



(43) Date de la publication internationale
11 août 2016 (11.08.2016)

(51) Classification internationale des brevets :
B60C 9/18 (2006.01) *B60C 9/00* (2006.01)
B60C 9/20 (2006.01) *B60C 9/22* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/051304

(22) Date de dépôt international :
22 janvier 2016 (22.01.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1550813 3 février 2015 (03.02.2015) 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 : LARDJANE, Aurore; Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, 23, place des Carmes-Déchaux, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR). ASTAIX, Camille; Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, 23, place des Carmes-

Déchaux, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

(74) Mandataire : RIBIERE, Joël; Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, 23, place des Carmes-Déchaux, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : RADIAL TYRE HAVING AN IMPROVED BELT STRUCTURE

(54) Titre : PNEU RADIAL AYANT UNE STRUCTURE DE CEINTURE AMÉLIORÉE

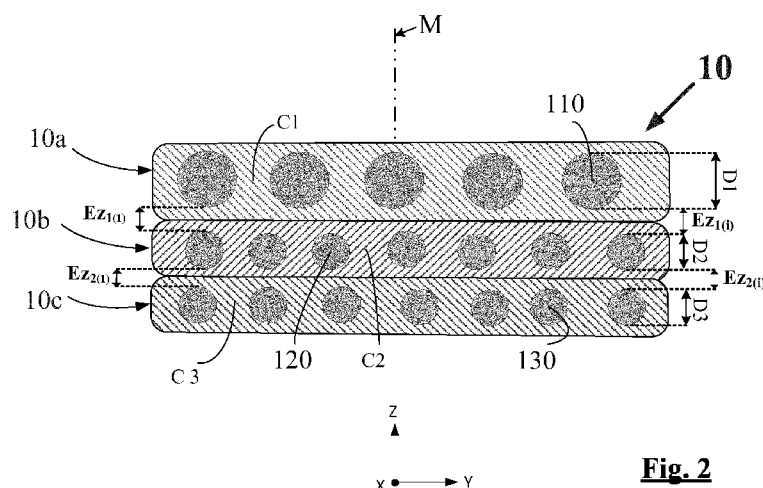


Fig. 2

(57) Abstract : The invention relates to a radial tyre, in particular for a private passenger vehicle or van, having an improved belt structure (10) comprising a multilayer composite laminate (10a, 10b, 10c) of specific construction, including: a first layer (10a) of rubber (C1) comprising heat-shrinking circumferential textile reinforcements (110), e.g. of nylon or polyester, in the form of multifilaments twisted individually about themselves with a twist of more than 100 turns per metre. The first layer (10a) is mounted radially (in direction Z) on two other layers (10b, 10c) of rubber (C2, C3 respectively) reinforced with reinforcements (120, 130) and all or some of these reinforcements are composite reinforcements formed by steel monofilaments sheathed with a thermoplastic material having a glass transition temperature of more than 20°C. This laminate allows the weight of tyre belts to be reduced by reducing the thickness of the rubber layers forming part of the structure and, therefore, also allows the weight and rolling resistance of tyres to be reduced, without any risk of direct contact between the reinforcements (110, 120, 130).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]





LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, **Publiée :**
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, — *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Pneu radial notamment pour véhicule tourisme ou camionnette, à structure de ceinture (10) améliorée comportant un stratifié composite multicouche (10a, 10b, 10c) de construction spécifique, avec une première couche (10a) de caoutchouc (C1) comportant des renforts textiles circonférentiels (110) thermorétractiles, par exemple en nylon ou en polyester, sous la forme de fibres multifilamentaires tordues individuellement sur elles-mêmes selon une torsion supérieure à 100 tours par mètre; cette première couche (10a) surmonte radialement (selon la direction Z) deux autres couches (10b, 10c) de caoutchouc (respectivement C2, C3) renforcées de renforts (120, 130) qui sont pour tout ou partie des renforts composites constitués de monofilaments en acier gainés d'une matière thermoplastique dont la température de transition vitreuse est supérieure à 20°C. Ce stratifié permet notamment d'alléger les ceintures de pneumatiques en réduisant l'épaisseur des couches de caoutchouc constituant une partie de leur structure, donc de réduire le poids et la résistance au roulement des pneumatiques, sans risque de contact direct entre les renforts (110, 120, 130).

PNEU RADIAL AYANT UNE STRUCTURE DE CEINTURE AMÉLIORÉE

5

1. DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention est relative aux pneumatiques pour véhicules, et à leur armature de
sommet ou ceinture. Elle se rapporte plus particulièrement aux stratifiés composites
10 multicouche utilisés dans la ceinture de tels pneumatiques notamment pour véhicule tourisme
ou camionnette.

15

2. ETAT DE LA TECHNIQUE

Un pneumatique à armature de carcasse radiale pour véhicule tourisme ou camionnette
comporte, on le sait, une bande de roulement, deux bourrelets inextensibles, deux flancs
souples reliant les bourrelets à la bande de roulement et une armature de sommet rigide ou
« ceinture » ("*belt*") disposée circonférentiellement entre l'armature de carcasse et la bande de
20 roulement.

La ceinture de pneumatique est généralement constituée par au moins deux nappes de
caoutchouc dites « nappes de travail », « nappes de triangulation » ou encore « armature de
travail », superposées et croisées, renforcées le plus souvent de câbles métalliques disposés
25 sensiblement parallèlement les uns par rapport aux autres et inclinés par rapport au plan
circonférentiel médian, ces nappes de travail pouvant être associées ou non à d'autres nappes
et/ou tissus de caoutchouc. Ces nappes de travail ont pour fonction première de donner au
pneu une rigidité ou poussée de dérive (en anglais, "*drift thrust*" ou "*cornering*") élevée,
nécessaire de manière connue pour l'obtention d'un bon comportement routier ("*handling*")
30 sur véhicule automobile.

La ceinture ci-dessus, ce qui est particulièrement le cas pour les pneumatiques susceptibles de
rouler à haute vitesse de manière soutenue, peut comporter en outre une nappe de caoutchouc
additionnelle au-dessus des nappes de travail (côté bande de roulement), dite « nappe de
35 frettage » ou « armature de frettage », qui est renforcée généralement par des fils de
renforcement dits « circonférentiels », c'est-à-dire que ces fils de renforcement sont disposés
pratiquement parallèles les uns aux autres et s'étendent sensiblement circonférentiellement
autour de l'enveloppe pneumatique de manière à former un angle préférentiellement compris
dans un domaine de -5° à $+5^{\circ}$ avec le plan circonférentiel médian. Ces fils de renforcement
40 circonférentiels ont pour fonction première, on le rappelle, de résister à la centrifugation du
sommet à haute vitesse.

De telles structures de ceintures, consistant finalement en un stratifié composite multicouche comportant au moins une nappe de fretage, le plus souvent textile, et deux nappes de travail généralement métalliques, sont bien connues de l'homme du métier et ne nécessitent pas d'être décrites ici plus en détail.

L'état de la technique général décrivant de telles structures de ceintures est illustré en particulier par les documents brevet US 4 371 025, FR 2 504 067 ou US 4 819 705, EP 738 615, EP 795 426 ou US 5 858 137, EP 1 162 086 ou US 2002/0011296, EP 1 184 203 ou US 2002/0055583.

La disponibilité en aciers de plus en plus résistants et endurants fait que les manufacturiers de pneumatiques s'orientent aujourd'hui, autant que possible, vers l'emploi dans les ceintures de pneumatiques de câbles à structure très simple, notamment à seulement deux fils, voire même de filaments unitaires, afin d'une part de simplifier la fabrication et diminuer les coûts, d'autre part de diminuer l'épaisseur des nappes de renforcement et ainsi l'hystérèse des pneumatiques, en fin de compte réduire la consommation d'énergie des véhicules équipés de tels pneumatiques.

Les efforts visant à réduire la masse des pneumatiques, en particulier par une réduction d'épaisseur de leur ceinture et des couches de caoutchouc la constituant, se heurtent toutefois, bien naturellement, à des limites physiques qui peuvent donner lieu à un certain nombre de difficultés. Il peut notamment se produire que la fonction de fretage apportée par l'armature de fretage et celle de rigidification apportée par l'armature de travail ne soient plus suffisamment différenciées l'une de l'autre et puissent se perturber mutuellement. Ceci est préjudiciable au bon fonctionnement du sommet du pneumatique, à la performance et l'endurance globale du pneumatique.

C'est ainsi que les demandes de brevet WO 2013/117476 et WO 2013/117477 déposées par les Demanderesses ont proposé un stratifié composite multicouche de structure spécifique qui permet d'alléger notablement la ceinture des pneumatiques, et donc d'abaisser leur résistance au roulement, tout en palliant les inconvénients cités ci-dessus.

Ces demandes divulguent un pneumatique radial, définissant trois directions principales, circonférentielle, axiale et radiale, comportant un sommet surmonté d'une bande de roulement, deux flancs, deux bourrelets, chaque flanc reliant chaque bourrelet au sommet, une armature de carcasse ancrée dans chacun des bourrelets et s'étendant dans les flancs et dans le sommet, une armature de sommet ou ceinture s'étendant dans le sommet selon la direction circonférentielle et située radialement entre l'armature de carcasse et la bande de roulement, ladite ceinture comportant un stratifié composite multicouche comportant au

moins trois couches superposées de renforts, lesdits renforts étant dans chaque couche unidirectionnels et noyés dans une épaisseur de caoutchouc, avec notamment :

- 5 - côté bande de roulement, une première couche de caoutchouc comportant une première rangée de renforts, orientés selon un angle alpha de -5 à +5 degrés par rapport à la direction circonférentielle, ces renforts dits premiers renforts étant en matériau textile thermorétractile ;
- 10 - au contact de la première couche et disposée sous cette dernière, une deuxième couche de caoutchouc comportant une deuxième rangée de renforts, orientés selon un angle beta donné, positif ou négatif, compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle, ces renforts dits deuxièmes renforts étant des renforts métalliques ;
- 15 - au contact de la deuxième couche et disposée sous cette dernière, une troisième couche de caoutchouc comportant une troisième rangée de renforts, orientés selon un angle gamma opposé à l'angle beta, lui-même compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle, ces renforts dits troisièmes renforts étant des renforts métalliques.

