

- F35 - Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND Cedex 9 (FR).

(81) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

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

buckling and at least one portion of the membrane support structure (9) which is connected to the portion of the tyre not in contact with the ground, is tensioned.

(57) **Abrégé** : L'invention concerne un pneumatique de tourisme (1), avec une résistance au roulement diminuée et le même niveau de comportement, par rapport à un pneumatique standard. Selon l'invention, chaque bourrelet (4) est prolongé axialement vers l'intérieur du pneumatique par une semelle flexible (8), ayant une extrémité libre (1) et une largeur axiale W1, et s'étendant circonférentiellement dans la cavité torique intérieure (6) et chaque semelle flexible (8) est reliée à une structure porteuse membranaire (9) non étanche, s'étendant circonférentiellement dans la cavité torique intérieure (6), à partir d'une interface radialement extérieure (92), liée au sommet (2), jusqu'à une interface radialement intérieure (93), liée à la semelle flexible (8), de telle sorte que, lorsque le pneumatique, monté sur sa jante (5) et gonflé à sa pression nominale P, est écrasé sur un sol sous sa charge nominale Z, la partie de structure porteuse membranaire (9), reliée à la portion de pneumatique en contact avec le sol, est soumise à un flambage en compression et au moins une partie de la structure porteuse membranaire (9), reliée à la portion de pneumatique non en contact avec le sol, est en tension.

PNEUMATIQUE POUR VEHICULE AVEC STRUCTURE PORTEUSE

[0001] L'invention a pour objet un pneumatique radial destiné à équiper un véhicule de tourisme.

[0002] Le domaine de pneumatique plus précisément étudié est celui des pneumatiques de tourisme dont la section méridienne est caractérisée par une largeur de section S et une hauteur de section H, au sens de la norme de la European Tyre and Rim Technical Organisation ou « ETRTO », telles que le rapport H/S, exprimé en pourcentage, est au plus égal 65, et la largeur de section S est au moins égale à 195 mm. En outre le diamètre au seat D, définissant le diamètre de la jante de montage du pneumatique, est au moins égal à 15 pouces, et généralement au plus égal à 21 pouces.

[0003] Dans ce qui suit, et par convention, les directions circonférentielle XX', axiale YY' et radiale ZZ' désignent respectivement une direction tangente à la surface de roulement du pneumatique selon le sens de rotation du pneumatique, une direction parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et une direction perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique. Par « radialement intérieur », respectivement « radialement extérieur », on entend « plus proche de l'axe de rotation du pneumatique », respectivement « plus éloigné de l'axe de rotation du pneumatique ». Par « axialement intérieur », respectivement « axialement extérieur », on entend « plus proche du plan équatorial du pneumatique », respectivement « plus éloigné du plan équatorial du pneumatique », le plan équatorial XZ du pneumatique étant le plan passant par le milieu de la surface de roulement du pneumatique et perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique.

[0004] De façon générale, un pneumatique comprend un sommet ayant deux extrémités axiales prolongées chacune, radialement vers l'intérieur, par un flanc puis par un bourrelet destiné à entrer en contact avec une jante, l'ensemble constitué par le sommet, les deux flancs et les deux bourrelets délimitant une cavité torique intérieure. Plus précisément le sommet comprend, radialement de l'extérieur vers l'intérieur, une bande de roulement, destinée à entrer en contact avec le sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement, une armature de sommet et une portion d'armature de carcasse destinées à assurer le renforcement du pneumatique. L'armature de carcasse relie les

deux flancs entre eux en s'étendant dans une portion radialement intérieure du sommet et est ancrée, dans chaque bourrelet, à un élément circonférentiel de renforcement, le plus souvent de type tringle.

[0005] Les normes relatives au pneumatique, telles que, par exemple, celles de l'ETRTO, définissent des conditions d'usage nominales pour un pneumatique de dimension donnée, caractérisée par une largeur de section S , une hauteur de section H et un diamètre au seat D . Ainsi un pneumatique de dimension donnée est destiné à être monté sur une jante nominale, à être gonflé à une pression nominale P et à être soumis à une charge nominale Z . La charge appliquée sur le pneumatique est ainsi reprise par le pneumatique, grâce à sa rigidité pneumatique, résultant de la pression de gonflage, et grâce à sa rigidité structurelle intrinsèque.

[0006] Un pneumatique doit satisfaire un ensemble de performances, telles que, à titre d'exemple et de façon non exhaustive, le comportement, la résistance au roulement, l'adhérence, l'usure et le bruit, ce qui implique parfois des choix de conception antinomiques. Il est ainsi fréquent que des choix de conception pour l'amélioration d'une performance donnée entraînent la dégradation d'une autre performance. C'est le cas, par exemple, pour la recherche d'un compromis satisfaisant entre le comportement et la résistance au roulement.

[0007] Il est connu que le comportement d'un pneumatique, qui caractérise son aptitude à supporter les diverses sollicitations mécaniques auxquelles il est soumis en roulage, telles que les sollicitations en dérive et/ou les sollicitations transversales, dépend de ses rigidités mécaniques respectivement de dérive D_Z et transversale K_{YY} . Le comportement du pneumatique est d'autant meilleur que ces rigidités mécaniques sont élevées.

[0008] Dans l'état de la technique, pour améliorer le comportement du pneumatique, l'homme du métier a conçu, par exemple, des bourrelets de pneumatique à forte rigidité, c'est-à-dire ayant un volume important, résultant d'une épaisseur axiale et/ou d'une hauteur radiale élevées, et comprenant des matériaux élastomériques ayant un module d'élasticité et une hystérèse élevés, c'est-à-dire des matériaux à la fois rigides et dissipatifs. Une telle conception a, en contrepartie,

augmenté la valeur de la résistance au roulement, donc dégradé la performance en résistance au roulement, et, corrélativement, augmenté la consommation de carburant.

[0009] Dans le document WO2017005713, une solution alternative au pneumatique classique a été proposée à travers un dispositif de type pneumatique comprenant deux structures de révolution respectivement radialement extérieure et radialement intérieure, une structure porteuse constituée par des éléments porteurs identiques, en extension en dehors de l'aire de contact avec le sol et en compression dans l'aire de contact, et deux flancs. Les éléments porteurs sont filaires et sont reliés respectivement à la face radialement intérieure de la structure de révolution radialement extérieure par un tissu radialement extérieur et à la face radialement intérieure de la structure de révolution radialement intérieure par un tissu radialement intérieur. En outre, la densité surfacique moyenne D des éléments porteurs par unité de surface de structure de révolution radialement extérieure, exprimée en $1/m^2$, est au moins égale à $(S/S_E) * Z / (A * F_r)$, où S est la surface, en m^2 , de la face radialement intérieure de la structure de révolution radialement extérieure, S_E est la surface de liaison, en m^2 , du tissu radialement extérieur avec la face radialement intérieure de la structure de révolution radialement extérieure, Z est la charge radiale nominale, en N , A est la surface de contact au sol, en m^2 , et F_r la force à rupture, en N , d'un élément porteur. Cette solution permet de supprimer les bourrelets dissipatifs d'un pneumatique classique, donc de réduire la résistance au roulement de façon drastique, tout en garantissant un bon comportement grâce à la reprise des sollicitations mécaniques de dérive et transversales par les éléments filaires de la structure porteuse. Toutefois, ce dispositif pneumatique présente en particulier l'inconvénient de nécessiter l'utilisation d'une jante non standard.

