

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/001809 A1

(43) Date de la publication internationale
04 janvier 2018 (04.01.2018)

(51) Classification internationale des brevets :
B60C 11/16 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2017/065178

(22) Date de dépôt international :
21 juin 2017 (21.06.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1655997 28 juin 2016 (28.06.2016) FR

(71) Déposant : **COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN** [FR/FR] ; 12 cours Sablon, 63000 CLERMONT FERRAND (FR).

(72) Inventeur : **SARAZIN, Frédéric** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 09 (FR).

(74) Mandataire : **CASALONGA** ; CASALONGA & ASSOCIES, 8 Avenue Percier, 75008 PARIS (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,

(54) Title: **STUDED PNEUMATIC TYRE**

(54) Titre : **PNEUMATIQUE CLOUTÉ**

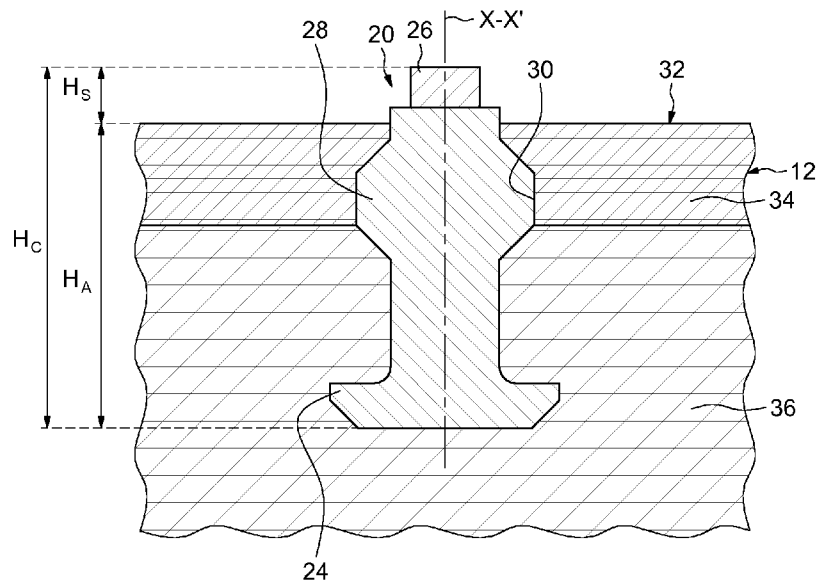


FIG.3

(57) **Abstract:** The invention relates to a pneumatic tyre comprising a tyre tread (12) with a tread surface (32), and a plurality of studs (20) secured in the tyre tread (12) and projecting relative to said tread surface (32), the average area density of studs (20) on the tread surface (32) being at least equal to 6.7 studs per dm² and the static strike force of each of the studs (20) ranging from 120 N to 170 N.

(57) **Abrégé :** Pneumatique comprenant une bande de roulement (12) ayant une surface de roulement (32), et une pluralité de clous (20) ancrés dans la bande de roulement (12) et s'étendant en saillie par rapport à la surface de roulement (32), la densité surfacique moyenne de clous (20) sur la surface de roulement (32) est au moins égale à 6,7 clous par dm² et la force de frappe statique de chacun des clous (20) est comprise dans une plage allant de 120 N à 170 N.

[Suite sur la page suivante]



WO 2018/001809 A1

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

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

Pneumatique clouté

La présente invention concerne les domaines des pneumatiques comprenant des clous qui sont particulièrement adaptés au roulage sur
5 glace. On parle généralement de « pneumatiques cloutés ».

L'invention est particulièrement adaptée aux véhicules de tourisme et aux véhicules utilitaires.

Les pneumatiques cloutés possèdent des avantages indéniables en termes de comportement dans les conditions de roulage hivernales, comme par exemple le roulage sur revêtement glacé. Le contact avec la
10 glace, et plus particulièrement la pénétration dudit clou dans la glace, permet de compenser la diminution d'adhérence constatée au niveau des éléments de sculpture de la bande de roulement du pneumatique. En effet, les clous grattent la glace et permettent de générer des efforts
15 additionnels sur la glace.

Une des difficultés dans l'utilisation de tels pneumatiques cloutés consiste dans le fait que ces pneumatiques, lorsqu'ils sont utilisés sur une route non glacée ou enneigée, dégradent l'état de surface de la route et conduisent à l'usure prématurée de la chaussée.