20 Les premiers renforts sont constitués de fibres multifilamentaires, en polyamide ou en polyester, retordues ensemble de manière conventionnelle sous forme de cordes textiles. Les deuxièmes et troisièmes renforts consistent quant à eux en des monofilaments en acier, en particulier en acier au carbone à très haute résistance.

25 Les demandes de brevet ci-dessus ont démontré qu'il était possible, grâce à la construction spécifique de leur stratifié multicouche, notamment à l'utilisation de renforts circonférentiels textiles dont la thermorétractabilité est contrôlée et de renforts métalliques sous forme de monofils unitaires de faible diamètre, de réduire de manière notable l'épaisseur globale des ceintures de pneumatiques, et ceci sans nuire à la bonne mise en œuvre et à la différenciation des fonctions d'une part de fretage apportées par les renforts circonférentiels de la première
30 couche, d'autre part de rigidification apportées par les renforts métalliques des deux autres couches.

35 Ainsi, peuvent être diminués le poids des pneumatiques et leur résistance au roulement, à coût réduit grâce à l'utilisation de monofilaments en acier ne nécessitant aucune opération d'assemblage préalable, ceci sans pénaliser la rigidité de dérive et donc le comportement routier, ni l'endurance globale en roulage.

40 Il s'est avéré néanmoins à l'usage, selon les conditions particulières de mise en œuvre des stratifiés multicouche décrits dans les demandes ci-dessus, que la réduction des épaisseurs des (première, deuxième et troisième) couches de caoutchouc pouvait se heurter ici ou là au

risque de contact direct, sinon de trop grande proximité, selon la direction radiale (Z), entre les renforts de ces différentes couches. Ceci peut être préjudiciable au bon fonctionnement, à l'endurance à long terme du stratifié composite multicouche.

Par exemple, un contact direct ou une trop grande proximité entre d'une part les fils circonférentiels textiles, dont on sait qu'ils contiennent naturellement une certaine quantité d'eau, variable selon la nature du matériau textile thermorétractile, et d'autre part les monofilaments en acier, pourrait engendrer une corrosion de surface de ces derniers, sans parler d'un risque de dégradation de l'adhésion avec le caoutchouc environnant.

Un contact direct entre les monofilaments en acier de la deuxième couche avec ceux de la troisième couche, pour rappel croisés les uns par rapport aux autres dans l'armature de travail, pourrait entraîner quant à lui un frottement répété et une usure prématurée de ces monofilaments en conditions de travail, finalement un risque de dégradation de l'endurance globale de cette armature de travail après un roulage prolongé des pneumatiques.

3. BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

Poursuivant leurs recherches, les Demanderesses ont mis au point un stratifié composite multicouche amélioré, d'architecture nouvelle, qui permet de pallier, au moins en partie, les problèmes précités dus à des risques de contact direct entre les renforts, et qui peut remplacer avantageusement les stratifiés décrits dans les deux demandes précitées.

Ainsi, selon un premier objet, la présente invention concerne (selon les références données aux figures 1 et 2 annexées) un pneumatique radial (1), définissant trois directions principales, circonférentielle (X), axiale (Y) et radiale (Z), comportant un sommet (2) surmonté d'une bande de roulement (3), deux flancs (4), deux bourrelets (5), chaque flanc (4) reliant chaque bourrelet (5) au sommet (2), une armature de carcasse (7) ancrée dans chacun des bourrelets (5) et s'étendant dans les flancs (4) jusqu'au sommet (2), une armature de sommet ou ceinture (10) s'étendant dans le sommet (2) selon la direction circonférentielle (X) et situé radialement entre l'armature de carcasse (7) et la bande de roulement (3), ladite ceinture (10) comportant un stratifié composite multicouche (10a, 10b, 10c) comportant au moins trois couches superposées de renforts (110, 120, 130), lesdits renforts étant dans chaque couche unidirectionnels et noyés dans une épaisseur de caoutchouc (respectivement C1, C2, C3), avec :

- côté bande de roulement, une première couche (10a) de caoutchouc (C1) comportant une première rangée de renforts (110), orientés selon un angle α de -5 à +5 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X), ces renforts (110) dits premiers

renforts ayant un diamètre d'encombrement noté D1 compris entre 0,30 mm et 0,60 mm et étant en matériau textile thermorétractile ;

- au contact de la première couche (10b) et disposée sous cette dernière, une deuxième couche (10b) de caoutchouc (C2) comportant une deuxième rangée de renforts (120), orientés selon un angle beta donné, positif ou négatif, compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X), ces renforts (120) dits deuxièmes renforts ayant un diamètre ou épaisseur, noté(e) D2, compris(e) entre 0,20 mm et 0,50 mm ;

- au contact de la deuxième couche (10b) et disposée sous cette dernière, une troisième couche (10c) de caoutchouc (C3) comportant une troisième rangée de renforts (130), orientés selon un angle gamma opposé à l'angle beta, lui-même compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X), ces renforts (130) dits troisièmes renforts ayant un diamètre ou épaisseur, noté(e) D3, compris(e) entre 0,20 mm et 0,50 mm,

caractérisé en ce que :

- tout ou partie des premiers renforts (110) en matériau textile thermorétractile sont des fibres multifilamentaires tordues individuellement sur elles-mêmes selon une torsion T supérieure à 100 tours par mètre ;
- tout ou partie des deuxièmes (120) et/ou troisièmes (130) renforts sont des renforts composites comportant des monofilaments en acier (120a, 130a) qui sont recouverts d'une gaine (120b, 130b) d'une matière thermoplastique dont la température de transition vitreuse Tg est supérieure à 20°C.

L'invention offre ainsi la possibilité, selon les applications particulières visées, de maintenir à un bas niveau voire même de réduire encore l'épaisseur des ceintures de pneumatiques et celle des couches de caoutchouc constituant une partie de leur structure, donc *in fine* le poids et la résistance au roulement des pneumatiques, sans risque de contact direct entre les différents renforts.

La gaine thermoplastique constitue en outre une barrière efficace contre les agents corrosifs susceptibles de pénétrer dans le stratifié multicouche en cas d'agressions du pneumatique. En outre, cette gaine présentant une rigidité intermédiaire entre la rigidité des monofils en acier et la rigidité de la matrice de caoutchouc les enrobant, les contraintes exercées aux interfaces sont réduites, ce qui est susceptible d'améliorer encore l'endurance globale du stratifié multicouche du pneumatique de l'invention.

Le stratifié composite multicouche selon l'invention est utilisable comme élément de renforcement de ceinture de tout type de pneumatique, particulièrement pour véhicule

tourisme incluant notamment les véhicules 4x4 et "SUV" (*Sport Utility Vehicles*) ou pour véhicule camionnette.

L'invention ainsi que ses avantages seront aisément compris à la lumière de la description détaillée et des exemples de réalisation qui suivent, ainsi que des figures 1 à 3 relatives à ces exemples qui schématisent (sauf indication contraire, sans respect d'une échelle spécifique) :

- en coupe radiale (c'est-à-dire selon un plan contenant l'axe de rotation du pneumatique), un exemple de pneu (1) conforme à l'invention, incorporant dans sa ceinture (10) un stratifié composite multicouche conformément à l'invention (Fig. 1) ;
- en coupe transversale, un exemple de stratifié (10) composite multicouche (10a, 10b, 10c) utilisable dans le pneu (1) conforme à l'invention, incorporant les renforts (110) en matériau textile thermorétractile sous la forme d'une fibre multifilamentaire tordue sur elle-même (Fig. 2) et des renforts (120, 130) (Fig. 2);
- en coupe transversale, des exemples de renforts (respectivement 120, 130) sous la forme de renforts composites (120a, 120b, 130a, 130b) utilisables dans le stratifié multicouche selon l'invention, constitués de monofilaments en acier (respectivement 120a, 130a) qui sont recouverts d'une gaine (respectivement 120b, 130b) d'une matière thermoplastique, gaine pouvant prendre des formes de section droite différentes, par exemple à contours circulaire, carré ou rectangulaire (Fig. 3 ; respectivement Fig. 3a, 3b et 3c).

4. DEFINITIONS

Dans la présente demande, on entend par :

- "caoutchouc" ou "élastomère" (les deux termes étant considérés comme synonymes) : tout type d'élastomère, qu'il soit du type diénique ou du type non diénique par exemple thermoplastique ;
- "composition de caoutchouc" ou "composition caoutchouteuse" : une composition qui comporte au moins un caoutchouc et une charge ;
- "couche" : une feuille, bande ou tout autre élément d'épaisseur relativement faible par rapport à ses autres dimensions, de préférence dont le rapport de l'épaisseur sur la plus grande des autres dimensions est inférieur à 0,5, plus préférentiellement inférieur à 0,1 ;
- "direction axiale" : une direction sensiblement parallèle à l'axe de rotation du pneumatique ;
- "direction circonférentielle" : une direction qui est sensiblement perpendiculaire à la fois à la direction axiale et à un rayon du pneumatique (en d'autres termes, tangente à un cercle dont le centre est sur l'axe de rotation du pneumatique) ;