[0010] Les inventeurs se sont donnés pour objectif de concevoir un pneumatique, apte à être monté sur une jante standard, avec une résistance au roulement diminuée et le même niveau de comportement, par rapport à un pneumatique classique de l'état de la technique.

[0011] Ce but a été atteint par un pneumatique pour véhicule de tourisme ayant une largeur axiale S , destiné à être gonflé à une pression nominale P et à être soumis à une charge nominale Z , comprenant :

-un sommet ayant deux extrémités axiales prolongées chacune, radialement vers l'intérieur, par un flanc puis par un bourrelet destiné à entrer en contact avec une jante, l'ensemble constitué par le sommet, les deux flancs et les deux bourrelets délimitant une cavité torique intérieure,

5 -chaque bourrelet étant prolongé axialement vers l'intérieur du pneumatique par une semelle flexible, ayant une extrémité libre et une largeur axiale $W1$, et s'étendant circonférentiellement dans la cavité torique intérieure,

-et chaque semelle flexible étant reliée à une structure porteuse membranaire non étanche, s'étendant circonférentiellement dans la cavité torique intérieure, à partir
10 d'une interface radialement extérieure, liée au sommet, jusqu'à une interface radialement intérieure, liée à la semelle flexible, de telle sorte que, lorsque le pneumatique, monté sur sa jante et gonflé à sa pression nominale P , est écrasé sur un sol sous sa charge nominale Z , la partie de structure porteuse membranaire, reliée à la
15 portion de pneumatique en contact avec le sol, est soumise à un flambage en compression et au moins une partie de la structure porteuse membranaire, reliée à la portion de pneumatique non en contact avec le sol, est en tension.

[0012] Un pneumatique selon l'invention comprend de façon essentielle une semelle flexible prolongeant chacun de ses bourrelets et une structure porteuse membranaire s'étendant continûment entre le sommet du pneumatique et chaque
20 semelle flexible. Le pneumatique comprend donc deux semelles flexibles et deux structures porteuses membranaires associées, s'étendant circonférentiellement, c'est-à-dire sur toute la circonférence du pneumatique et généralement sensiblement continûment.

[0013] Une semelle flexible selon l'invention est un élément en porte à faux
25 prolongeant axialement vers l'intérieur du pneumatique chaque bourrelet, ancré à son extrémité axialement extérieure au bourrelet et libre à son extrémité axialement intérieure. Elle comprend une portion d'ancrage, la reliant au bourrelet, et une portion courante, axialement intérieure à la portion d'ancrage. Une telle semelle flexible peut être déformable ou non déformable, c'est-à-dire plus ou moins rigide. Une semelle
30 flexible non déformable est une semelle dont la portion d'ancrage au bourrelet est

souple mais dont la portion courante est rigide, ce qui autorise un déplacement radial des points de la semelle sans déformation en flexion de sa portion courante.

[0014] Toujours selon l'invention, chaque semelle flexible est reliée à une structure porteuse membranaire. Une structure porteuse membranaire est une membrane, au sens mécanique du terme, c'est-à-dire une structure tridimensionnelle ayant une dimension très petite par rapport à ses deux autres dimensions, donc considérée comme une structure bidimensionnelle. Elle a des rigidités d'extension et de compression, selon les deux directions de sa surface moyenne, mais des rigidités de flexion sensiblement nulles par rapport à ces mêmes directions. Par exemple, selon un mode de réalisation usuel dans le domaine du pneumatique, une telle structure porteuse membranaire peut être constituée par une couche d'éléments porteurs filaires parallèles entre eux, généralement des renforts de type fil ou câble.

[0015] De plus cette structure porteuse membranaire est non étanche, c'est-à-dire que sa conception autorise le passage du gaz de gonflage du pneumatique, d'où une pression identique de part et d'autre de cette structure. En d'autres termes, la cavité secondaire qu'elle délimite avec la portion de la paroi de la cavité torique intérieure en vis-à-vis est à iso-pression avec le reste de la cavité torique intérieure. A titre d'exemples et de façon non exhaustive, la structure porteuse membranaire peut être non étanche au niveau de ses interfaces respectivement avec le sommet du pneumatique ou la semelle flexible correspondante, et/ou non étanche intrinsèquement, soit par la présence de discontinuités dans la direction circonférentielle ou par une perméabilité suffisante du matériau qui la constitue.

[0016] En outre la structure porteuse membranaire s'étend circonférentiellement dans la cavité torique intérieure, à partir d'une interface radialement extérieure, liée au sommet, jusqu'à une interface radialement intérieure, liée à la semelle flexible. Plus précisément, l'interface radialement extérieure est le point d'entrée en contact de la structure porteuse membranaire avec la paroi radialement intérieure du sommet, et l'interface radialement intérieure est le point d'entrée en contact de la structure porteuse membranaire avec la face radialement extérieure de la semelle flexible

[0017] L'ensemble des deux structures porteuses membranaires, reliant respectivement les deux semelles flexibles au sommet du pneumatique, participe au

moins partiellement au port de la charge appliquée au pneumatique, de telle sorte que cette charge appliquée est reprise conjointement par le pneumatique, grâce à sa rigidité pneumatique et à sa rigidité structurelle, et par chaque structure porteuse membranaire grâce à sa rigidité intrinsèque. Par participation au moins partielle de l'ensemble des deux structures porteuses membranaires au port de la charge appliquée, on entend une participation au port de charge, à titre indicatif, au moins égale à 5% et au plus égale à 70% de la charge appliquée. La répartition du port de la charge appliquée entre le pneumatique et l'ensemble des deux structures porteuses membranaires dépend donc de leurs rigidités respectives.

[0018] Le principe de fonctionnement de chaque structure porteuse membranaire est de porter au moins en partie la charge appliquée au pneumatique par la mise en tension d'une partie de la structure porteuse membranaire, positionnée en dehors de l'aire de contact avec le sol, la structure porteuse membranaire positionnée dans l'aire de contact avec le sol étant soumis à un flambage en compression et ne participant donc pas au port de la charge appliquée.