C'est pour cette raison qu'un certain nombre de pays ont interdit les pneumatiques cloutés ou en ont limité l'utilisation à certains types de véhicules et/ou à des périodes hivernales limitées.
20

Or, une augmentation de l'efficacité d'adhérence sur glace d'un pneumatique clouté se traduit habituellement soit par un caractère abrasif supérieur de chaque clou vis-à-vis de la chaussée pour un
25 nombre de clous constant, soit par une augmentation du nombre de clous en maintenant constant le caractère abrasif de chaque clou.

Ceci conduit généralement à augmenter l'effet néfaste du pneumatique clouté sur la chaussée non glacée ou enneigée.

La présente invention vise à prévoir un pneumatique clouté possédant une excellente adhérence sur glace tout en ayant un impact réduit sur une chaussée non glacée ou enneigée.
30

L'invention concerne un pneumatique comprenant une bande de roulement ayant une surface de roulement, et une pluralité de clous

ancrés dans la bande de roulement et s'étendant en saillie par rapport à la surface de roulement.

5 Selon une caractéristique générale, la densité surfacique moyenne de clous sur la surface de roulement est au moins égale à 6,7 clous par décimètre au carré (dm^2). Selon une autre caractéristique générale, la force de frappe statique des clous de la pluralité de clous est comprise dans une plage allant de 120 à 170 Newtons (N).

Par « pneumatique », on entend tous les types de bandages élastiques soumis ou non à une pression interne.

10 On entend par « surface de roulement » d'un pneumatique, la surface de la bande de roulement qui entre en contact avec la chaussée lorsque ce pneumatique roule gonflé à sa pression d'utilisation et en le considérant dépourvu de clous.

15 La « surface de roulement » est calculée à partir de la largeur et du diamètre de la bande de roulement du pneumatique libre, c'est-à-dire non monté sur sa jante.

20 On entend ici par « densité surfacique moyenne », le rapport entre le nombre total de clous et la surface de roulement du pneumatique exprimée en dm^2 . Autrement dit, les clous sont repartis dans la bande de roulement avec une densité moyenne de 6,7 clous pour 1 dm^2 de surface de roulement.

25 Par « force de frappe statique » d'un clou, on entend l'effort vertical exercé par ce clou lorsque le pneumatique est écrasé sur une chaussée plane sous une pression interne de gonflage égale à 2 bars et sous une charge correspondant à 70% de la capacité de charge maximale du pneumatique. Cette capacité de charge maximale est habituellement indiquée par un indice de charge inscrit sur au moins un des flancs du pneumatique.

30 Des essais effectués par la demanderesse ont permis de mettre en évidence que la densité surfacique particulière de clous combinée à une telle force de frappe statique permet d'accroître la performance d'adhérence sur chaussée glacée du pneumatique clouté tout en limitant son action abrasive sur chaussée sèche.

L'augmentation de la densité surfacique moyenne de clous par rapport aux pneumatiques cloutés conventionnels permet d'obtenir une répartition de la charge sur un plus grand nombre de clous dans la zone de contact de la bande de roulement avec la chaussée.

5 L'adhérence du pneumatique sur chaussée glacée est améliorée. En outre, l'usure des clous est limitée.

Par ailleurs, la force de frappe statique qui a été déterminée par la demanderesse permet d'obtenir un bon compromis entre l'adhérence améliorée sur glace du pneumatique et le caractère abrasif limité des

10 clous sur la chaussée.

Dans un mode de réalisation préféré, la force de frappe statique de chacun des clous est comprise dans la plage allant de 120 à 170 N. Alternativement, il est toutefois possible de prévoir que seulement une partie des clous présente chacun une force de frappe statique comprise

15 dans cette plage.

Selon une caractéristique optionnelle, la densité linéique moyenne de clous sur la surface de roulement est au moins égale à 115 clous par mètre. On entend ici par « densité linéique moyenne », le rapport entre le nombre total de clous et la circonférence de la surface de roulement du pneumatique exprimée en mètre. Autrement dit, les

20 clous sont répartis dans la bande de roulement avec une densité moyenne de 115 clous pour 1 mètre de circonférence de surface de roulement.

Selon une autre caractéristique optionnelle, la hauteur en saillie H_s des clous de la pluralité de clous est au plus égale à 1,6 millimètres (mm), et préférentiellement comprise entre 0,8 mm et 1,2 mm. Ceci permet de limiter encore le caractère abrasif des clous sur la

25 chaussée.

Par « hauteur en saillie » d'un clou, on entend la distance radiale entre le point du clou radialement le plus à l'extérieur et la

30 portion de la surface de roulement qui entoure ce clou, par exemple jusqu'à une distance de 1 centimètre par rapport à l'axe du clou. Une direction « radiale » est une direction correspondant à un rayon du pneumatique. La direction radiale est donc une direction qui est

perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique. Le point du clou radialement le plus à l'extérieur est ainsi le point de ce clou le plus éloigné de l'axe de rotation du pneumatique.