- "direction radiale" : une direction selon un rayon du pneumatique, c'est-à-dire une direction quelconque passant par l'axe de rotation du pneumatique et sensiblement perpendiculairement à cette direction, c'est-à-dire faisant avec une perpendiculaire à cette direction un angle ne s'écartant pas de plus de 5 degrés ;
- 5 - "monofilament" ou indistinctement "monofil", de manière générale, tout filament unitaire, quelle que soit la forme de sa section droite, dont le diamètre (cas d'une section droite circulaire) ou l'épaisseur (cas d'une section droite non circulaire) sont supérieurs à 100 μm . Cette définition couvre aussi bien des monofils de forme essentiellement cylindrique (à section droite circulaire) que des monofilaments de forme différente, par
10 exemple des monofilaments oblongs (de forme aplatie), ou de section droite rectangulaire ou carrée ;
- "orienté selon un axe ou une direction" en parlant d'un élément quelconque tel qu'un renfort, un élément qui est orienté sensiblement parallèlement à cet axe ou cette direction, c'est-à-dire faisant avec cet axe ou cette direction un angle ne s'écartant pas de plus de 5
15 degrés (donc nul ou au plus égal à 5 degrés) ;
- "orienté perpendiculairement à un axe ou une direction" : en parlant d'un élément quelconque tel qu'un renfort, un élément qui est orienté sensiblement perpendiculairement à cet axe ou cette direction, c'est-à-dire faisant avec une perpendiculaire à cet axe ou cette direction un angle ne s'écartant pas de plus de 5 degrés ;
- 20 - "plan circonférentiel médian" (noté M) : le plan perpendiculaire à l'axe Y de rotation du pneumatique qui est situé à mi-distance des deux bourrelets et passe par le milieu de l'armature de sommet ou ceinture ;
- "renfort" ou "fil de renforcement" : tout brin long et fin c'est-à-dire filiforme, longiligne, de grande longueur relativement à sa section transversale, notamment tout filament
25 unitaire, toute fibre multifilamentaire ou tout assemblage de tels filaments ou fibres tels qu'un retors ou un câble, ce brin ou fil pouvant être rectiligne comme non rectiligne, par exemple torsadé, ou ondulé, un tel brin ou fil étant susceptible de renforcer une matrice de caoutchouc (c'est-à-dire augmenter les propriétés en traction de la matrice) ;
- "renforts unidirectionnels" : des renforts essentiellement parallèles entre eux, c'est-à-dire
30 orientés selon un même axe ;
- "stratifié" ou "stratifié multicouche" : au sens de la classification internationale des brevets, tout produit comportant au moins deux couches, de forme plane ou non plane, qui sont au contact l'une de l'autre, ces dernières pouvant être ou non liées, connectées entre elles ; l'expression "lié" ou "connecté" doit être interprétée de façon extensive de
35 manière à inclure tous les moyens de liaison ou d'assemblage, en particulier par collage.

D'autre part, sauf indication expresse différente, tous les pourcentages (%) indiqués sont des % en masse.

L'expression « x et/ou y » signifie « x » ou « y » ou les deux (c'est-à-dire « x et y »). Tout intervalle de valeurs désigné par l'expression « entre a et b » représente le domaine de valeurs allant de plus de « a » à moins de « b » (c'est-à-dire bornes « a » et « b » exclues) tandis que tout intervalle de valeurs désigné par l'expression « de a à b » signifie le domaine de valeurs allant de « a » jusqu'à « b » (c'est-à-dire incluant les bornes strictes « a » et « b »).

5. DESCRIPTION DETAILLÉE ET EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION

A titre d'exemple, la figure 1 représente de manière très schématique (c'est-à-dire sans respect d'une échelle spécifique) une coupe radiale d'un pneumatique conforme à l'invention, par exemple pour véhicule du type tourisme ou camionnette, dont la ceinture comporte un stratifié composite multicouche selon l'invention.

Ce pneumatique (1) conforme à l'invention, définissant trois directions perpendiculaires, circonférentielle (X), axiale (Y) et radiale (Z), comporte un sommet (2) surmonté d'une bande de roulement (3), deux flancs (4), deux bourrelets (5), chaque flanc (4) reliant chaque bourrelet (5) au sommet (2), une armature de carcasse (7) ancrée dans chacun des bourrelets (5) et s'étendant dans les flancs (4) jusqu'au sommet (2), une armature de sommet ou ceinture (10) s'étendant dans le sommet (2) selon la direction circonférentielle (X) et situé radialement entre l'armature de carcasse (7) et la bande de roulement (3). L'armature de carcasse (7) est de manière connue constituée d'au moins une nappe de caoutchouc renforcée par des câblés textiles dits "radiaux", disposés pratiquement parallèles les uns aux autres et s'étendent d'un bourrelet à l'autre de manière à former un angle généralement compris entre 80° et 90° avec le plan circonférentiel médian M ; elle est ici, à titre d'exemple, enroulée autour de deux tringles (6) dans chaque bourrelet (5), le retournement (8) de cette armature (7) étant par exemple disposé vers l'extérieur du pneumatique (1) qui est ici représenté monté sur sa jante (9).

Selon la présente invention, conformément aux représentations des figures 2 et 3 qui seront détaillées ultérieurement, la ceinture (10) du pneumatique (1) comporte un stratifié composite multicouche comportant trois couches (10a, 10b, 10c) superposées de renforts, lesdits renforts étant dans chaque couche unidirectionnels et noyés dans une épaisseur de caoutchouc (respectivement C1, C2, C3), avec :

- côté bande de roulement, une première couche (10a) de caoutchouc (C1) comportant une première rangée de renforts (110), orientés selon un angle alpha de -5 à +5 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X), ces renforts (110) dits premiers renforts ayant un diamètre d'encombrement noté D1 compris entre 0,30 mm et 0,60 mm et étant en matériau textile thermorétractile ;

- au contact de la première couche (10b) et disposée sous cette dernière, une deuxième couche (10b) de caoutchouc (C2) comportant une deuxième rangée de renforts (120), orientés selon un angle β donné, positif ou négatif, compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X), ces renforts (120) dits deuxièmes renforts ayant un diamètre ou épaisseur, noté(e) D2, compris(e) entre 0,20 mm et 0,50 mm ;
- au contact de la deuxième couche (10b) et disposée sous cette dernière, une troisième couche (10c) de caoutchouc (C3) comportant une troisième rangée de renforts (130), orientés selon un angle γ opposé à l'angle β , lui-même compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X), identique à ou différent de l'angle β , ces renforts (130) dits troisièmes renforts ayant un diamètre ou épaisseur, noté(e) D3, compris(e) entre 0,20 mm et 0,50 mm.

Selon l'invention, les angles β et γ de sens opposés, tous deux compris entre 10° et 30°, peuvent être identiques ou différents, c'est-à-dire que les deuxièmes (120) et troisièmes (130) renforts peuvent être disposés symétriquement ou pas, de part et d'autre du plan circonférentiel médian (M) précédemment défini.

Dans ce pneumatique schématisé à la figure 1, on comprendra bien entendu que la bande de roulement (3), le stratifié multicouche (10) et l'armature de carcasse (7) peuvent être ou non au contact les uns des autres, même si ces parties ont été volontairement séparées sur la figure 1, schématiquement, pour des raisons de simplification et de clarté du dessin. Elles pourraient être séparées physiquement, tout au moins pour une partie d'entre elles, par exemple par des gommages de liaison, bien connues de l'homme du métier, destinées à optimiser la cohésion de l'ensemble après cuisson ou réticulation.

Dans le pneu de l'invention, selon une première caractéristique essentielle, tout ou partie des premiers renforts (110) en matériau textile thermorétractile sont des fibres multifilamentaires tordues individuellement sur elles-mêmes selon une torsion T supérieure à 100 tr/m (tours par mètre).

Dit autrement, pour tout ou partie, ces premiers renforts (110) sont chacun constitués par une fibre multifilamentaire unitaire (à un seul brin) qui est tordue individuellement sur elle-même, appelée communément « surtors » par opposition à un retors dans lequel, de manière bien connue, au moins deux fibres (ou brins) sont d'abord tordues individuellement dans une direction donnée (par exemple dans la direction S) puis les (au moins) deux retordues ensemble dans la direction opposée (direction Z) pour constituer finalement ce retors par assemblage d'au moins deux brins.

La torsion (individuelle) notée T de cette fibre multifilamentaire est de préférence comprise entre 100 et 450 tr/m, plus préférentiellement comprise dans un domaine de 120 à 350 tr/m, en particulier dans un domaine de 140 à 300 tr/m.

- 5 La masse linéique ou titre des fibres multifilamentaires est de préférence comprise entre 50 et 250 tex (g/1000 m de fibre), plus préférentiellement dans un domaine de 65 à 200 tex.

10 Le diamètre d'encombrement (moyen) D1 de ces premiers renforts textiles (110) est quant à lui compris entre 0,30 mm et 0,60 mm, de préférence entre 0,35 et 0,55 mm, en particulier compris dans un domaine de 0,40 à 0,50 mm ; on entend de manière usuelle par diamètre d'encombrement le diamètre du cylindre de révolution imaginaire qui entoure de tels premiers renforts textiles (110) dans le cas où ces derniers ne sont pas à section droite circulaire.

- 15 De préférence, la contraction thermique (notée CT) des premiers renforts (110) en matériau textile thermorétractile, après 2 min à 185°C, est inférieure à 7,5%, plus préférentiellement inférieure à 7,0%, en particulier inférieure à 6,0%, valeurs qui se sont révélées préférables pour la stabilité de fabrication et de dimensionnement des enveloppes de pneumatiques, en particulier lors des phases de cuisson et refroidissement des ces dernières.

20 Il s'agit de la contraction relative de ces premiers renforts (110) dans les conditions énoncées ci-après du test. La grandeur CT est mesurée, sauf précisions différentes, selon la norme ASTM D1204-08, par exemple sur un appareil du type « TESTRITE », sous une prétension dite standard de 0,5 cN/tex (donc ramenée au titre ou densité linéique de l'échantillon testé).
25 A longueur constante, on mesure également le maximum de la force de contraction (notée F_C) à l'aide du test ci-dessus, cette fois à une température de 180°C et sous 3% d'élongation. Cette force de contraction F_C est préférentiellement supérieure à 10 N (Newton). Une force de contraction élevée s'est révélée particulièrement favorable à la capacité de fretage des premiers renforts (110) en matériau textile thermorétractile, vis-à-vis de l'armature de
30 sommet du pneumatique lorsque ce dernier s'échauffe sous une haute vitesse de roulage.