[0019] La présence de deux structures porteuses membranaires permet ainsi de diminuer la contribution du pneumatique au port de la charge et donc de diminuer sa rigidité structurelle, par exemple en réduisant le volume des bourrelets, voire en les supprimant. En effet, les bourrelets d'un pneumatique classique dissipent une quantité d'énergie significative, du fait de leur volume et du caractère hystérétique de leur matériau élastomérique constitutif. Réduire leur volume, voire les supprimer, permet ainsi de réduire de façon significative la résistance au roulement.

[0020] En outre, l'ensemble des deux structures porteuses membranaires limite la déformation du sommet, lors du roulage, ainsi que la contre-flèche, c'est-à-dire la déformation radiale, à l'opposé de l'aire de contact. Ainsi, au cours du roulage du pneumatique, au tour de roue, l'ensemble des deux structures porteuses membranaires permet de limiter l'amplitude des déformations cycliques du pneumatique, et en particulier de sa bande de roulement, et donc de limiter la dissipation d'énergie résultante, ce qui contribue également à la diminution de la résistance au roulement.

[0021] Concernant le comportement mécanique du pneumatique sous sollicitations transversales, par exemple lors d'un roulage en dérive, l'ensemble des

deux structures porteuses membranaires va contribuer à augmenter la rigidité transversale ou axiale du pneumatique, et donc à améliorer ce comportement. Cette contribution à la rigidité transversale du pneumatique est le plus souvent obtenue par l'inclinaison de chaque structure porteuse membranaire par rapport à une direction radiale du pneumatique.

[0022] Enfin, l'intérêt d'avoir une semelle flexible est de garantir une souplesse de la structure porteuse membranaire au niveau de son interface radialement intérieure, permettant ainsi un amortissement des vibrations mécaniques transmises par la structure porteuse membranaire, lors du roulage du pneumatique, entre le sol et le véhicule et susceptibles de générer un bruit à l'intérieur du véhicule gênant pour le conducteur du véhicule. De plus, la présence d'une semelle flexible au niveau de chaque bourrelet permet de répartir les efforts transmis par les structures porteuses membranaires respectives entre les deux moitiés du pneumatique.

[0023] Préférentiellement, les semelles flexibles respectives de chaque bourrelet sont symétriques par rapport à un plan équatorial équidistant des extrémités axiales du sommet. Ce mode de réalisation préféré permet de répartir symétriquement les efforts passant par les structures porteuses membranaires entre les deux moitiés du pneumatique. Selon une variante préférentielle, les semelles flexibles symétriques sont structurellement identiques, ce qui contribue à la simplification de la fabrication.

[0024] Avantageusement chaque semelle flexible a une largeur axiale $W1$ au moins égale à 0.05 fois la largeur axiale S du pneumatique. La largeur axiale $W1$ de la semelle flexible est la distance axiale mesurée entre le point J , le plus axialement extérieur de la semelle flexible et en contact avec le bourrelet, et l'extrémité libre axialement intérieure I de la semelle flexible. La largeur axiale S du pneumatique est la largeur axiale théorique définie par la norme ETRTO, figurant dans l'appellation dimensionnelle du pneumatique. En deçà de cette valeur minimale, la largeur axiale $W1$ de la semelle flexible est insuffisante pour pouvoir permettre l'accrochage de la structure porteuse membranaire à la semelle flexible.

[0025] Encore avantageusement, chaque semelle flexible a une largeur axiale $W1$ au plus égale à 0.4 fois la largeur axiale S du pneumatique. Une largeur axiale $W1$ de

la semelle flexible, au-delà de cette valeur maximale, complexifie le montage du pneumatique sur sa jante, du fait de l'encombrement de la semelle flexible.

[0026] Chaque semelle flexible comprenant une portion d'ancrage, la reliant au bourrelet, et une portion courante, prolongeant axialement vers l'intérieur la portion d'ancrage jusqu'à l'extrémité libre, selon un mode de réalisation particulier, la portion d'ancrage de chaque semelle flexible a une rigidité $K1$ au plus égale à la rigidité $K2$ de la portion courante de la semelle flexible. En d'autres termes, la portion d'ancrage est assouplie par rapport à la portion courante plus rigide. L'ajustement de la rigidité $K1$ de la portion d'ancrage permet d'autoriser de plus ou moins grands déplacements radiaux de la portion courante rigide, et, par conséquent, de régler la rigidité globale de la semelle flexible, en particulier vis-à-vis de l'amortissement recherché pour les vibrations mécaniques transmises par la structure porteuse membranaire, et donc de régler le niveau de bruit intérieur admissible.

[0027] Dans le cas d'une portion d'ancrage souple, ayant une rigidité $K1$ au plus égale à la rigidité $K2$ de la portion courante, la portion d'ancrage de chaque semelle flexible a une largeur axiale $W3$ au plus égale à 0.9 fois la largeur axiale $W1$ de la semelle flexible. La largeur axiale $W3$ de la portion d'ancrage est la distance axiale mesurée entre le point J, le plus axialement extérieur de la semelle flexible et en contact avec le bourrelet, et l'extrémité axialement extérieure K de la portion courante de la semelle flexible.

[0028] Dans un premier mode de réalisation particulier et avantageux, chaque semelle flexible est constituée par un matériau isotrope. A titre d'exemples, et de façon non exhaustive, ce matériau isotrope peut être un polyamide aliphatique tel que le nylon, ou un polyester tel que le polyéthylène téréphtalate (PET).

[0029] Dans un second mode de réalisation particulier et avantageux, chaque semelle flexible est constituée par un empilement radial de couches de renforts enrobés dans un matériau élastomérique. Un tel empilement radial constitue une structure composite orthotrope. A titre d'exemples, les renforts comprennent un matériau polymérique, tel qu'un polyamide aliphatique, un polyamide aromatique ou un polyester, ou un matériau métallique, tel que l'acier, ou un matériau de type verre ou carbone ou toute combinaison des précédents matériaux. Un exemple classique de

polyamide aliphatique est le nylon couramment utilisé dans le domaine du pneumatique, en raison d'un bon compromis entre ses propriétés mécaniques, telles que sa résistance à la rupture en traction, et son coût. Un exemple usuel de polyamide aromatique est l'aramide, dont la résistance à la rupture à la traction est supérieure à celle du nylon. Parmi les polyesters, le polyéthylène téréphtalate (PET) est également couramment utilisé dans le domaine du pneumatique, en raison d'un bon compromis entre sa résistance à la rupture en traction et son coût. Enfin, le métal, tel que l'acier, est également couramment utilisé dans le domaine du pneumatique. Le verre et le carbone sont des matériaux alternatifs envisageables pour une utilisation en pneumatique.

