiel 59 s'oppose au basculement et au cisaillement des blocs de sculpture adjacents intérieurement à la troisième rainure 13 lors de sollicitations axiales orientées de l'intérieur vers l'extérieur. Dans un tel cas, compte tenu de la dynamique des véhicules en virage, les sollicitations orientées de l'intérieur vers l'extérieur sont nettement moins fortes que celles orientées dans l'autre direction et il est inutile d'ajouter d'autres couches de renforcement circonférentiels. Dans un virage pris à la limite d'adhérence, le pneu disposé sur le véhicule à l'intérieur du virage est fortement déchargé, compte tenu de la dynamique des véhicules en virage. Ce pneu intérieur virage est tout de même contributif de l'adhérence axiale par son épaule d'attaque, situé vers le véhicule. La présence d'un renforcement sur le pneu asymétrique permet d'augmenter la poussée globale à l'essieu, résultant de la poussée des deux pneus du même essieu.

[0061] La bande de roulement 60 de la figure 5 comporte trois rainures 11, 12 et 13 ainsi qu'un renforcement circonférentiel 62. Dans ce mode de réalisation selon l'un des objets de l'invention, le renforcement circonférentiel 62 comprend quatre couches de renforcement circonférentiel 64, 66, 68 et 69 disposées de façon symétrique relativement au plan équatorial EP. Les trois couches de renforcement circonférentiel 64, 66 et 68 sont disposées comme les couches de renforcement 54, 56 et 59 de la figure 4. Les couches de renforcement circonférentiel 66 et 68 ont dans cet exemple de réalisation leurs bases 662 et 668 respectivement qui s'étend axialement sous la nervure adjacente au lieu de s'étendre sous le fond de la rainure adjacente. En revanche, la couche de renforcement 69 est disposée axialement intérieurement relativement à la rainure 12 contre la face 12.3 et le fond 12.2 de cette rainure. Les couches de renforcement 64 et 69 forment ainsi un U et constituent les faces et le fond de la rainure 12. Le renforcement circonférentiel n'apporte ainsi aucune asymétrie à la bande de roulement 60 ce qui facilite le montage d'un tel pneumatique lorsqu'il ne comporte pas d'autre asymétrie. Un tel pneumatique peut ainsi

avoir son côté extérieur monté vers l'extérieur ou l'intérieur d'un véhicule, ces côtés intérieur et extérieur ne sont dans ce cas qu'une référence géométrique.

[0062] La figure 6 présente une bande de roulement 70 avec quatre rainures 11, 12, 13 et 14 et un renforcement circonférentiel 72. Ce renforcement circonférentiel 72 comporte quatre couches de renforcement circonférentiel 74, 76, 78 et 79. Comme dans le mode de réalisation de la figure 5, ces quatre couches de renforcement circonférentiel sont disposées de façon symétrique relativement au plan équatorial EP du pneumatique. Les couches de renforcement 74 et 76 sont disposées axialement extérieurement relativement aux rainures 12 et 11 respectivement ; les couches de renforcement 78 et 79 sont disposées axialement intérieurement relativement aux rainures 14 et 13 respectivement. Dans l'exemple présenté, les couches de renforcement circonférentiel ont une partie haute 741, 761, 781, 791 qui ne s'étend pas radialement du fond des rainures sur l'ensemble des faces extérieures 11.1, 11.2, 11.3, 11.4 mais sur sensiblement les ¾ de la hauteur de ces faces extérieures. De préférence, pour qu'elles soient efficaces, les couches de renforcement doivent s'étendre radialement sur plus de la demi-hauteur des faces extérieures. Dans cet exemple, les bases 762 et 782 des couches de renforcement 74 et 76 s'étendent axialement au-delà de la largeur axiale des fonds 11.2 et 14.2 des rainures 11 et 14 respectivement. Cette extension renforce l'effet de la couche de renforcement. Les bases 742 et 792 s'étendent axialement sous les fonds 12.2 et 13.2 des rainures 12 et 13 sur une distance inférieure à la largeur axiale des fonds 12.2 et 13.2. Il est préférable pour que la couche de renforcement circonférentiel s'étende sur une distance axiale supérieure à la demi-largeur axiale du fond de la rainure concernée. Ces exemples montrent que l'on peut choisir cette distance axiale des bases en fonction de la nature du matériau, de la raideur et de l'effet souhaité.

[0063] La figure 7 présente une bande de roulement 80 similaire à la bande de roulement 50 avec un renforcement circonférentiel 82 comportant quatre couches de renforcement circonférentiel 84, 86, 88 et 89. Les parties hautes de ces quatre couches de renforcement sont disposées de façon identique à l'exemple de la figure 4. En revanche, les bases 842, 862, 882 et 892 s'étendent axialement vers l'intérieur et vers l'extérieur jusqu'à se rejoindre et former une seule couche qui peut être en appui ou non contre la surface

extérieure de l'armature de sommet. Ce mode de réalisation permet une excellente efficacité de ce renforcement circonférentiel.

[0064] De préférence, la largeur axiale L de cette base ou couche est supérieure à la moitié de la largeur axiale W de la bande de roulement.

[0065] Selon un autre mode de réalisation non représenté, les bases peuvent s'étendre axialement vers l'intérieur et vers l'extérieur sans se rejoindre. Elles restent alors distinctes.

[0066] Pour l'ensemble des exemples présentés, les parties hautes des couches de renforcement sont de préférence inclinées relativement à la direction radiale avec un angle de dépouille α supérieur à 5 degrés. Cela renforce l'effet mécanique anti basculement et anti cisaillement.

[0067] De même l'épaisseur des parties hautes des couches de renforcement est de préférence comprise entre 0,1 et 2 mm selon la nature du matériau utilisé.