Les grandeurs CT et F_C ci-dessus peuvent être indistinctement mesurées sur les renforts textiles initiaux encollés avant leur incorporation dans le stratifié puis dans le pneumatique, ou bien mesurée sur ces renforts une fois extraits de la zone centrale du pneumatique
35 vulcanisé et de préférence « dégomés » (c'est-à-dire débarrassés du caoutchouc qui les enrobe dans la couche C1).

Tout matériau textile thermorétractile convient, en particulier et préférentiellement un matériau textile vérifiant les caractéristiques de contraction CT énoncées ci-dessus convient.
40 De préférence, ce matériau textile thermorétractile est choisi dans le groupe constitué par les

polyamides, les polyesters et les polycétones. Parmi les polyamides (ou nylons), on peut citer notamment les polyamides 4-6, 6, 6-6, 11 ou 12. Parmi les polyesters, on peut citer par exemple les PET (polyéthylène téréphthalate), PEN (polyéthylène naphthalate), PBT (polybutylène téréphthalate), PBN (polybutylène naphthalate), PPT (polypropylène téréphthalate), PPN (polypropylène naphthalate).

Plus préférentiellement, le matériau textile thermorétractile constitutif des premiers renforts (110) est un polyamide (nylon) ou un polyester.

Préférentiellement, les fibres multifilamentaires tordues individuellement sur elles-mêmes représentent la majorité (par définition majorité en nombre), de préférence la totalité des premiers (110) renforts de la première couche (10a) de caoutchouc (C1).

Grâce à leur plus forte compacité, ces surtors présentent l'avantage, comparativement à des cordes textiles formées de fibres multifilamentaires conventionnellement tordues entre elles, de mieux protéger contre l'humidité le reste du stratifié composite multicouche, ainsi de limiter les risques de pénaliser l'adhésion entre les divers renforts du stratifié et leur matrice de caoutchouc environnante, sans compter les risques de corrosion de surface des monofilaments en acier.

Dans le pneu de l'invention, selon une deuxième caractéristique essentielle, tout ou partie des deuxièmes (120) et/ou troisièmes (130) renforts sont des renforts composites constitués de monofilaments en acier (120a, 130a) qui sont recouverts d'une gaine (120b, 130b) d'une matière thermoplastique, ces monofilaments, pour rappel, n'étant pas tordus, câblés ensemble mais utilisés à l'état unitaire.

La température de transition vitreuse T_g de la matière thermoplastique est supérieure à 20°C ; elle est préférentiellement supérieure à 50°C, plus préférentiellement supérieure à 70°C. Sa température de fusion (notée T_f) est préférentiellement supérieure à 150°C, plus préférentiellement supérieure à 200°C.

T_g et T_f sont mesurées de manière connue par DSC (*Differential Scanning Calorimetry*), au second passage, par exemple et sauf indications différentes spécifiées dans la présente demande, selon la norme ASTM D3418 de 1999 (appareil DSC "822-2" de Mettler Toledo ; atmosphère azote ; échantillons préalablement portés de la température ambiante (23°C) à 250°C (10°C/min), puis refroidis rapidement jusqu'à 23°C, avant enregistrement final de la courbe de DSC de 23°C à 250°C, selon une rampe de 10°C/min).

L'épaisseur minimale (notée E_m) de la gaine thermoplastique (120b, 130b) recouvrant les monofilaments (120a, 130a) en acier des deuxièmes (120) et/ou troisièmes (130) (plus

préférentiellement deuxièmes et troisièmes) renforts composites, telle que schématisée aux figures 3a, 3b et 3c, est de préférence comprise entre 5 et 150 μm , plus préférentiellement entre 10 et 100 μm , en particulier entre 15 et 50 μm .

5 Cette gaine thermoplastique présentant une rigidité intermédiaire entre la rigidité des monofils en acier et la rigidité de la matrice de caoutchouc les enrobant, les contraintes exercées aux interfaces sont réduites, ce qui est susceptible d'améliorer encore l'endurance globale du stratifié multicouche du pneumatique de l'invention.

10 Typiquement, la matière thermoplastique est un polymère ou une composition polymérique (c'est-à-dire une composition à base d'au moins un polymère et d'au moins un additif).

Ce polymère thermoplastique est choisi de préférence dans le groupe constitué par les polyamides, les polyesters, les polyimides et les mélanges de tels polymères ; plus
15 particulièrement, ce polymère est un polyamide ou un polyester. Parmi les polyamides (aliphatiques), on peut citer notamment les polyamides 4-6, 6, 6-6, 11 ou 12. Parmi les polyesters, on peut citer plus particulièrement les PET (polyéthylène téréphthalate), PEN (polyéthylène naphthalate), PBT (polybutylène téréphthalate), PBN (polybutylène naphthalate), PPT (polypropylène téréphthalate), PPN (polypropylène naphthalate).

20 Au polymère ou mélange de polymères ci-dessus, peuvent être éventuellement ajoutés, pour constituer une composition polymérique, divers additifs tels que colorant, charge, plastifiant, antioxydant ou autre stabilisant. On pourra avantageusement ajouter à la matière thermoplastique ci-dessus, des composants compatibles, de préférence eux-mêmes
25 thermoplastiques, susceptibles de favoriser l'adhésion à une matrice de caoutchouc diénique, par exemple des élastomères TPS (thermoplastiques styréniques) du type insaturés, notamment époxydés, tels que décrits par exemple dans les demandes WO 2013/117474 et WO 2013/117475.

30 Selon un mode de réalisation préférentiel, la gaine comprend une couche unique de matière thermoplastique. En variante, la gaine pourrait toutefois comprendre plusieurs couches distinctes, au moins l'une d'entre elles, voire même toutes, étant matière thermoplastique. On pourra ainsi utiliser les différents matériaux et couches décrits dans les demandes
35 WO2010/136389, WO2010/105975, WO2011/012521, WO2011/051204, WO2012/016757, WO2012/038340, WO2012/038341, WO2012/069346, WO2012/104279, WO2012/104280 et WO2012/104281.

Les deuxièmes (120) et troisièmes (130) renforts selon l'invention ont un diamètre (ou par définition une épaisseur si leur section droite n'est pas circulaire), respectivement noté D2 et
40 D3, qui est compris entre 0,20 mm et 0,50 mm. D2 et D3 peuvent être identiques ou

différents d'une couche à l'autre ; s'ils sont différents, D3 peut être supérieur à D2 ou bien inférieur à D2, selon les modes de réalisation particuliers de l'invention.

De préférence D2 et/ou D3 (plus préférentiellement D2 et D3) sont supérieurs à 0,25 mm et inférieurs à 0,40 mm. Plus préférentiellement, pour une endurance optimale du pneu de l'invention, notamment sous des conditions de roulage sévères, on préfère que D2 et/ou D3 (plus préférentiellement D2 et D3) soient compris dans un domaine de 0,28 à 0,35 mm.

De préférence, l'acier est un acier au carbone, tel que par exemple ceux utilisés dans les câbles type "*steel cords*" pour pneumatiques ; mais il est bien entendu possible d'utiliser d'autres aciers, par exemple des aciers inoxydables, ou d'autres alliages.

Selon un mode de réalisation préférentiel, lorsqu'un acier au carbone est utilisé, sa teneur en carbone (% en poids d'acier) est comprise dans un domaine de 0,5% à 1,2%, plus préférentiellement de 0,7% à 1,0%. L'invention s'applique en particulier à des aciers du type *steel cord* à résistance normale (dit "NT" pour "*Normal Tensile*") ou à haute résistance (dit "HT" pour "*High Tensile*"), les (deuxièmes et troisièmes) renforts en acier au carbone possédant alors une résistance en traction (Rm) qui est de préférence supérieure à 2000 MPa, plus préférentiellement supérieure à 2500 MPa. L'invention s'applique également à des aciers du type *steel cord* à très haute résistance (dit "SHT" pour "*Super High Tensile*"), ultra-haute résistance (dit "UHT" pour "*Ultra High Tensile*" ou "MT" pour "*Mega Tensile*"), les (deuxièmes et troisièmes) renforts en acier au carbone possédant alors une résistance en traction (Rm) qui est de préférence supérieure à 3000 MPa, plus préférentiellement supérieure à 3500 MPa. L'allongement total à la rupture (At) de ces renforts, somme de l'allongement élastique et de l'allongement plastique, est de préférence supérieur à 2,0%.

Pour ce qui concerne les renforts (deuxième et troisièmes) en acier, les mesures de force à la rupture, de résistance à la rupture notée Rm (en MPa) et d'allongement à la rupture noté At (allongement total en %) sont effectuées en traction selon la norme ISO 6892 de 1984.

L'acier utilisé, qu'il s'agisse en particulier d'un acier au carbone ou d'un acier inoxydable, peut être lui-même revêtu, avant gainage par la matière thermoplastique, d'une couche métallique améliorant par exemple les propriétés de mise en œuvre du monofilament d'acier, ou les propriétés d'usage du renfort et/ou du pneumatique eux-mêmes, telles que les propriétés d'adhésion, de résistance à la corrosion ou encore de résistance au vieillissement. L'acier peut être par exemple recouvert d'une couche de laiton (alliage Zn-Cu) ou de zinc ; on rappelle notamment que lors du procédé de fabrication des fils, le revêtement de laiton ou de zinc facilite le tréfilage du fil, ainsi que le collage du fil avec le caoutchouc.

L'étape de gainage ou recouvrement des monofils en acier par la matière thermoplastique est réalisée de manière bien connue de l'homme du métier, par exemple par passage du monofil, voire le cas échéant de plusieurs monofils disposés parallèlement, à travers une ou des filières de diamètre adapté, dans des têtes d'extrusion chauffées à des températures appropriées, ou encore dans un bain d'enduction contenant la matière thermoplastique mise préalablement en solution dans un solvant (ou mélange de solvants) organique approprié. En sortie de la tête d'extrusion, le ou les monofils ainsi gainés sont ensuite refroidis suffisamment de manière à solidifier la couche de matière thermoplastique, par exemple avec de l'air ou un autre gaz froid, ou par passage dans un bain d'eau suivi d'une étape de séchage. Avantageusement, avant dépôt de la gaine de matière thermoplastique, les monofils en acier peuvent être soumis à un traitement d'adhésion afin d'améliorer l'adhésion ultérieure entre l'acier et la gaine thermoplastique.