5 La hauteur en saillie H_S des clous de la pluralité de clous peut être au plus égale à 20% de la hauteur totale H_C dudit clou.

10 Dans un mode de réalisation, la section maximale S_{max} du clou est au plus égale à 35 millimètres au carré (mm^2). On entend par «section maximale», la section maximale du clou considérée perpendiculairement à l'axe d'allongement du clou. Dans le cas d'un clou cylindrique, cette section maximale est définie par le diamètre dudit clou.

15 La hauteur totale des clous de la pluralité de clous peut être comprise entre 8 mm et 11 mm, et de préférence égale à 10 mm. Les clous de la pluralité de clous comprennent généralement un corps ancré dans la bande de roulement et une mise destinée à entrer en contact avec la chaussée. Le corps et la mise peuvent être réalisés dans des matériaux différents. Préférentiellement, la mise est réalisée en carbure de tungstène et le corps est en alliage métallique, préférentiellement en acier. Alternativement, le corps et la mise
20 peuvent être réalisés dans un même matériau.

La section de la mise dudit clou peut être comprise entre 3 mm^2 et 3,5 mm^2 . La section est considérée perpendiculairement à l'axe d'allongement du clou. Ceci permet encore de limiter le caractère abrasif des clous sur la chaussée. La masse des clous de la pluralité de
25 clous peut être comprise entre 0,7 g et 1,2 g.

De préférence, le taux d'entaillement surfacique de la bande de roulement à l'état neuf dudit pneumatique est compris entre 30% et 50%.

30 Par « taux d'entaillement surfacique » d'une bande de roulement, on entend le rapport entre d'une part la différence entre l'aire totale de la surface de la bande de roulement et l'aire des parties des éléments de sculpture destinées à rentrer en contact avec le sol lors du roulage, et d'autre part cette aire totale de la surface de la bande de roulement.

Alternativement ou en combinaison, le taux d'entaillement volumique de la bande de roulement à l'état neuf dudit pneumatique est compris entre 25% et 50%. Par «taux d'entaillement volumique» d'une bande de roulement, on entend le rapport entre le volume de creux de la bande de roulement, constitué par les rainures et les incisions, sur le volume total de la bande de roulement.

Dans un mode de réalisation, la hauteur des sculptures de la bande de roulement peut être comprise entre 6 mm et 12 mm.

Dans un mode de réalisation, la bande de roulement comprend une première partie délimitant la surface de roulement et au moins une deuxième partie radialement à l'intérieur de la première partie et à l'intérieur de laquelle est ancrée une tête de chaque clou, la première partie étant formée dans une première composition caoutchouteuse et ladite deuxième partie étant formée dans une deuxième composition caoutchouteuse différente de la première composition caoutchouteuse. Ainsi, il est possible de prévoir une première composition caoutchouteuse présentant de bonnes propriétés de résistance à l'usure et à l'adhérence. La deuxième composition caoutchouteuse peut quant à elle être choisie pour favoriser l'obtention d'une bonne tenue mécanique des clous dans la bande de roulement.

Selon une caractéristique optionnelle, le module complexe de cisaillement dynamique $G^*(-10^\circ\text{C})$ de la première composition caoutchouteuse est compris entre 1 MPa et 2 MPa. Le module complexe de cisaillement dynamique de ladite deuxième composition caoutchouteuse peut quant à lui évoluer en fonction de la température tel que $G^*(5^\circ\text{C})$ est supérieur ou égal à 5 MPa et $G^*(20^\circ\text{C})$ est inférieur ou égal à $0.5 \times G^*(5^\circ\text{C})$.

Le « module complexe » G^* est défini par la relation suivante : $G^* = \sqrt{G'^2 + G''^2}$

dans laquelle G' représente le module élastique et G'' représente le module visqueux.

Les termes modules élastiques visqueux désignent des propriétés dynamiques bien connues de l'homme du métier. Ces

propriétés sont mesurées sur un viscoanalyseur de type Metravib VA4000 sur des éprouvettes moulées à partir de compositions crues. Des éprouvettes telles que celles décrites dans la norme ASTM D 5992 - 96 (version publiée en Septembre 2006, initialement approuvée en 5
10
15
20
25
30
à la figure X2.1 (mode de réalisation circulaire) sont utilisées. Le diamètre « d » de l'éprouvette est de 10 mm (elle a donc une section circulaire de 78.5 mm²), l'épaisseur « L » de chacune des portions de composition caoutchouteuse est de 2 mm, ce qui donne un ratio « d/L » de 5 (contrairement à la norme ISO 2856, mentionnée dans la norme ASTM, paragraphe X2.4, qui préconise une valeur d/L de 2).