[0068] La figure 8 présente une bande de roulement 90 dont le renforcement circonférentiel 92 se compose de trois éléments de renforcement circonférentiel 94, 96 et 98 comme illustré à la figure 4. Cette bande de roulement 90 est constituée d'un premier mélange caoutchouteux 91 disposée radialement extérieurement et formant notamment les faces de contact des blocs de sculpture. Cette bande de roulement 90 comprend aussi un deuxième mélange caoutchouteux 93 radialement intérieurement et destiné à être en contact avec la surface radialement extérieure de l'architecture de sommet 6. Ce deuxième mélange 93 constitue une « sous-couche ».

[0069] Selon l'architecture du pneumatique, le mélange de cette sous-couche peut être à faible hystérèse et ainsi améliorer la résistance au roulement du pneumatique ou être plus rigide que l'autre mélange constituant de la bande de roulement, dans ce cas la sous-couche a une action de rigidification de la bande de roulement du pneumatique.

[0070] Les couches de renforcement circonférentiel doivent servir de point d'appui pour s'opposer aux cisaillement et au basculement des blocs de sculpture qui les contiennent. Pour cela le mélange constituant ces couches de renforcement circonférentiel est de

préférence très notablement plus rigide que celui de la bande de roulement. À titre préférentiel, le module dynamique de cisaillement G* mesuré à 60°C, à 10 Hz et sous une contrainte de cisaillement alterné de 0,7 MPa est supérieur à 20 MPa, et très préférentiellement supérieur à 30 MPa.

[0071] De telles mélanges sont décrits notamment dans la demande WO 2011/045342 A1 des Demanderesses.

[0072] Le tableau 1 ci-dessous donne un exemple d'une telle formulation.

Tableau 1

Constituant	C.1 (en pce)
NR (1)	100
Noir de carbone (2)	70
Résine Formophénolique (3)	12
ZnO (4)	3
Acide stéarique (5)	2
6PPD (6)	2,5
HMT (7)	4
Soufre	3
CBS (8)	2

(1) Caoutchouc Naturel ;

(2) Noir de carbone N326 (dénomination selon la norme ASTM D-1765) ;

(3) Résine formophénolique novolac (« Peracit 4536K » de la société Perstorp) ;

(4) Oxyde de zinc (grade industriel – société Umicore) ;

(5) Stéarine (« Pristerene 4931 » de la société Uniqema) ;

(6) N-1,3-diméthylbutyl-N-phénylparaphénylènediamine (Santoflex 6-PPD de la société Flexsys) ;

(7) Hexaméthylènetétramine (de la société Degussa) ;

(8) N-cyclohexyl-benzothiazyl sulphénamide(Santocure CBS de la société Flexsys).

[0073] Cette formulation permet d'obtenir des mélanges de rigidité élevée. Le module dynamique de cisaillement G* mesuré sous une contrainte de cisaillement alternée de 0,7 MPa à 10 Hz et 60 degrés Celsius est de 30,3 MPa.

[0074] Ce matériau très rigide pour les renforcements circonférentiels est de préférence utilisé dans des bandes de roulement de faible rigidité avec des modules dynamiques de cisaillement G* inférieurs à 1,3 MPa et de préférence inférieurs ou égaux à 1,1 MPa.

[0075] Le tableau suivant donne un exemple de formulation adaptée :

Tableau 2

Composition	B1 (en pce)
SBR (a)	**100**
Silice (b)	**110**
Agent de couplage (c)	**9**
Plastifiant liquide (d)	**20**
Plastifiant résine (e)	**50**
Noir	**5**
Oxyde de zinc	**3**
Acide stéarique	**2**
Antioxydant (f)	**2**
Accélérateur (g)	**2**
DPG	**2**
Soufre	**1**

Les formulations sont données en masse.

(a) SBR avec 27% styrène, butadiène -1,2 :5%, cis-1,4 :15%, trans -1,4: 80% Tg -48°C

(b) Silice « Zeosil1165MP » de la société Solvay de surface BET 160m^2/g

(c) Silane TESPT « SI69 » de la société Evonik

(d) Huile TDAE « Flexon 630 » de la société Shell

(e) Résine « Escorez 2173 » de la société Exxon

(f) Antioxydant « Santoflex 6PPD » de la société Solutia

(g) Accélérateur « Santocure CBS » de la société Solutia

[0076] Le module dynamique de cisaillement G* après vulcanisation est de 0,9 MPa.

Tests

[0077] Les mélanges caoutchouteux sont caractérisés comme indiqué ci-après.

[0078] Les propriétés dynamiques sont bien connu des hommes du métier. Ces propriétés sont mesurées sur un viscoanalyseur (Metravib VA4000) avec des éprouvettes moulées à partir de mélanges crus ou d'éprouvettes collées ensemble à partir de mélanges vulcanisés.

Les éprouvettes utilisées sont décrites dans la norme ASTM D 5992-96 (on utilise la version publiée en septembre 2006 mais initialement approuvée en 1996) à la figure X2.1 (éprouvettes circulaires). Le diamètre « d » des éprouvettes est de 10 mm (la section circulaire est ainsi de 78,5 mm^2), l'épaisseur « L » de chaque portion de mélange est de 2 mm, donnant un rapport « d/L » de 5 (par opposition au standard ISO 2856, mentionné au paragraphe X2.4 du standard ASTM, qui recommande une valeur d/L de 2).

[0079] On enregistre la réponse d'un échantillon de composition vulcanisée soumis à une sollicitation sinusoïdale en cisaillement simple alterné, à la fréquence de 10 Hz. La contrainte de cisaillement maximale imposée est de 0,7 MPa.

[0080] Les mesures sont faites avec une variation de température de 1,5°C par minute, d'une température minimale inférieure à la température de transition vitreuse (Tg) du mélange ou caoutchouc jusqu'à une température maximale supérieure à 100°C. Avant le commencement du test, l'éprouvette est conditionnée à la température minimale pendant 20 minutes pour garantir une bonne homogénéité de température dans l'éprouvette.

[0081] Le résultat utilisé est notamment la valeur du module dynamique de cisaillement G* à la température de 60°C.