Préférentiellement, la gaine de matière thermoplastique est ensuite pourvue d'une couche adhésive au regard de chaque couche de composition de caoutchouc avec laquelle elle est au contact. Pour faire adhérer le caoutchouc à cette matière thermoplastique, on pourra utiliser tout système adhésif approprié, par exemple une simple colle textile du type "RFL" (résorcinol-formaldéhyde-latex) comportant au moins un élastomère diénique tel que du caoutchouc naturel, ou toute colle équivalente connue pour conférer une adhésion satisfaisante entre du caoutchouc et des fibres thermoplastiques conventionnelles telles que des fibres en polyester ou en polyamide, comme par exemple les compositions adhésives décrites dans les demandes WO 2013/017421, WO 2013/017422, WO 2013/017423.

A titre d'exemple, le procédé d'encollage peut comporter essentiellement les étapes successives suivantes : passage dans un bain de colle, suivi d'un essorage (par exemple par soufflage, calibrage) pour éliminer l'excès de colle ; puis séchage par exemple par passage dans un four ou tunnel chauffant (par exemple pendant 30 s à 180°C) et enfin traitement thermique (par exemple pendant 30 s à 230°C).

Avant l'encollage ci-dessus, il peut être avantageux d'activer la surface de la matière thermoplastique, par exemple par voie mécanique et/ou physique et/ou chimique, pour améliorer sa prise de colle et/ou son adhésion finale au caoutchouc. Un traitement mécanique pourra consister par exemple en une étape préalable de matage ou de rayage de la surface ; un traitement physique pourra consister par exemple en un traitement par un rayonnement tel qu'un faisceau d'électrons ; un traitement chimique pourra par exemple consister en un passage préalable dans un bain de résine époxy et/ou de composé isocyanate.

La surface de la matière thermoplastique étant en règle générale lisse, il peut être également avantageux d'ajouter un épaississant à la colle utilisée, afin d'améliorer la prise totale de colle du renfort multi-composite lors de son encollage.

L'homme du métier comprendra aisément que la connexion entre la gaine de matière thermoplastique et chaque couche de caoutchouc avec laquelle elle est au contact, est assurée définitivement lors de la cuisson (réticulation) finale du bandage auquel se destine le stratifié.

5

Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, les monofils en acier gainés par la gaine thermoplastique représentent la majorité (par définition, majorité en nombre), plus préférentiellement la totalité, des deuxièmes (120) renforts de la deuxième couche (10b) de caoutchouc (C2). Selon un autre mode de réalisation préférentiel, combiné ou non au précédent, les monofilaments en acier gainés par la gaine thermoplastique représentent la majorité, plus préférentiellement la totalité, des troisièmes renforts (130) de la troisième couche (10c) de caoutchouc (C3).

10

Chaque couche (C1, C2, C3) de composition de caoutchouc (ou ci-après "couche de caoutchouc") constitutive du stratifié composite multicouche, est à base d'au moins un élastomère et une charge.

15

De préférence, le caoutchouc est un caoutchouc diénique, c'est-à-dire pour rappel tout élastomère (élastomère unique ou mélange d'élastomères) qui est issu, au moins en partie (i.e., un homopolymère ou un copolymère), de monomères diènes c'est-à-dire de monomères porteurs de deux doubles liaisons carbone-carbone, que ces dernières soient conjuguées ou non.

20

Cet élastomère diénique est choisi plus préférentiellement dans le groupe constitué par les polybutadiènes (BR), le caoutchouc naturel (NR), les polyisoprènes de synthèse (IR), les copolymères de butadiène, les copolymères d'isoprène, et les mélanges de ces élastomères, de tels copolymères étant notamment choisis dans le groupe constitué par les copolymères de butadiène-styrène (SBR), les copolymères d'isoprène-butadiène (BIR), les copolymères d'isoprène-styrène (SIR) et les copolymères d'isoprène-butadiène-styrène (SBIR).

25

30

Un mode de réalisation particulièrement préférentiel consiste à utiliser un élastomère "isoprénique", c'est-à-dire un homopolymère ou un copolymère d'isoprène, en d'autres termes un élastomère diénique choisi dans le groupe constitué par le caoutchouc naturel (NR), les polyisoprènes de synthèse (IR), les différents copolymères d'isoprène et les mélanges de ces élastomères.

35

L'élastomère isoprénique est de préférence du caoutchouc naturel ou un polyisoprène de synthèse du type cis-1,4. Parmi ces polyisoprènes de synthèse, sont utilisés de préférence des polyisoprènes ayant un taux (% molaire) de liaisons cis-1,4 supérieur à 90%, plus préférentiellement encore supérieur à 98%. Selon un mode de réalisation préférentiel, chaque

40

couche de composition de caoutchouc comporte 50 à 100 pce de caoutchouc naturel. Selon d'autres modes de réalisation préférentiels, l'élastomère diénique peut être constitué, en tout ou partie, d'un autre élastomère diénique tel que, par exemple, un élastomère SBR utilisé en coupage ou non avec un autre élastomère, par exemple du type BR.

Chaque composition de caoutchouc peut comporter un seul ou plusieurs élastomère(s) diénique(s), également tout ou partie des additifs habituellement utilisés dans les matrices de caoutchouc destinées à la fabrication de pneumatiques, tels que par exemple des charges renforçantes comme le noir de carbone ou la silice, des agents de couplage, des agents anti-vieillessement, des antioxydants, des agents plastifiants ou des huiles d'extension, que ces derniers soient de nature aromatique ou non-aromatique (notamment des huiles très faiblement ou non aromatiques, par exemple du type naphthéniques ou paraffiniques, à haute ou de préférence à basse viscosité, des huiles MES ou TDAE), des résines plastifiantes à haute température de transition vitreuse (supérieure à 30°C), des agents facilitant la mise en œuvre (processabilité) des compositions à l'état cru, des résines tackifiantes, des agents antiréversion, des accepteurs et donneurs de méthylène tels que par exemple HMT (hexaméthylènetétramine) ou H3M (hexaméthoxyméthylmélamine), des résines renforçantes (tels que résorcinol ou bismaléimide), des systèmes promoteurs d'adhésion connus du type sels métalliques par exemple, notamment des sels de cobalt, de nickel ou de lanthanide, un système de réticulation ou de vulcanisation.

De préférence, le système de réticulation de la composition de caoutchouc est un système dit de vulcanisation, c'est-à-dire à base de soufre (ou d'un agent donneur de soufre) et d'un accélérateur primaire de vulcanisation. A ce système de vulcanisation de base peuvent s'ajouter divers accélérateurs secondaires ou activateurs de vulcanisation connus. Le soufre est utilisé à un taux préférentiel compris entre 0,5 et 10 pce, l'accélérateur primaire de vulcanisation, par exemple un sulfénamide, est utilisé à un taux préférentiel compris entre 0,5 et 10 pce. Le taux de charge renforçante, par exemple du noir de carbone et/ou de la silice, est de préférence supérieur à 30 pce, notamment compris entre 30 et 100 pce.

Comme noirs de carbone conviennent tous les noirs de carbone, notamment les noirs du type HAF, ISAF, SAF conventionnellement utilisés dans les pneumatiques (noirs dits de grade pneumatique). Parmi ces derniers, on citera plus particulièrement les noirs de carbone de grade (ASTM) 300, 600 ou 700 (par exemple N326, N330, N347, N375, N683, N772). Comme silices conviennent notamment les silices précipitées ou pyrogénées présentant une surface BET inférieure à 450 m²/g, de préférence de 30 à 400 m²/g.

L'homme de l'art saura, à la lumière de la présente description, ajuster la formulation des compositions de caoutchouc afin d'atteindre les niveaux de propriétés (notamment module d'élasticité) souhaités, et adapter la formulation à l'application spécifique envisagée.

De préférence, chaque composition de caoutchouc présente, à l'état réticulé, un module sécant en extension, à 10% d'allongement, qui est compris entre 4 et 25 MPa, plus préférentiellement entre 4 et 20 MPa ; des valeurs comprises notamment entre 5 et 15 MPa se sont révélées particulièrement convenir. Les mesures de module sont effectuées en traction, sauf indication différente selon la norme ASTM D 412 de 1998 (éprouvette "C") : on mesure en seconde élongation (c'est-à-dire après un cycle d'accommodation) le module sécant "vrai" (c'est-à-dire ramené à la section réelle de l'éprouvette) à 10% d'allongement, noté ici M_s et exprimé en MPa (conditions normales de température et d'hygrométrie selon la norme ASTM D 1349 de 1999).

Pour faire adhérer les premiers, deuxièmes et troisièmes renforts à leurs trois couches de caoutchouc respectives (C1, C2, C3) précédemment décrites, on pourra utiliser tout système adhésif approprié, par exemple une colle textile du type "RFL" (résorcinol-formaldéhyde-latex) ou équivalente pour ce qui concerne les premiers renforts textiles et les monofilaments en acier gainés par leur matière thermoplastique.

Le pneumatique de l'invention a pour autres caractéristiques préférentielles au moins une, de préférence les deux qui suivent :

- la densité d_1 des premiers renforts (110) dans la première couche de caoutchouc (C1), mesurée dans la direction axiale (Y), est comprise entre 90 et 150 fils/dm (décimètre, c'est-à-dire par 100 mm de couche de caoutchouc);
- la densité, respectivement notée d_2 et d_3 , des deuxièmes (120) et troisièmes (130) renforts dans respectivement les deuxième (C2) et troisième (C3) couches de caoutchouc, mesurée dans la direction axiale (Y), est comprise entre 100 et 180 fils/dm.