[0030] Dans un mode de réalisation préféré de la structure porteuse membranaire, la structure porteuse membranaire est constituée par une juxtaposition circonférentielle d'éléments porteurs filaires. Par juxtaposition circonférentielle, on entend une répartition circonférentielle d'un ensemble d'éléments porteurs filaires parallèles entre eux et répartis selon un pas le plus souvent, mais pas nécessairement, constant, c'est-à-dire deux à deux disjoints. La structure porteuse membranaire est par conséquent constituée par une nappe d'éléments porteurs filaires, généralement des renforts de type fil ou câble. Pour garantir le caractère non étanche de la structure porteuse membranaire, l'espace interstitiel entre deux éléments porteurs filaires consécutifs est soit vide, soit rempli par un matériau non étanche.

[0031] Egalement avantageusement l'interface radialement extérieure de chaque structure porteuse membranaire est axialement positionnée à l'intérieur du plan équatorial, équidistant des extrémités axiales du sommet, à une distance axiale A au plus égale à 0.4 fois la largeur axiale S du pneumatique. Une distance axiale A dans cette plage de valeurs permet d'avoir un compromis satisfaisant entre une rigidité transversale, garantissant un comportement satisfaisant en roulage, et une rigidité radiale, limitant la déformation radiale du pneumatique.

[0032] Avantageusement l'interface radialement intérieure de chaque structure porteuse membranaire est axialement positionnée à l'intérieur de l'extrémité libre de la semelle flexible, à une distance axiale B au plus égale à la différence ($W1-W3$) entre la largeur axiale $W1$ de la semelle flexible et la largeur axiale $W3$ de la portion

courante de la semelle flexible. Pour une distance axiale A donnée définissant la position axiale de l'interface radialement extérieure, la distance axiale B définissant la position axiale de l'interface radialement intérieure peut être ajustée en fonction du compromis recherché entre les rigidités respectivement transversale et radiale. La combinaison des distances axiales A et B définit la position angulaire de chaque structure porteuse membranaire par rapport à la direction radiale.

[0033] Préférentiellement les éléments porteurs filaires, constitutifs de chaque structure porteuse membranaire, sont des renforts comprenant un matériau polymérique, tel qu'un polyamide aliphatique, un polyamide aromatique ou un polyester, ou un matériau métallique, tel que l'acier, ou un matériau de type verre ou carbone ou toute combinaison des précédents matériaux. Comme vu précédemment, ces matériaux sont couramment utilisés dans le domaine du pneumatique pour leurs performances techniques et/ou économiques.

[0034] L'invention est illustrée par les figures 1 à 4, non représentées à l'échelle et décrites ci-après :

-Figure 1: Coupe méridienne d'un pneumatique selon un premier mode de réalisation de l'invention, avec des structures porteuses membranaires accrochées en zone courante des semelles flexibles.

-Figure 2 : Coupe méridienne d'un pneumatique selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, avec des structures porteuses membranaires accrochées en extrémité libre des semelles flexibles.

-Figure 3 : Coupe méridienne d'un pneumatique selon un troisième mode de réalisation de l'invention, variante du deuxième mode de réalisation, avec des structures porteuses membranaires accrochées en extrémité libre de semelles flexibles avec des portions courantes étroites.

-Figure 4: Vue en perspective d'une coupe partielle d'un pneumatique selon le premier mode de réalisation de l'invention précédemment décrit.

[0035] La figure 1 représente une coupe méridienne d'un pneumatique 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention, avec des structures porteuses membranaires accrochées en zone courante des semelles flexibles. Le pneumatique 1 comprend un sommet 2 ayant deux extrémités axiales 21 prolongées chacune,

radialement vers l'intérieur, par un flanc 3 puis par un bourrelet 4 destiné à entrer en contact avec une jante 5, l'ensemble constitué par le sommet 2, les deux flancs 3 et les deux bourrelets 4 délimitant une cavité torique intérieure 6. Il comprend en outre une armature de carcasse 7, reliant les deux flancs 3 entre eux en s'étendant dans une

5 portion radialement intérieure du sommet 2 et ancrée, dans chaque bourrelet 4, à un élément circonférentiel de renforcement 41. Chaque bourrelet 4 est prolongé axialement vers l'intérieur du pneumatique par une semelle flexible 8, ayant une extrémité libre I et une largeur axiale W1, et s'étendant circonférentiellement dans la cavité torique intérieure 6. Les semelles flexibles 8 prolongeant chaque bourrelet 4

10 sont symétriques, par rapport à un plan équatorial XZ équidistant des extrémités axiales 21 du sommet 2, et structurellement identiques. Chaque semelle flexible 8 comprend une portion d'ancrage 81 au bourrelet et une portion courante 82, s'étendant axialement vers l'intérieur à partir de la portion d'ancrage 81 jusqu'à l'extrémité libre I. Chaque semelle flexible 8 a une largeur axiale W1, mesurée entre le point J, le plus

15 axialement extérieur de la semelle flexible 8 et en contact avec le bourrelet 4, et l'extrémité libre axialement intérieure I de la semelle flexible 8. La portion courante 82 de la semelle flexible 8 a une épaisseur radiale moyenne T. La portion d'ancrage 81 de chaque semelle flexible 8 a une largeur axiale W3, mesurée entre le point J, le plus axialement extérieur de la semelle flexible 8 et en contact avec le bourrelet 4, et

20 l'extrémité axialement extérieure K de la portion courante 82 de la semelle flexible 8. Chaque semelle flexible 8 est reliée à une structure porteuse membranaire 9 non étanche, s'étendant circonférentiellement dans la cavité torique intérieure 6, à partir d'une interface radialement extérieure 92, liée au sommet 2, jusqu'à une interface radialement intérieure 93, liée à la semelle flexible 8, de telle sorte que, lorsque le

25 pneumatique, monté sur sa jante 5 et gonflé à sa pression nominale P, est écrasé sur un sol sous sa charge nominale Z, la partie de structure porteuse membranaire 9, reliée à la portion de pneumatique en contact avec le sol, est soumise à un flambage en compression et au moins une partie de la structure porteuse membranaire 9, reliée à la portion de pneumatique non en contact avec le sol, est en tension. La structure

30 porteuse membranaire 9 est constituée par une juxtaposition circonférentielle, selon la direction X, d'éléments porteurs filaires 91. L'interface radialement extérieure 92 de chaque structure porteuse membranaire 9 est axialement positionnée, selon la

direction Y, à l'intérieur du plan équatorial XZ, équidistant des extrémités axiales 21 du sommet 2, à une distance axiale A au plus égale à 0.4 fois la largeur axiale S du pneumatique. L'interface radialement intérieure 93 de chaque structure porteuse membranaire 9 est axialement positionnée, selon la direction Y à l'intérieur de l'extrémité libre I de la semelle flexible 8, à une distance axiale B au plus égale à la différence (W1-W3) entre la largeur axiale W1 de la semelle flexible et la largeur axiale W3 de la portion courante de la semelle flexible.