[0082] Les performances des pneumatiques selon les objets de l'invention ont été mesurées lors d'un test de vitesse sur circuit de Charade : le test consiste à faire quatre tours de circuit et la performance retenue est la moyenne des quatre chronos. On fait un test avec des pneumatiques témoins au début et à la fin des essais pour pouvoir corriger une éventuelle dérive par exemple liée à une évolution des conditions de température air et température sol.

Essais

[0083] Les figures 9 et 10 présentent de façon très schématique une coupe de la bande de roulement d'un mode de réalisation de l'invention correspondant à des pneumatiques utilisés pour les tests sur véhicules, tests décrits ci-dessous.

[0084] A la figure 9, on voit que la bande de roulement 100 comporte quatre rainures 11, 12, 13 et 14. Le mélange caoutchouteux constituant la bande de roulement est le mélange

B1 de module dynamique de cisaillement G* = 0,9 MPa. La bande de roulement 100 comporte aussi un renforcement circonférentiel 102 comprenant quatre couches de renforcement circonférentiel 104, 106, 108 et 109. Les couches de renforcement circonférentiel 104, 106 et 108 sont disposées de façon identique au mode de réalisation de la figure 4. La couche de renforcement circonférentiel 109 est-elle disposée de façon adjacente à la face extérieure 13.1 de la nervure 13. Il est à noter que les quatre bases 1042, 1062, 1082 et 1092 s'étendent axialement sous les quatre fonds des quatre nervures et ont une même distance axiale que ces quatre fonds. Chaque couche de renforcement est réalisé avec une matériau caoutchouteux très rigide C1 de module dynamique de cisaillement G* = 30,3 MPa. L'épaisseur de chaque couche est de l'ordre de 1 mm ce qui donne à ces couches une raideur dynamique en compression de l'ordre de 900 N/cm en prenant comme module de compression trois fois le module dynamique de cisaillement G*.

[0085] A la figure 10, on voit une bande de roulement 110 identique à la bande de roulement 100 de la figure 9 à l'exception de l'ajout d'une couche de renforcement circonférentiel 119 disposée de façon adjacente à la face intérieure 13.3 de la troisième rainure 13. La couche 119 et la couche 109 forment ainsi un renforcement circonférentiel en forme de U qui constitue les faces latérales et le fond de la rainure 13.

[0086] Les bandes de roulement 100 et 110 des pneumatiques d'essais ont été réalisées de la façon suivante. Un profilé du mélange constituant de la bande de roulement 9 a été obtenu par extrusion. Ce profilé comportait quatre nervures. Des profilés de même longueur correspondant aux quatre couches de renforcement circonférentiel ont aussi été réalisés par extrusion. Le profilé de la bande de roulement a été dessiné avec un volume de gomme réduit. Les quatre renforcements sont posés sur ce profilé. Les bandes de roulement ainsi assemblées ont alors été mises en place de façon bien connue d'un homme du métier au sommet d'un pneumatique. Les pneumatiques ont alors été vulcanisés comme usuellement dans une presse de cuisson. Les pneumatiques de référence sont de dimension 225/45 R17, gonflés à une pression de 2,3 bars à l'avant et de 2,7 bars à l'arrière et le véhicule de l'essai est un véhicule de marque Renault et de modèle Clio Cup.

[0087] Ces pneumatiques de référence R1 ont une bande de roulement avec un mélange dont le module dynamique de cisaillement G* à 60°C est de 0,9 MPa. La bande de

roulement de ces pneumatiques est identique à celle des figures 9 et 10 à l'exception des quatre ou cinq couches de renforcement circonférentiel Ces pneumatiques ont une sculpture constituée uniquement par les quatre nervures circonférentielles indiquées.

[0088] Les pneumatiques d'essais E1 ont une bande de roulement dont la valeur de module dynamique de cisaillement G* est de 0,9 MPa et les couches de renforcement circonférentiel sont réalisés avec un mélange dont la valeur de module dynamique de cisaillement G* est de 30 MPa. Ces pneumatiques E1 ont un renforcement circonférentiel correspondant à celui de la figure 9.

[0089] D'autres pneumatiques E2 conformes à l'invention ont été réalisés avec une bande de roulement et un renforcement circonférentiel correspondant à celui de la figure 10.

Tableau 3

	Chrono	Gain chrono
R1	2 min 18,3 s	-
E1	2 min 18,0 s	0.3 s
E2	2 min 17,5 s	0.8 s

[0090] Un gain est considéré comme significatif à partir de 0.3 secondes (« s » au tableau 3) sur ce circuit.

[0091] La présence des renforcements circonférentiels dans la bande de roulement permet d'améliorer l'utilisation du potentiel d'adhérence de mélanges de bande de roulement de plus faible rigidité.

[0092] Par la combinaison du choix du mélange de la bande de roulement et des renforcements circonférentiels il est possible pour le concepteur pneu de décaler les compromis entre l'adhérence et respectivement le comportement et la résistance au roulement, ce qui n'est pas atteignable par le choix d'un seul matériau de la bande de roulement.

REVENDICATIONS

1. Pneumatique (1) ayant un axe de rotation (XX') et un plan équatorial (EP) perpendiculaire à l'axe de rotation, et comprenant :