Plus préférentiellement, au moins une, de préférence les deux caractéristiques suivantes sont vérifiées :

- la densité d_1 est comprise entre 100 et 140 fils/dm ;
- les densités d_2 et d_3 sont comprises entre 110 et 170, plus préférentiellement encore entre 120 et 160 fils/dm.

D'autre part et selon un autre mode de réalisation préférentiel de l'invention, au moins une des caractéristiques suivantes est vérifiée (plus préférentiellement les trois) :

- l'épaisseur moyenne E_{z1} de caoutchouc séparant un premier renfort (110) de la première couche (C1), du deuxième renfort (120) de la deuxième couche (C2) qui lui

est le plus proche, mesurée dans la direction radiale (Z), est inférieure à 0,40 mm, plus préférentiellement comprise entre 0,20 et 0,40 mm, en particulier entre 0,20 et 0,35 mm;

- l'épaisseur moyenne Ez_2 de caoutchouc séparant un deuxième renfort (120) de la deuxième couche (C2), du troisième renfort (130) de la troisième couche (C3) qui lui est le plus proche, mesurée dans la direction radiale (Z), est inférieure à 0,60 mm, plus préférentiellement comprise entre 0,35 et 0,60 mm, en particulier entre 0,35 et 0,55 mm ;

- l'épaisseur totale du stratifié composite multicouche, c'est-à-dire de ses trois couches (C1, C2, C3) superposées, mesurée selon la direction radiale Z, est comprise entre 1,8 et 2,7 mm, en particulier entre 2,0 et 2,5 mm.

Toutes les données indiquées précédemment (D1, D2, D3, Em, d_1 , d_2 , d_3 , Ez_1 , Ez_2 et épaisseur totale) sont des valeurs moyennes mesurées expérimentalement par un opérateur sur des photographies de coupes radiales de pneus vulcanisés, opérées dans la partie centrale de la ceinture, 5 cm de part et d'autre du plan médian (M), soit sur une largeur totale de 10 cm (soit entre - 5 cm et + 5 cm par rapport au plan médian M).

La figure 2 représente de manière schématique (sans respect d'une échelle spécifique), en coupe transversale, un exemple de stratifié composite multicouche (10a, 10b, 10c) utilisé comme ceinture (10) dans le pneu (1) conforme à l'invention de la figure 1, le stratifié (10) incorporant :

- des renforts (110) en matériau textile thermorétractile (par exemple en polyester ou polyamide) sous la forme d'une fibre multifilamentaire tordue sur elle-même selon une torsion supérieure à 100 tr/m ;
- des deuxièmes (120) et/ou troisièmes (130) renforts composites tels qu'illustrés plus en détail à la figure 3, comportant des monofilaments en acier (120a, 130a) qui sont recouverts d'une gaine (120b, 130b) d'une matière thermoplastique de Tg supérieure à 20°C, par exemple en polyester ou en polyamide.

A titre d'exemples, la gaine (120b, 130b) peut être circulaire, carrée ou bien rectangulaire (Fig. 3a, 3b et 3c). Elle pourrait aussi être par exemple de forme oblongue.

Les monofilaments en acier gainés par la matière thermoplastique peuvent être gainés individuellement comme indiqué à titre d'exemples aux figures 3a et 3b, ceci constituant un mode de réalisation préférentiel. Mais, selon un autre mode de réalisation préférentiel, c'est plusieurs monofilaments en acier (tout ou partie des renforts 120 et/ou 130 du stratifié) qui pourraient être collectivement gainés par la même gaine thermoplastique, comme indiqué à titre d'exemple à la figure 3c où le renfort final 130 est ici constitué de 4 monofilaments en

acier (130a) qui ont été gainés collectivement par une gaine unique de matière thermoplastique (130b).

Il est à souligner que l'utilisation d'une même matière thermoplastique, par exemple polyester ou polyamide, pour constituer d'une part le matériau textile thermorétractile et d'autre part la matière gainant les monofilaments en acier, peut être particulièrement avantageuse puisque aucun problème de compatibilité ne se pose alors entre les renforts respectifs, en particulier en cas de contact direct parasite entre ces derniers.

Comme illustré à la figure 2, Ez_1 est la moyenne des épaisseurs ($Ez_{1(1)}$, $Ez_{1(2)}$, $Ez_{1(3)}$, ..., $Ez_{1(i)}$) de caoutchouc séparant un premier renfort (110) du deuxième renfort (120) qui lui est le plus proche, ces épaisseurs étant chacune mesurées dans la direction radiale Z, et moyennées sur une distance axiale totale comprise entre - 5,0 cm et + 5,0 cm par rapport au centre de la ceinture (soit, par exemple au total environ 100 mesures si l'on trouve dix renforts (110) par cm dans la couche C1).

Exprimé autrement, Ez_1 est la moyenne des distances minimales $Ez_{1(i)}$ séparant « dos à dos » chaque premier renfort (110) du deuxième renfort (120), bien entendu gaine comprise, qui lui est le plus proche dans la direction radiale Z, cette moyenne étant calculée sur l'ensemble des premiers renforts (110) présents dans la partie centrale de la ceinture, dans un intervalle axial s'étendant entre - 5 cm et + 5 cm par rapport au plan médian M.

De même, Ez_2 est la moyenne des épaisseurs de caoutchouc ($Ez_{2(1)}$, $Ez_{2(2)}$, $Ez_{2(3)}$, ..., $Ez_{2(i)}$) séparant un deuxième renfort (120) du troisième renfort (130) qui lui est le plus proche, mesurées dans la direction radiale Z, cette moyenne étant calculée sur une distance axiale totale comprise entre - 5,0 cm et + 5,0 cm par rapport au centre de la ceinture. Exprimé différemment, ces épaisseurs représentent les distances minimales qui séparent « dos à dos » le deuxième renfort (120) du troisième renfort (130) qui lui est le plus proche dans la direction radiale Z.

Exprimé différemment, Ez_2 est la moyenne des distances minimales $Ez_{2(i)}$ séparant « dos à dos » chaque deuxième renfort (120) du troisième renfort (130), bien entendu gaines comprises, qui lui est le plus proche dans la direction radiale Z, cette moyenne étant calculée sur l'ensemble des deuxièmes renforts (120) présents dans la partie centrale de la ceinture, dans un intervalle axial s'étendant entre - 5 cm et + 5 cm par rapport au plan médian M.

Pour une performance optimisée en termes de résistance au roulement, poussée de dérive et endurance au roulage, le pneumatique de l'invention vérifie préférentiellement au moins une des inégalités suivantes (plus préférentiellement les trois) :

$$0,15 < E_{z1} / (E_{z1} + D1 + D2) < 0,30$$

$$0,20 < E_{z2} / (E_{z2} + D2 + D3) < 0,50$$

$$0,20 < (E_{z1}+E_{z2}) / (E_{z1}+E_{z2}+D1+D2+ D3) < 0,40 .$$

- 5 En conclusion, l'invention offre la possibilité de maintenir à un bas niveau voire même de réduire encore l'épaisseur des ceintures de pneumatiques et celle des couches de caoutchouc constituant une partie de leur structure, *in fine* le poids et la résistance au roulement des pneumatiques, sans risque de contact direct entre les différents renforts.
- 10 Le stratifié composite multicouche est mieux protégé de l'humidité grâce à l'emploi dans sa première couche de fibres textiles multifilamentaires tordues individuellement sur elles-mêmes.
- 15 La gaine thermoplastique constitue en outre une barrière efficace contre les agents corrosifs susceptibles de pénétrer dans le stratifié multicouche en cas d'agressions du pneumatique. Enfin, cette gaine présentant une rigidité intermédiaire entre celles des monofils en acier et de la matrice de caoutchouc les enrobant, les contraintes exercées aux interfaces sont réduites, ce qui est susceptible d'améliorer l'endurance globale du stratifié composite multicouche du pneumatique de l'invention.

REVENDICATIONS

5 1. Pneumatique radial (1), définissant trois directions principales, circonférentielle (X), axiale (Y) et radiale (Z), comportant un sommet (2) surmonté d'une bande de roulement (3), deux flancs (4), deux bourrelets (5), chaque flanc (4) reliant chaque bourrelet (5) au sommet (2), une armature de carcasse (7) ancrée dans chacun des bourrelets (5) et s'étendant dans les flancs (4) jusqu'au sommet (2), une armature de sommet ou ceinture (10) s'étendant dans le
10 sommet (2) selon la direction circonférentielle (X) et situé radialement entre l'armature de carcasse (7) et la bande de roulement (3), ladite ceinture (10) comportant un stratifié composite multicouche (10a, 10b, 10c) comportant au moins trois couches superposées de renforts (110, 120, 130), lesdits renforts étant dans chaque couche unidirectionnels et noyés dans une épaisseur de caoutchouc (respectivement C1, C2, C3), avec :

- 15 - côté bande de roulement, une première couche (10a) de caoutchouc (C1) comportant une première rangée de renforts (110), orientés selon un angle α de -5 à +5 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X), ces renforts (110) dits premiers renforts ayant un diamètre d'encombrement noté D1 compris entre 0,30 mm et
20 0,60 mm et étant en matériau textile thermorétractile ;
- au contact de la première couche (10b) et disposée sous cette dernière, une deuxième couche (10b) de caoutchouc (C2) comportant une deuxième rangée de renforts (120), orientés selon un angle β donné, positif ou négatif, compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X), ces renforts (120) dits deuxièmes
25 renforts ayant un diamètre ou épaisseur, noté(e) D2, compris(e) entre 0,20 mm et 0,50 mm ;
- au contact de la deuxième couche (10b) et disposée sous cette dernière, une troisième couche (10c) de caoutchouc (C3) comportant une troisième rangée de renforts (130), orientés selon un angle γ opposé à l'angle β , lui-même compris entre 10 et
30 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X), ces renforts (130) dits troisièmes renforts ayant un diamètre ou épaisseur, noté(e) D3, compris(e) entre 0,20 mm et 0,50 mm,

caractérisé en ce que :

- 35 - tout ou partie des premiers renforts (110) en matériau textile thermorétractile sont des fibres multifilamentaires tordues individuellement sur elles-mêmes selon une torsion T supérieure à 100 tours par mètre ;
- tout ou partie des deuxièmes (120) et/ou troisièmes (130) renforts sont des renforts
40 composites comportant des monofilaments en acier (120a, 130a) qui sont recouverts

d'une gaine (120b, 130b) d'une matière thermoplastique dont la température de transition vitreuse T_g est supérieure à 20°C.