[0036] La figure 2 représente une coupe méridienne d'un pneumatique 1 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, avec des structures porteuses membranaires accrochées en extrémité libre des semelles flexibles. La figure 2 diffère de la figure 1 uniquement par le positionnement axial des interfaces radialement intérieures 93 de chaque structure porteuse 9, au niveau des extrémités libres I. Dans ces conditions, la distance B de la figure 1 est nulle.

[0037] La figure 3 représente une coupe méridienne d'un pneumatique 1 selon un troisième mode de réalisation de l'invention, variante du deuxième mode de réalisation, avec des structures porteuses membranaires accrochées en extrémité libre de semelles flexibles avec des portions courantes étroites. La figure 3 diffère de la figure 2 par la conception de chaque semelle flexible 8, constituée par une portion d'ancrage large et une portion courante étroite, c'est-à-dire avec une largeur axiale W3 sensiblement supérieure à la largeur axiale W1. Ce mode de réalisation vise à obtenir une grande souplesse des semelles flexibles.

[0038] La figure 4 représente une vue en perspective d'une coupe partielle d'un pneumatique selon le premier mode de réalisation de l'invention précédemment décrit, tel que représenté sur la figure 1. Cette figure présente plus particulièrement des structures porteuses membranaires 9, constituées par une juxtaposition circonférentielle d'éléments porteurs filaires 91, parallèles entre eux et répartis selon un pas constant, c'est-à-dire une nappe d'éléments porteurs filaires de type câble. En outre l'espace interstitiel entre deux éléments porteurs filaires consécutifs est vide, de façon à avoir une structure porteuse membranaire 9 non étanche.

[0039] L'invention a été plus particulièrement étudiée pour un pneumatique de tourisme de dimension 255/35 ZR 19. Un pneumatique de référence R a ainsi été

comparé à un pneumatique A selon le troisième mode de réalisation de l'invention, présenté sur la figure 3, avec des structures porteuses membranaires accrochées en extrémité libre de semelles flexibles avec des portions courantes étroites. Chaque semelle flexible a une largeur axiale $W1$ égale à 60 mm pour une largeur axiale S de pneumatique égale à 225 mm, c'est-à-dire égale à 0.27 fois la largeur axiale S , et une épaisseur radiale moyenne T égale à 8 mm. La portion d'ancrage de chaque semelle flexible a une largeur axiale $W3$ égale à 40 mm, c'est-à-dire égale à 0.67 fois la largeur axiale $W1$. Chaque semelle flexible 8 est constituée par une portion d'ancrage large, constituée par une couche de renforts textiles en PET enrobés dans un matériau élastomérique, et par une portion courante étroite, constitué par un assemblage de 3 fils métalliques en acier enrobés dans un matériau élastomérique. L'interface radialement extérieure de chaque structure porteuse membranaire est axialement positionnée à l'intérieur du plan équatorial, équidistant des extrémités axiales du sommet, à une distance axiale A égale à 10 mm, donc inférieure à $0.4 \cdot S = 90$ mm. L'interface radialement intérieure de chaque structure porteuse membranaire est axialement positionnée à l'intérieur de l'extrémité libre de la semelle flexible, à une distance axiale B nulle.

[0040] Le tableau 1 ci-dessous résume les écarts de caractéristiques entre le pneumatique A selon l'invention et le pneumatique de référence R :

Caractéristiques	Ecarts de caractéristiques entre l'invention A et la référence R
Résistance au roulement	-10%
Rigidité radiale K_{ZZ}	+10%
Rigidité transversale K_{YY}	+20%

Tableau 1

[0041] Sur l'exemple étudié, ont été constatées une diminution importante de la résistance au roulement, de l'ordre de -20%, ainsi qu'une augmentation significative

des rigidités respectivement radiale K_{ZZ} (+10%) et transversale K_{YY} (+20%), et par conséquent une amélioration du comportement du pneumatique.

[0042] L'invention peut être étendue à tout pneumatique destiné à être utilisé sur tout autre type de véhicule tel qu'un véhicule à deux roues, un véhicule poids lourd, agricole, de génie civil ou un avion et, plus généralement, sur tout dispositif roulant.

REVENDEICATIONS

1- Pneumatique (1) pour véhicule de tourisme ayant une largeur axiale S, destiné à être gonflé à une pression nominale P et à être soumis à une charge nominale Z, comprenant
5 un sommet (2) ayant deux extrémités axiales (21) prolongées chacune, radialement vers l'intérieur, par un flanc (3) puis par un bourrelet (4) destiné à entrer en contact avec une jante (5), l'ensemble constitué par le sommet (2), les deux flancs (3) et les deux bourrelets (4) délimitant une cavité torique intérieure (6),

caractérisé en ce que chaque bourrelet (4) est prolongé axialement vers l'intérieur du pneumatique par une semelle flexible (8), ayant une extrémité libre (I) et une largeur
10 axiale W1, et s'étendant circonférentiellement dans la cavité torique intérieure (6) **et en ce que** chaque semelle flexible (8) est reliée à une structure porteuse membranaire (9) non étanche, s'étendant circonférentiellement dans la cavité torique intérieure (6), à partir d'une interface radialement extérieure (92), liée au sommet (2), jusqu'à une interface
15 radialement intérieure (93), liée à la semelle flexible (8), de telle sorte que, lorsque le pneumatique, monté sur sa jante (5) et gonflé à sa pression nominale P, est écrasé sur un sol sous sa charge nominale Z, la partie de structure porteuse membranaire (9), reliée à la portion de pneumatique en contact avec le sol, est soumise à un flambage en compression et au moins une partie de la structure porteuse membranaire (9), reliée à la portion de
20 pneumatique non en contact avec le sol, est en tension.

2 - Pneumatique selon la revendication 1, **dans lequel** les semelles flexibles (8) respectives de chaque bourrelet (4) sont symétriques par rapport à un plan équatorial (XZ) équidistant des extrémités axiales (21) du sommet (2).

3 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 ou 2, **dans lequel** chaque semelle
25 flexible (8) a une largeur axiale W1 au moins égale à 0.05 fois la largeur axiale S du pneumatique.

4 - Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **dans lequel** chaque semelle flexible (8) a une largeur axiale W1 au plus égale à 0.4 fois la largeur axiale S du pneumatique.