- deux bourrelets (4) ;
- deux flancs (3) reliés aux bourrelets ;
- un sommet relié aux extrémités des deux flancs avec :
  - une armature de sommet (6) ; et
  - une bande de roulement (9) radialement extérieure, la bande de roulement comprenant :
    - une pluralité de blocs de sculpture avec des faces latérales et une face de contact destinée à venir en contact avec la chaussée pendant le roulage du pneumatique ;
    - une pluralité de rainures circonférentielles (11, 12, 13, 14) chacune délimitée par des faces latérales (11.1, 11.3, 12.1, 12.3, 13.1, 13.3, 14.1, 14.3) de blocs de sculpture adjacents, en vis-à-vis l'une par rapport à l'autre, et délimitée par un fond ;
    - un renforcement circonférentiel (20) constitué d'un matériau de rigidité supérieure à la rigidité du mélange caoutchouteux du reste de la bande de roulement ;

caractérisé en ce que, le pneumatique ayant un côté extérieur (E) et un côté intérieur (I), le renforcement circonférentiel comporte une couche de renforcement (22) placée dans les blocs de sculpture disposés axialement extérieurement relativement à l'une des première et deuxième rainures circonférentielles de la bande de roulement en allant de l'extérieur vers l'intérieur et axialement à proximité de ladite rainure circonférentielle, **en ce que** la couche de renforcement comporte une partie haute (341) s'étendant radialement du fond de ladite rainure (12) jusqu'au moins la demi hauteur de ladite face latérale adjacente de ladite rainure, ladite partie haute étant prolongée par une base (342) placée radialement entre la surface radialement extérieure de ladite armature de sommet et ledit fond de ladite rainure circonférentielle et s'étendant axialement sur une distance supérieure à la demi-largeur axiale dudit fond de ladite rainure circonférentielle, **en ce que** la largeur axiale de la partie haute de la couche de renforcement est sensiblement constante et **en ce que** les blocs de

sculpture disposés axialement intérieurement relativement à ladite première rainure circonférentielle ne comportent pas de couches de renforcement disposées à proximité des faces axialement intérieures de ladite rainure.

2. Pneumatique selon la revendication 1, dans lequel le renforcement circonférentiel comporte deux couches de renforcement (34, 36) placées respectivement dans les blocs de sculpture adjacents extérieurement à la première et à la deuxième rainure circonférentielle de la bande de roulement en allant de l'extérieur vers l'intérieur et axialement à proximité desdites première et deuxième rainures circonférentielles.

3. Pneumatique selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel, la bande de roulement ayant au moins trois rainures circonférentielles, le renforcement circonférentiel comporte aussi une couche de renforcement (48) placée dans les blocs de sculpture adjacents extérieurement à la troisième rainure circonférentielle de la bande de roulement en allant de l'extérieur vers l'intérieur et axialement à proximité de ladite troisième rainure circonférentielle.

4. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le renforcement circonférentiel comporte des couches de renforcement placées dans tous les blocs de sculpture adjacents extérieurement à une rainure circonférentielle.

5. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le renforcement circonférentiel comporte aussi une couche de renforcement (36, 46, 56, 66, 76, 86, 96, 106) placée dans les blocs de sculpture adjacents intérieurement à la rainure circonférentielle la plus proche axialement du côté intérieur du pneumatique.

6. Pneumatique selon la revendication 5, dans lequel, la bande de roulement comportant au moins quatre rainures circonférentielles, le renforcement circonférentiel comporte deux couches de renforcement placées respectivement dans les blocs de sculpture adjacents intérieurement à la première et à la deuxième rainure circonférentielle de la bande de

roulement en allant de l'intérieur vers l'extérieur et axialement à proximité desdites première et deuxième rainures circonférentielles.

7. Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel les couches de renforcement circonférentielles sont disposées de façon symétrique relativement audit plan équatorial.

8. Pneumatique selon la revendication 7, dans lequel, la bande de roulement ayant une rainure circonférentielle traversée par le plan équatorial, deux couches de renforcement circonférentielles sont disposées axialement à proximité et de part et d'autre de ladite rainure circonférentielle traversée par ledit plan équatorial.

9. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la base de ladite couche de renforcement circonférentielle s'étend axialement sous le fond de ladite rainure circonférentielle adjacente.

10. Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel la base de ladite couche de renforcement circonférentielle s'étend axialement dans la direction opposée au fond de ladite rainure circonférentielle adjacente.

11. Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel la base de ladite couche de renforcement circonférentielle s'étend axialement sous le fond et dans la direction opposée au fond de ladite rainure circonférentielle adjacente.

12. Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel les bases des couches de renforcement circonférentielles sont jointives axialement et s'étendent axialement sur au moins 50 % de la largeur axiale de la bande de roulement.

13. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la partie haute de ladite couche de renforcement circonférentielle constitue au moins une partie d'une face latérale de rainure circonférentielle.

14. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel la partie haute de ladite couche de renforcement circonférentielle est disposée à une distance axiale de 0,5 à 5 mm et préférentiellement de 1 à 3 mm de la face latérale de la rainure circonférentielle adjacente.

15. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la base des couches de renforcement circonférentielles constitue au moins une partie du fond des rainures circonférentielles adjacentes.

16. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel la surface radialement intérieure de la base des couches de renforcement circonférentielles est en contact avec la surface radialement extérieure de l'armature de sommet.

17. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la raideur en compression de ladite couche de renforcement est supérieure à 300 N/cm et de préférence supérieure à 800 N/cm.

18. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'épaisseur axiale de la partie haute de la couche de renforcement circonférentielle est comprise entre 0,1 et 2 mm.

19. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la partie haute de la ou des couches de renforcement est disposée avec un angle de dépouille supérieur à 5 degrés.

20. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le matériau constitutif du renforcement circonférentiel est un mélange caoutchouteux avec un module dynamique de cisaillement G* mesuré à 60°C à 10 Hz et sous une contrainte de cisaillement alterné de 0,7 MPa supérieur à 20 MPa et préférentiellement supérieur à 30 MPa.

21. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le mélange caoutchouteux de bande de roulement a un module dynamique de cisaillement G* mesuré à 60°C à 10 Hz et sous une contrainte de cisaillement alterné de 0,7 MPa inférieur ou égal à 1,3 MPa.

22. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la bande de roulement comporte deux mélanges caoutchouteux distincts disposés axialement l'un au-dessus de l'autre.