- 5 **2.** Pneumatique selon la revendication 1, dans lequel la torsion T des fibres multifilamentaires est comprise entre 100 et 450 tr/m, de préférence dans un domaine de 120 à 350 tr/m.
- 10 **3.** Pneumatique selon les revendications 1 ou 2, dans lequel la masse linéique des fibres multifilamentaires est comprise entre 50 et 250 tex, de préférence dans un domaine de 65 à 200 tex.
- 15 **4.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel D_1 est compris entre 0,35 mm et 0,55 mm, de préférence dans un domaine de 0,40 mm à 0,50 mm.
- 20 **5.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la densité d_1 des premiers renforts (110) dans la première couche de caoutchouc (C1), mesurée dans la direction axiale (Y), est comprise entre 90 et 150 fils/dm, de préférence entre 100 et 140 fils/dm.
- 25 **6.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la contraction thermique CT des premiers renforts (110) en matériau textile thermorétractile, après 2 min à 185°C, est inférieure à 7,5%.
- 30 **7.** Pneumatique selon la revendication 6, dans lequel CT est inférieure à 7,0%, de préférence inférieur à 6,0%.
- 35 **8.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le matériau textile thermorétractile constitutif des premiers renforts (110) est un polyamide ou un polyester.
- 40 **9.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel les fibres multifilamentaires tordues individuellement sur elles-mêmes représentent la majorité de préférence la totalité des premiers (110) renforts de la première couche (10a) de caoutchouc (C1).
- 10.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel D_2 et/ou D_3 sont supérieurs à 0,25 mm et inférieurs à 0,40 mm.
- 11.** Pneumatique selon la revendication 10, dans lequel D_2 et/ou D_3 sont compris dans un domaine de 0,28 à 0,35 mm.

12. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel l'épaisseur minimale notée E_m de la gaine thermoplastique (120b, 130b) recouvrant les monofilaments (120a, 130a) en acier des deuxièmes (120) et/ou troisièmes (130) renforts composites est comprise entre 5 et 150 μm , de préférence entre 10 et 100 μm .

13. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel T_g est supérieure à 50°C, de préférence supérieure à 70°C.

14. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel la matière thermoplastique est un polymère ou une composition de polymère.

15. Pneumatique selon la revendication 14, dans lequel le polymère est un polyamide ou un polyester.

16. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel la densité, respectivement d_2 et d_3 , des deuxièmes (120) et troisièmes (130) renforts dans respectivement les deuxième (C2) et troisième (C3) couches de caoutchouc, mesurée dans la direction axiale (Y), est comprise entre 100 et 180 fils/dm.

17. Pneumatique selon la revendication 16, dans lequel les densités d_2 et d_3 sont comprises entre 110 et 170, de préférence entre 120 et 160 fils/dm.

18. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, dans lequel l'acier constitutif des deuxièmes et troisièmes renforts (120, 130) est un acier au carbone.

19. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, dans lequel les monofilaments en acier gainés par la gaine thermoplastique représentent la majorité de préférence la totalité des deuxièmes (120) renforts de la deuxième couche (10b) de caoutchouc (C2).

20. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, dans lequel les monofilaments en acier gainés par la gaine thermoplastique représentent la majorité de préférence la totalité des troisièmes renforts (130) de la troisième couche (10c) de caoutchouc (C3).

21. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, dans lequel la caractéristique suivante, mesurée dans la partie centrale de la ceinture du pneumatique à l'état vulcanisé, de part et d'autre du plan médian (M) sur une largeur axiale totale de 10 cm, est vérifiée :

- l'épaisseur moyenne Ez_1 de caoutchouc séparant un premier renfort (110) du deuxième renfort (120) qui lui est le plus proche, mesurée dans la direction radiale (Z), est inférieure à 0,40 mm, de préférence comprise entre 0,20 et 0,40 mm.

5 **22.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, dans lequel la caractéristique suivante, mesurée dans la partie centrale de la ceinture du pneumatique à l'état vulcanisé, de part et d'autre du plan médian (M) sur une largeur axiale totale de 10 cm, est vérifiée :

- 10 - l'épaisseur moyenne Ez_2 de caoutchouc séparant un deuxième renfort (120) du troisième renfort (130) qui lui est le plus proche, mesurée dans la direction radiale (Z), est inférieure à 0,60 mm, de préférence comprise entre 0,35 et 0,60 mm.

15 **23.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, dans lequel l'inégalité suivante est vérifiée :

$$0,15 < Ez_1 / (Ez_1 + D1 + D2) < 0,30$$

20 **24.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 23, dans lequel l'inégalité suivante est vérifiée :

$$0,20 < Ez_2 / (Ez_2 + D2 + D3) < 0,50$$

25 **25.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 24, dans lequel l'inégalité suivante est vérifiée :