5 - Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, chaque semelle flexible (8) comprenant une portion d'ancrage (81), la reliant au bourrelet (4), et une portion courante (82), prolongeant axialement vers l'intérieur la portion d'ancrage (81) jusqu'à l'extrémité libre (I), **dans lequel** la portion d'ancrage (81) de chaque semelle flexible (8) a une rigidité K1 au plus égale à la rigidité K2 de la portion courante (82) de la semelle flexible (8).

6 - Pneumatique selon la revendication 5, **dans lequel** la portion d'ancrage (81) de chaque semelle flexible (8) a une largeur axiale W3 au plus égale à 0.90 fois la largeur axiale W1 de la semelle flexible (8).

10 7 - Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **dans lequel** chaque semelle flexible (8) est constituée par un matériau isotrope.

8 - Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **dans lequel** chaque semelle flexible (8) est constituée par un empilement radial de couches de renforts enrobés dans un matériau élastomérique.

15 9 - Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **dans lequel** la structure porteuse membranaire (9) est constituée par une juxtaposition circonférentielle d'éléments porteurs filaires (91).

10 - Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **dans lequel** l'interface radialement extérieure (92) de chaque structure porteuse membranaire (9) est axialement positionnée à l'intérieur du plan équatorial (XZ), équidistant des extrémités axiales (21) du sommet (2), à une distance axiale A au plus égale à 0.4 fois la largeur axiale S du pneumatique.

11 - Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **dans lequel** l'interface radialement intérieure (93) de chaque structure porteuse membranaire (9) est axialement positionnée à l'intérieur de l'extrémité libre (I) de la semelle flexible (8), à une distance axiale B au plus égale à la différence (W1-W3) entre la largeur axiale W1 de la semelle flexible (8) et la largeur axiale W3 de la portion courante (82) de la semelle flexible (8).

12 - Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **dans lequel** les éléments porteurs filaires (91), constitutifs de chaque structure porteuse membranaire (9),

sont des renforts comprenant un matériau polymérique, tel qu'un polyamide aliphatique, un polyamide aromatique ou un polyester, ou un matériau métallique, tel que l'acier, ou un matériau de type verre ou carbone ou toute combinaison des précédents matériaux.

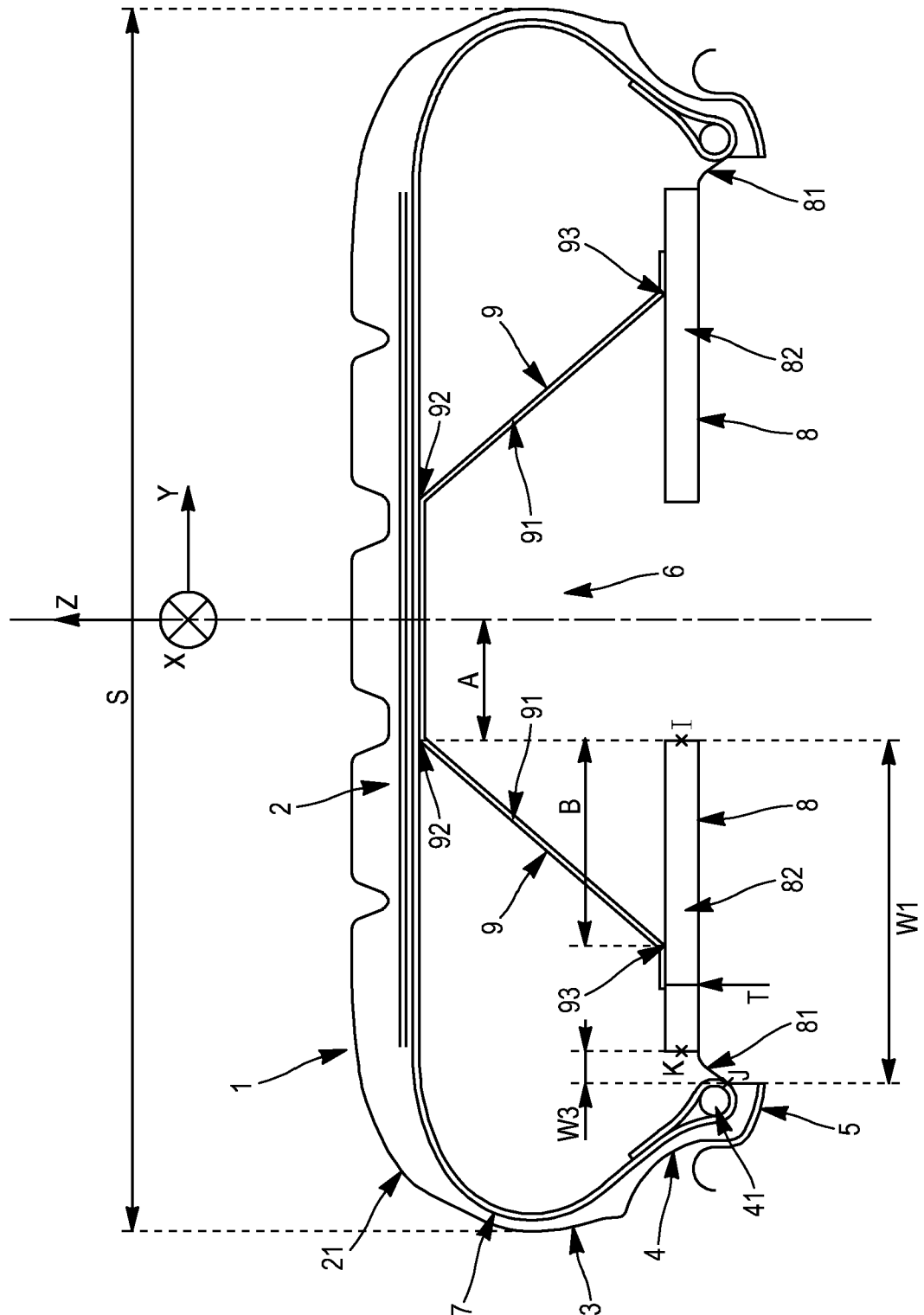
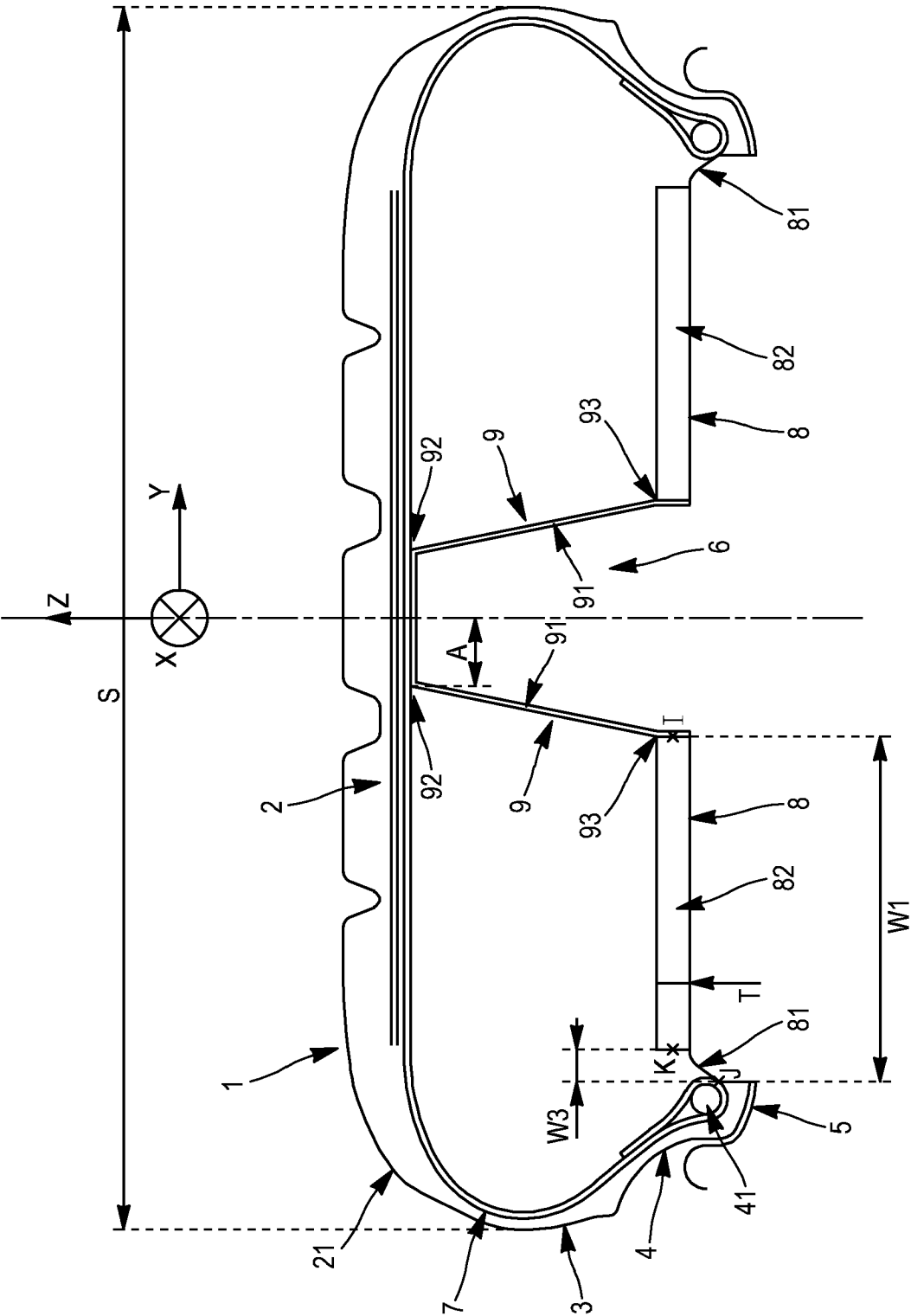