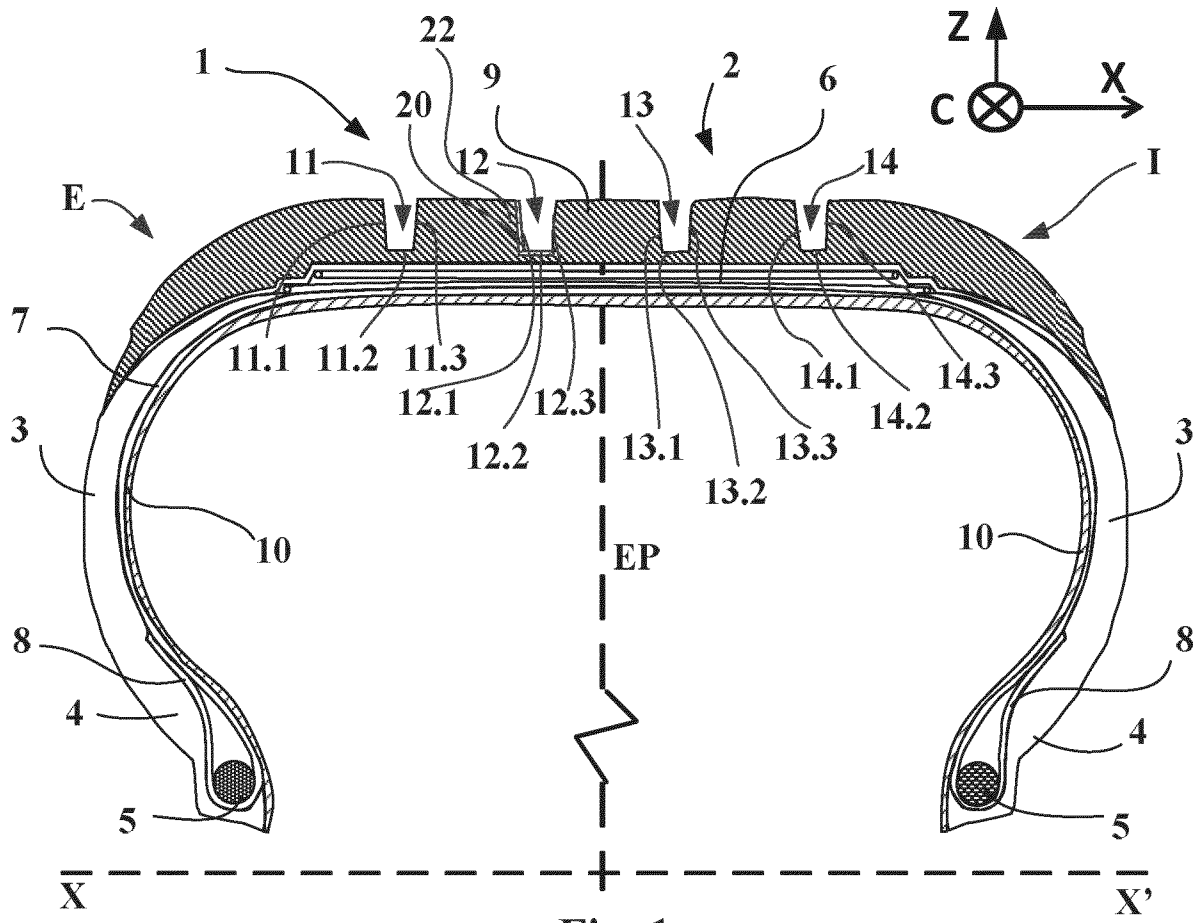

Z
X
C
1
22
9
2
6
20
13
11
12
14
I
E
7
11.1
11.2
11.3
12.1
12.3
14.1
14.3
14.2
12.2
13.1
13.3
13.2
3
3
10
10
EP
8
8
4
4
5
5
X
X'