$$0,20 < (Ez_1 + Ez_2) / (Ez_1 + Ez_2 + D1 + D2 + D3) < 0,40$$

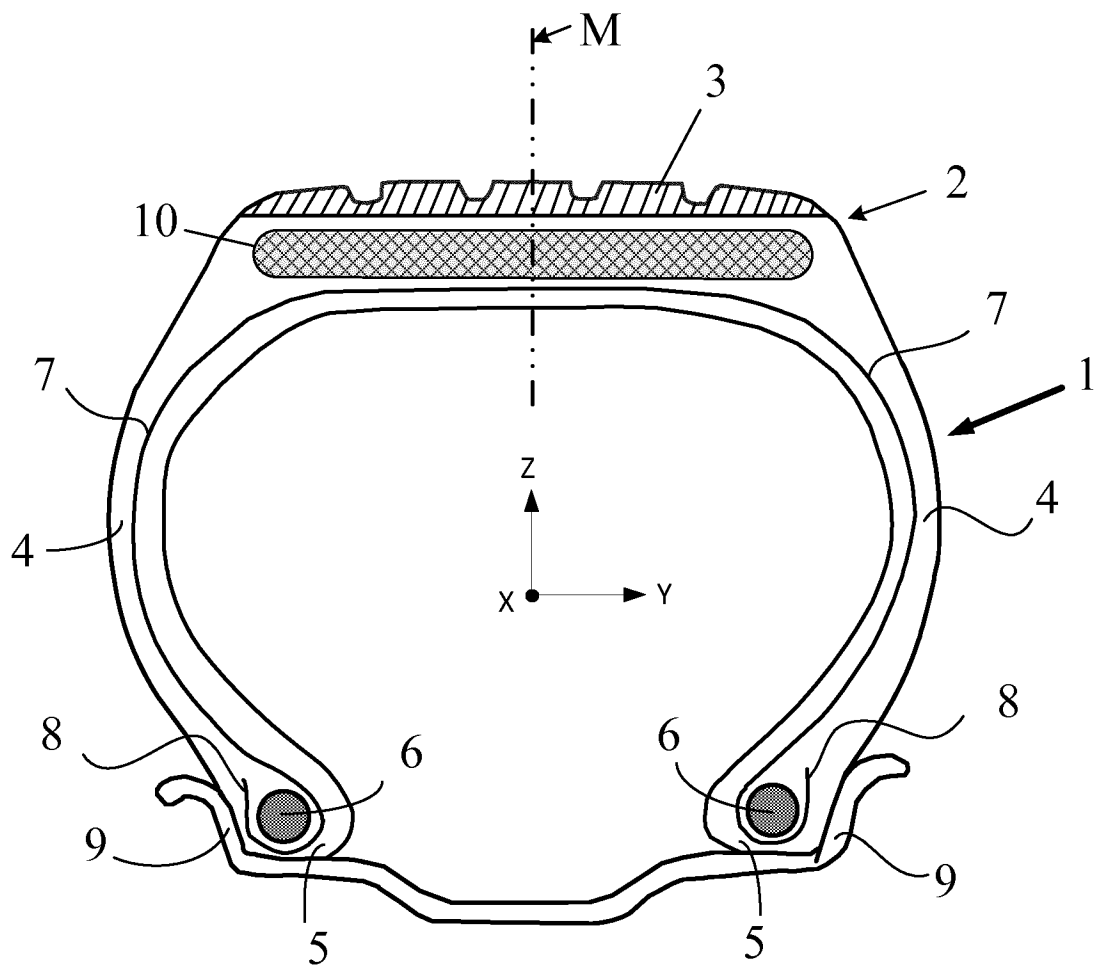
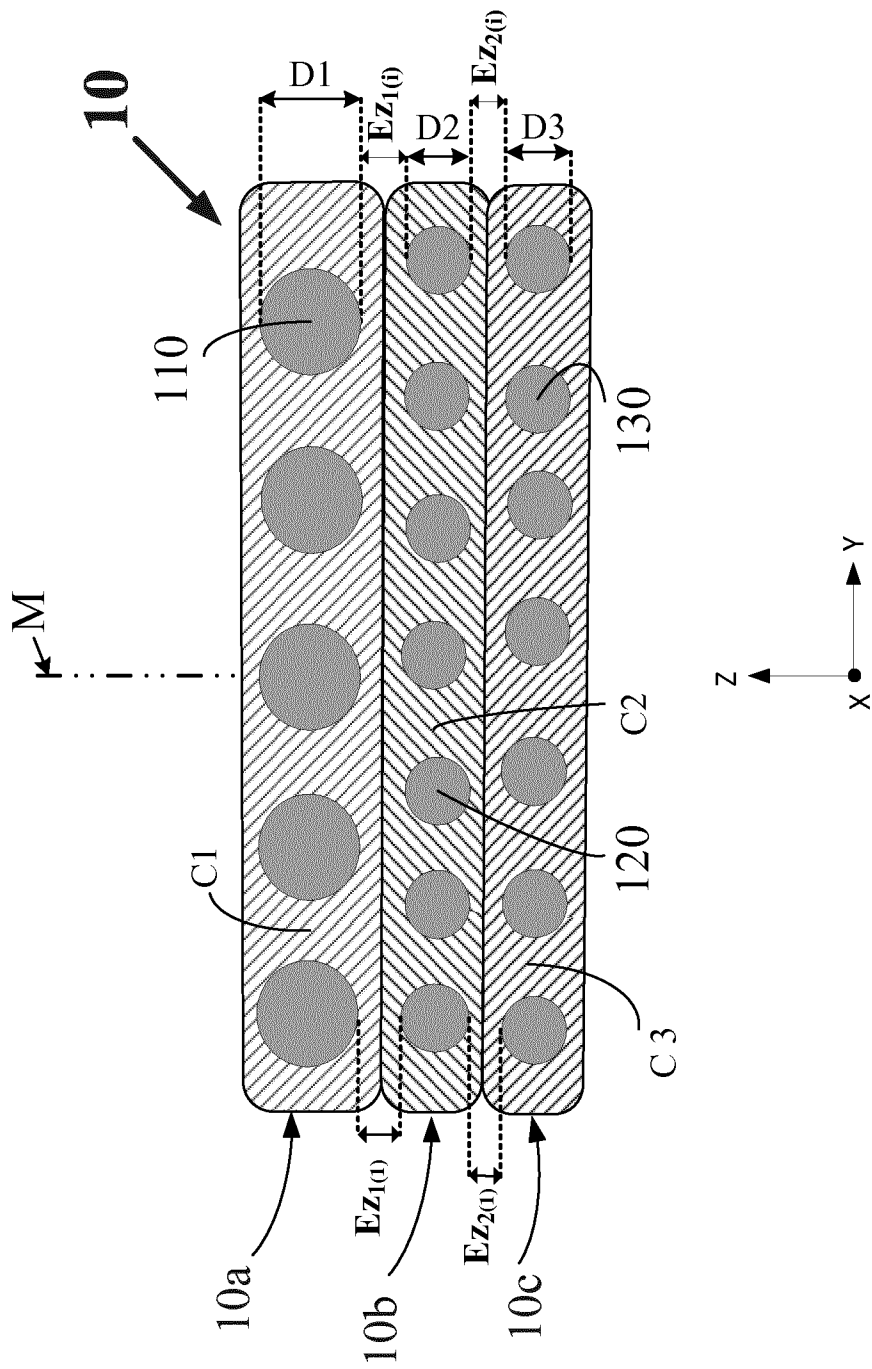
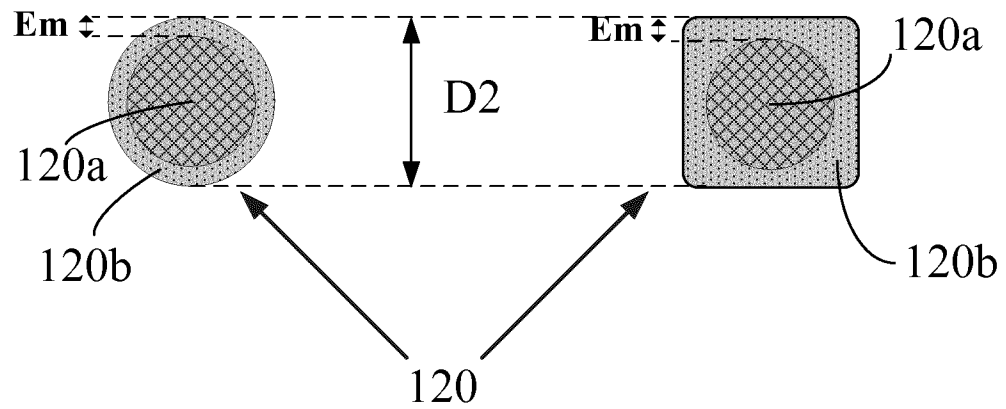
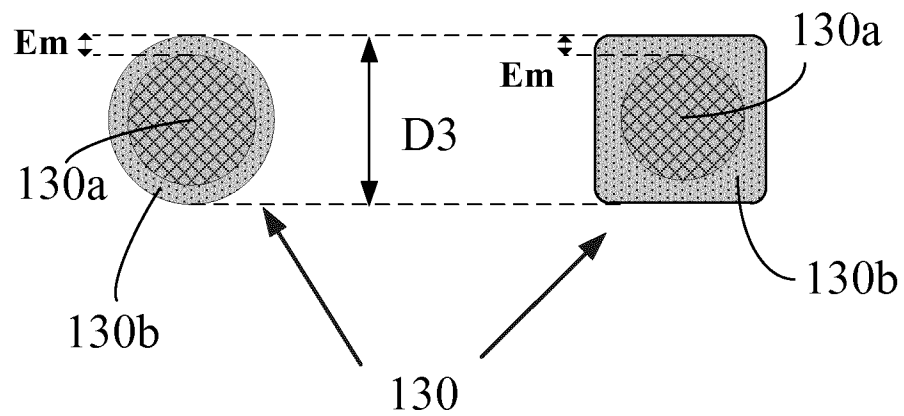
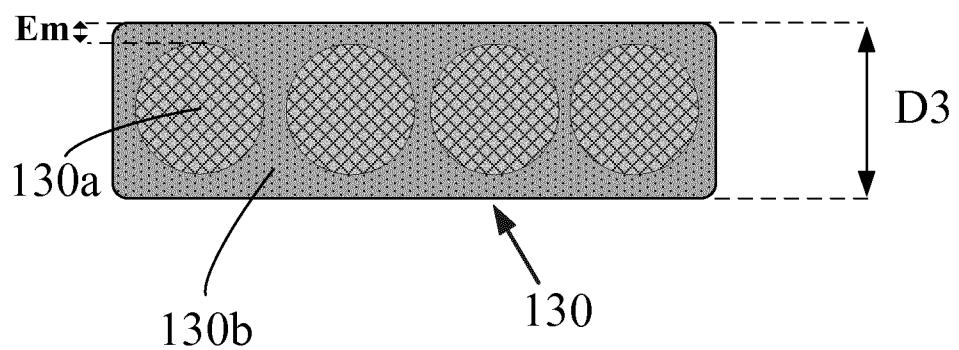
Fig. 1

Fig. 2



3/3**Fig. 3****Fig. 3a****Fig. 3b****Fig. 3c**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/051304

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60C9/18 B60C9/20 B60C9/00 B60C9/22
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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 380 754 A2 (GOODYEAR TIRE & RUBBER [US]) 26 October 2011 (2011-10-26) paragraphs [0040] - [0049], [0052]; claims 1-5,10-14; figures 1,2, 3 -----	1-25
A	EP 2 505 386 A1 (BRIDGESTONE CORP [JP]) 3 October 2012 (2012-10-03) abstract; claims 1-5; figures 1,2 paragraphs [0003], [0009], [0018] - [0021], [0041] -----	1
A	DE 11 2012 005462 T5 (YOKOHAMA RUBBER CO LTD [JP]) 11 September 2014 (2014-09-11) paragraphs [0005], [0006], [0012] - [0015], [0019], [0024], [0031], [0035], [0036]; claims 1,5; figures 1-3 -----	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 April 2016

Date of mailing of the international search report

04/05/2016

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

Balázs, Matthias

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/051304

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 2380754	A2	26-10-2011	EP	2380754 A2		26-10-2011
			US	2011259501 A1		27-10-2011

EP 2505386	A1	03-10-2012	CN	102656025 A		05-09-2012
			EP	2505386 A1		03-10-2012
			JP	5665766 B2		04-02-2015
			US	2012241068 A1		27-09-2012
			US	2014373993 A1		25-12-2014
			WO	2011065018 A1		03-06-2011

DE 112012005462 T5		11-09-2014	CN	104010832 A		27-08-2014
			DE	112012005462 T5		11-09-2014
			JP	W02013099248 A1		30-04-2015
			US	2015314647 A1		05-11-2015
			WO	2013099248 A1		04-07-2013

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/051304

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60C9/18 B60C9/20 B60C9/00 B60C9/22 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		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 2 380 754 A2 (GOODYEAR TIRE & RUBBER [US]) 26 octobre 2011 (2011-10-26) alinéas [0040] - [0049], [0052]; revendications 1-5,10-14; figures 1,2, 3 -----	1-25
A	EP 2 505 386 A1 (BRIDGESTONE CORP [JP]) 3 octobre 2012 (2012-10-03) abrégé; revendications 1-5; figures 1,2 alinéas [0003], [0009], [0018] - [0021], [0041] -----	1
A	DE 11 2012 005462 T5 (YOKOHAMA RUBBER CO LTD [JP]) 11 septembre 2014 (2014-09-11) alinéas [0005], [0006], [0012] - [0015], [0019], [0024], [0031], [0035], [0036]; revendications 1,5; figures 1-3 -----	1
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </div> </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">18 avril 2016</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">04/05/2016</div>
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 <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Balázs, Matthias</div>

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/051304

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2380754 A2	26-10-2011	EP 2380754 A2	26-10-2011
		US 2011259501 A1	27-10-2011
EP 2505386 A1	03-10-2012	CN 102656025 A	05-09-2012
		EP 2505386 A1	03-10-2012
		JP 5665766 B2	04-02-2015
		US 2012241068 A1	27-09-2012
		US 2014373993 A1	25-12-2014
		WO 2011065018 A1	03-06-2011
DE 112012005462 T5	11-09-2014	CN 104010832 A	27-08-2014
		DE 112012005462 T5	11-09-2014
		JP W02013099248 A1	30-04-2015
		US 2015314647 A1	05-11-2015
		WO 2013099248 A1	04-07-2013