FIG. 1



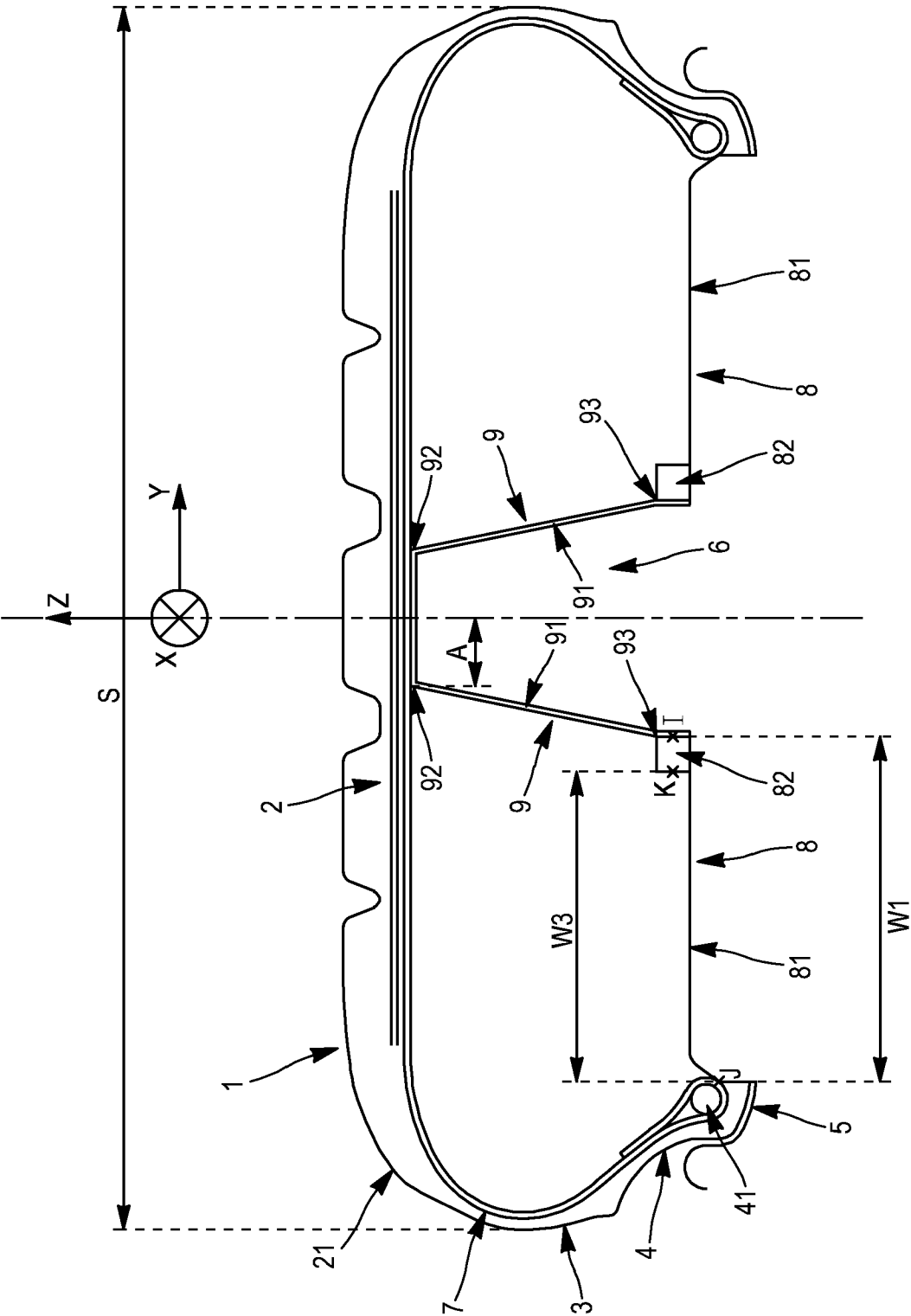


FIG. 3

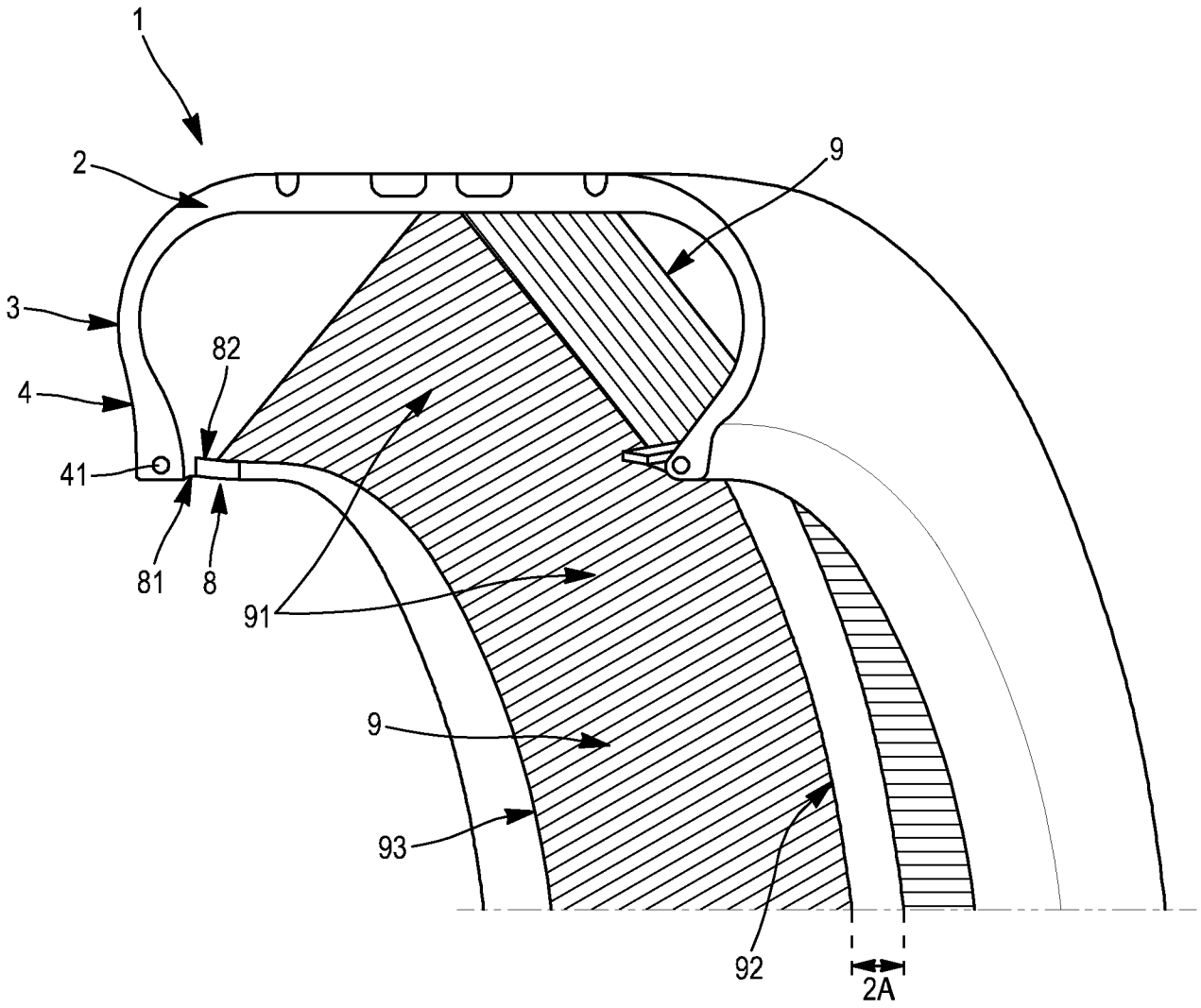


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2019/052451**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B60C 5/22**(2006.01)i; **B60C 9/02**(2006.01)i; **B60C 17/04**(2006.01)i; **B60C 19/00**(2006.01)i

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	FR 2638398 A1 (LECAL ROGER [FR]) 04 May 1990 (1990-05-04) abstract page 5, line 32 - page 6, line 33 figures 1-4	1-12
A	EP 1829711 A1 (BRIDGESTONE CORP [JP]) 05 September 2007 (2007-09-05) abstract; figures	1
A	US 5568830 A (POLSINELLI VINCENZO V [CA] ET AL) 29 October 1996 (1996-10-29) abstract; figures	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

09 January 2020

Date of mailing of the international search report

22 January 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Avisse, Marylène

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2019/052451

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
FR	2638398	A1	04 May 1990	NONE	
EP	1829711	A1	05 September 2007	EP	1829711 A1 05 September 2007
				ES	2396369 T3 21 February 2013
				US	2008135153 A1 12 June 2008
				WO	2006068085 A1 29 June 2006
US	5568830	A	29 October 1996	CA	2173406 A1 04 October 1996
				US	5568830 A 29 October 1996

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2019/052451

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60C5/22 B60C9/02 B60C17/04 B60C19/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B60C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 638 398 A1 (LECAL ROGER [FR]) 4 mai 1990 (1990-05-04) abrégé page 5, ligne 32 - page 6, ligne 33 figures 1-4	1-12
A	----- EP 1 829 711 A1 (BRIDGESTONE CORP [JP]) 5 septembre 2007 (2007-09-05) abrégé; figures	1
A	----- US 5 568 830 A (POL SINELLI VINCENZO V [CA] ET AL) 29 octobre 1996 (1996-10-29) abrégé; figures -----	1
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 9 janvier 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 22/01/2020
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 Avisse, Marylène

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2019/052451

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2638398	A1	04-05-1990	AUCUN	
EP 1829711	A1	05-09-2007	EP 1829711 A1	05-09-2007
			ES 2396369 T3	21-02-2013
			US 2008135153 A1	12-06-2008
			WO 2006068085 A1	29-06-2006
US 5568830	A	29-10-1996	CA 2173406 A1	04-10-1996
			US 5568830 A	29-10-1996