Fig. 1

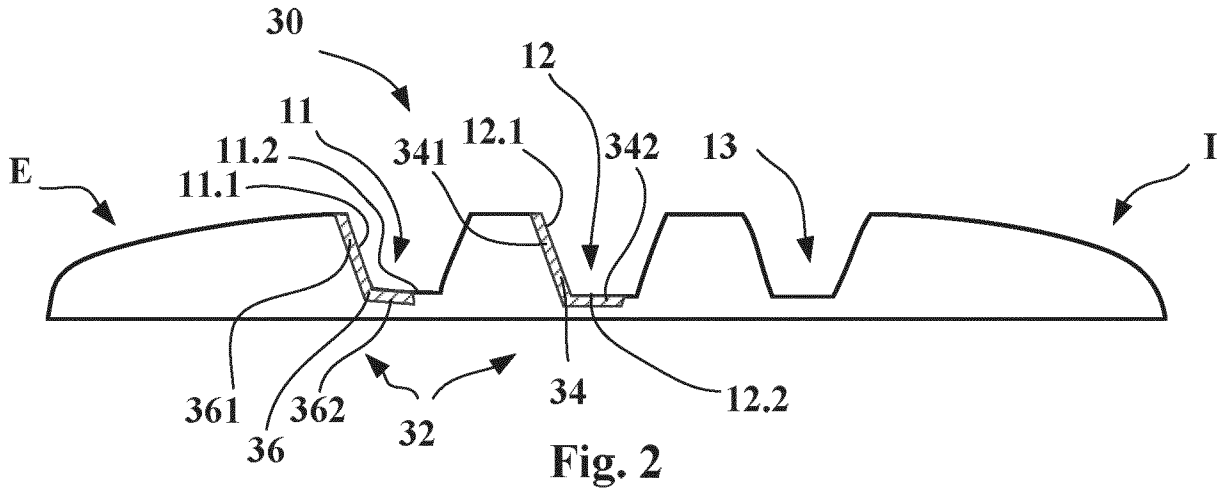

30
12
11
11.2
341
12.1
342
13
I
E
11.1
361
362
36
32
34
12.2

Fig. 2

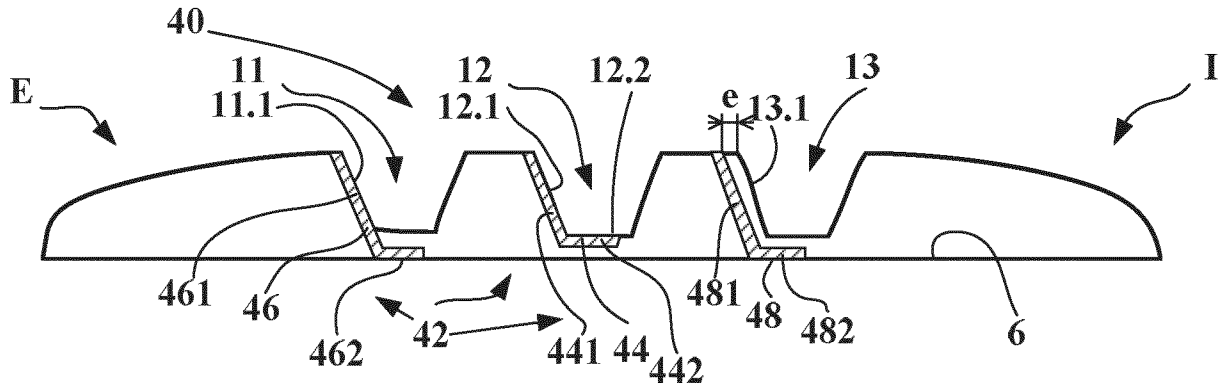


Fig. 3

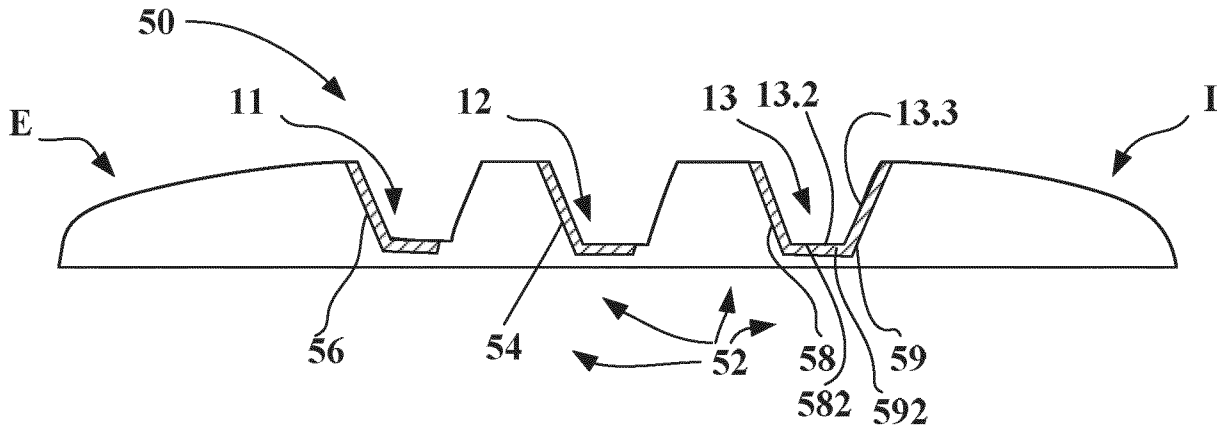


Fig. 4

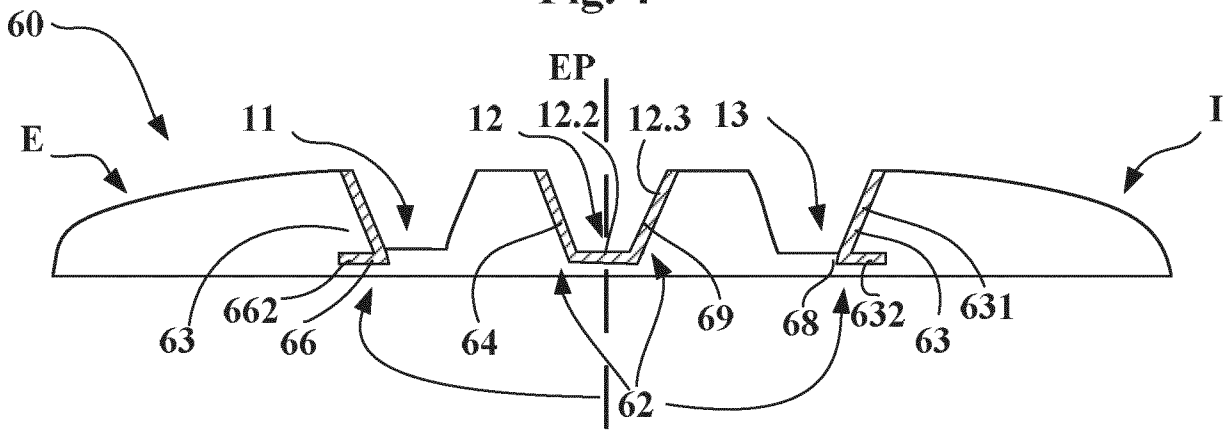


Fig. 5

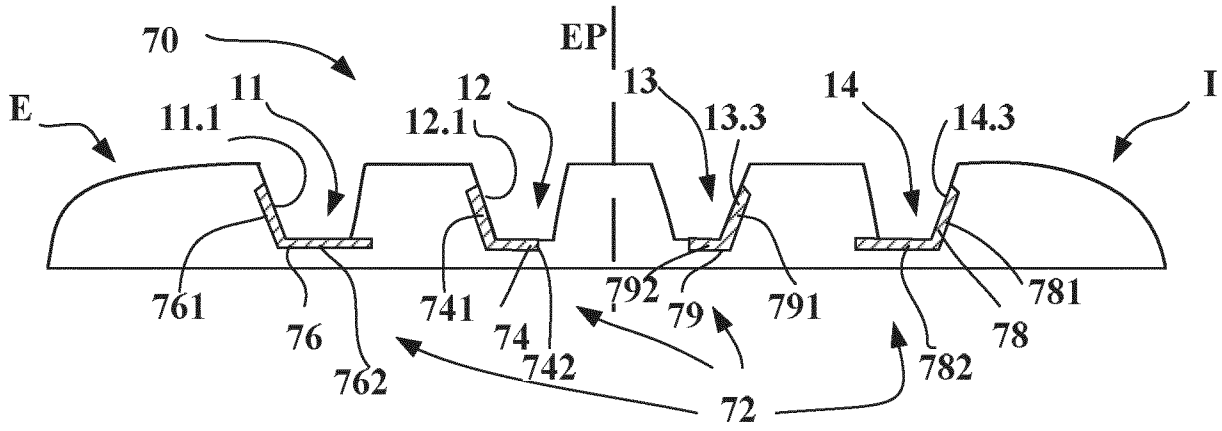


Fig. 6

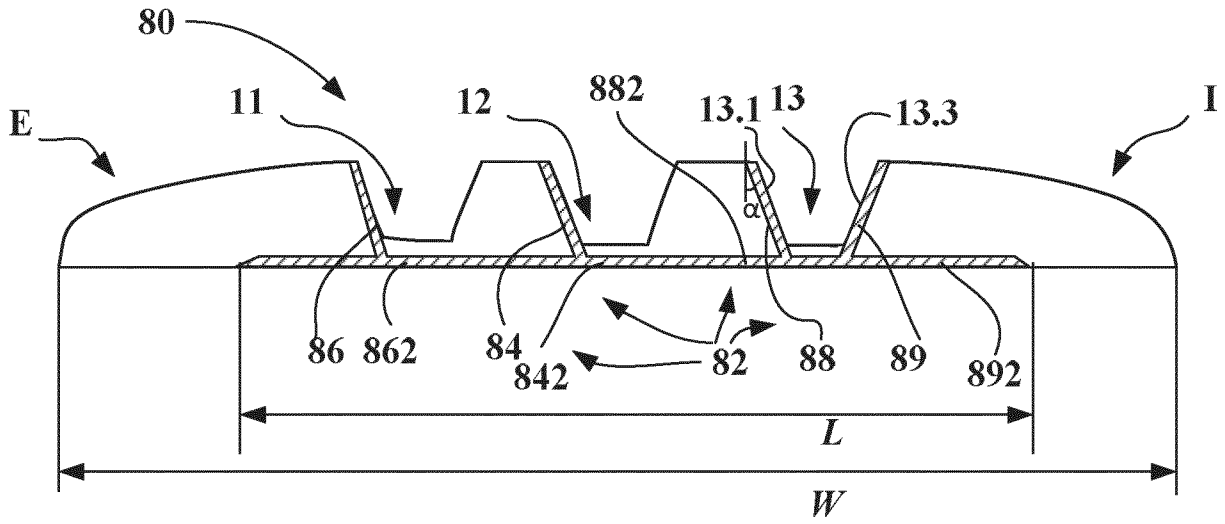


Fig. 7

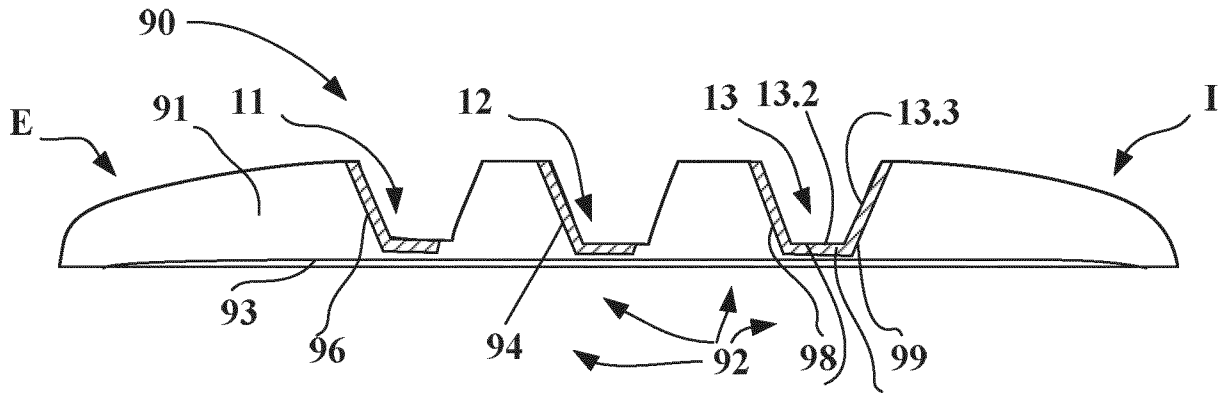


Fig. 8

4/4

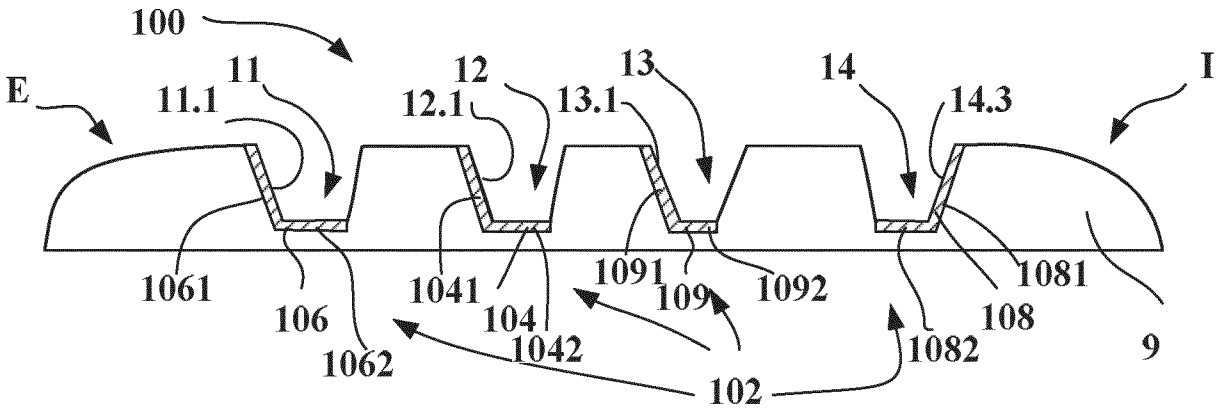


Fig. 9

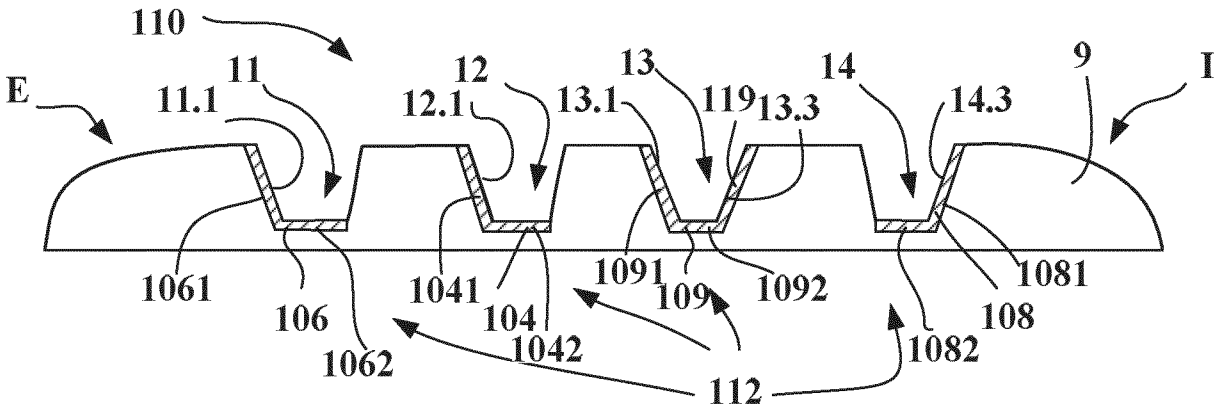


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/071537

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60C11/13
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	JP H08 34205 A (BRIDGESTONE CORP) 6 February 1996 (1996-02-06)	1,2,4,5, 13-15, 19,22
A	paragraphs [0016], [0019]; figures 1,2,3g,3h	3,6-12, 16-18, 20,21

X	EP 2 048 006 A1 (BRIDGESTONE CORP [JP]) 15 April 2009 (2009-04-15) abstract; figure 1	1,2,4,5, 13-15, 19,22

A	WO 2015/100029 A1 (BRIDGESTONE AMERICAS TIRE [US]; BRIDGESTONE CORP [JP]) 2 July 2015 (2015-07-02) paragraphs [0033] - [0037]; figure 3	1-22

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

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

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

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 November 2016	29/11/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Brito, Fernando

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/071537

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 708 382 A1 (GOODYEAR TIRE & RUBBER [US]) 19 March 2014 (2014-03-19) cited in the application paragraphs [0045] - [0050]; figures 1-4 -----	1-22
A	JP 2000 158911 A (BRIDGESTONE CORP) 13 June 2000 (2000-06-13) abstract; figures 6,7 -----	1-22

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/071537

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP H0834205 A	06-02-1996	NONE	
EP 2048006 A1	15-04-2009	EP 2048006 A1	15-04-2009
		JP 5052516 B2	17-10-2012
		US 2009308514 A1	17-12-2009
		WO 2008016145 A1	07-02-2008
WO 2015100029 A1	02-07-2015	CA 2934897 A1	02-07-2015
		CN 105848929 A	10-08-2016
		EP 3086956 A1	02-11-2016
		WO 2015100029 A1	02-07-2015
EP 2708382 A1	19-03-2014	BR 102013022372 A2	04-11-2014
		CN 103660804 A	26-03-2014
		CN 105835633 A	10-08-2016
		EP 2708382 A1	19-03-2014
		EP 3064379 A1	07-09-2016
		US 2014069561 A1	13-03-2014
JP 2000158911 A	13-06-2000	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2016/071537

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B60C11/13
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 H08 34205 A (BRIDGESTONE CORP) 6 février 1996 (1996-02-06)	1,2,4,5, 13-15, 19,22
A	alinéas [0016], [0019]; figures 1,2,3g,3h	3,6-12, 16-18, 20,21

X	EP 2 048 006 A1 (BRIDGESTONE CORP [JP]) 15 avril 2009 (2009-04-15) abrégé; figure 1	1,2,4,5, 13-15, 19,22

A	WO 2015/100029 A1 (BRIDGESTONE AMERICAS TIRE [US]; BRIDGESTONE CORP [JP]) 2 juillet 2015 (2015-07-02) alinéas [0033] - [0037]; figure 3	1-22

	-/--	

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
18 novembre 2016	29/11/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Brito, Fernando

1

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 2 708 382 A1 (GOODYEAR TIRE & RUBBER [US]) 19 mars 2014 (2014-03-19) cité dans la demande alinéas [0045] - [0050]; figures 1-4	1-22
A	JP 2000 158911 A (BRIDGESTONE CORP) 13 juin 2000 (2000-06-13) abrégé; figures 6,7	1-22

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2016/071537

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP H0834205 A	06-02-1996	AUCUN	
EP 2048006 A1	15-04-2009	EP 2048006 A1	15-04-2009
		JP 5052516 B2	17-10-2012
		US 2009308514 A1	17-12-2009
		WO 2008016145 A1	07-02-2008
WO 2015100029 A1	02-07-2015	CA 2934897 A1	02-07-2015
		CN 105848929 A	10-08-2016
		EP 3086956 A1	02-11-2016
		WO 2015100029 A1	02-07-2015
EP 2708382 A1	19-03-2014	BR 102013022372 A2	04-11-2014
		CN 103660804 A	26-03-2014
		CN 105835633 A	10-08-2016
		EP 2708382 A1	19-03-2014
		EP 3064379 A1	07-09-2016
		US 2014069561 A1	13-03-2014
JP 2000158911 A	13-06-2000	AUCUN	