On enregistre la réponse d'un échantillon de composition caoutchouteuse vulcanisée soumis à une sollicitation sinusoïdale en cisaillement simple alterné, à la fréquence de 10 Hz. L'éprouvette est sollicitée en cisaillement sinusoïdal à 10 Hz, à contrainte imposée (0.7
15
20
25
30
MPa), symétriquement autour de sa position d'équilibre. Une accommodation de l'éprouvette est réalisée préalablement à la mesure. L'éprouvette est alors sollicitée en cisaillement sinusoïdal à 10Hz, à 100% de déformation crête-crête, à température ambiante.

La mesure est réalisée au cours d'une rampe de température croissante de 1,5°C par minute, depuis une température T_{\min} inférieure à la température de transition vitreuse T_g du matériau, jusqu'à une température T_{\max} qui peut correspondre au plateau caoutchoutique du matériau. Avant de commencer le balayage, on stabilise l'échantillon à la température T_{\min} pendant 20 minutes pour avoir une température homogène au sein de l'échantillon. Le résultat exploité est le module élastique de cisaillement dynamique G' et le module visqueux de cisaillement G'' aux températures choisies (en l'occurrence -10°, 5° et 20°C). La température de transition vitreuse T_g de la première composition caoutchouteuse peut être comprise entre -50°C et -30°C.

Dans ce qui précède, les bornes indiquées pour un domaine de valeurs sont comprises dans ce domaine, notamment dans les expressions « compris entre » et « allant de ... à ... ».

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple nullement limitatif et illustré par les dessins annexés sur lesquels :

- 5 - la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un pneumatique clouté selon un exemple de réalisation de l'invention,
- la figure 2 est une vue de face d'un clou du pneumatique de la figure 1, et
- la figure 3 est une vue schématique partielle en coupe du pneumatique de la figure 1.

10 Sur la figure 1 est représenté schématiquement un pneumatique 10 comprenant une bande de roulement 12 ayant une surface de roulement (non référencée) destinée à venir en contact avec une chaussée lors du roulage. La bande de roulement 12 comprend une pluralité de rainures transversales 14 et circonférentielles 16 qui
15 délimitent une pluralité de pains ou blocs 18 de gomme. Chaque bloc 18 comprend une face de contact formant une partie de la surface de roulement de la bande de roulement 12.

Le pneumatique 10 comprend également une pluralité de clous 20
20 fixés dans la bande de roulement 12 du pneumatique et disposés sur toute la largeur de la surface de roulement dans les blocs 18 de gomme. La disposition des clous 20 sur la bande de roulement 12 telle qu'illustrée à la figure 1 est uniquement illustrative et non limitative. Il est par exemple être possible de prévoir plusieurs clous 20 sur un même bloc 18 de gomme. La bande de roulement 12 du pneumatique
25 comprend ici une nervure 22 centrale dépourvue de clous. Alternativement, il est possible de prévoir une nervure 22 comprenant des clous.

Les clous 20 sont disposés à plusieurs positions autour de la
30 périphérie de la bande de roulement 12 de sorte qu'à tout instant une partie de ces clous 20 soient en contact avec la chaussée sur laquelle roule le pneumatique 10. Le nombre total de clous 20 en saillie par rapport à la surface de roulement du pneu clouté et la force de frappe statique de chaque clou sont prévus de sorte que ce pneumatique clouté

possède une excellente adhérence sur glace tout en ayant un impact réduit sur une chaussée non glacée ou non enneigée.

5 La demanderesse a déterminé qu'une densité surfacique moyenne de clous 20 sur la surface de roulement du pneumatique 10 au moins égale à 6,7 clous par dm^2 combinée à une force de frappe statique pour chaque clou 20 comprise dans une plage allant de 120 N à 170 N permet d'améliorer de façon significative le compromis adhérence sur glace-nuisance des clous 20 en terme d'usure des chaussées et du bruit intérieur dans le véhicule.

10 L'augmentation du nombre de clous 20 sur la bande de roulement 12 par rapport aux pneumatiques cloutés conventionnels permet d'augmenter l'efficacité du pneumatique 10 sur chaussée glacée, tandis que la limitation de la force de frappe statique de chaque clou 20 permet d'éviter une dégradation excessive de l'état de
15 la surface de la chaussée lorsqu'elle n'est pas recouverte de glace ou de neige. Cette combinaison particulière de la densité surfacique moyenne de clous 20 et de la force de frappe statique du clou permet ainsi d'obtenir un bon compromis entre l'adhérence améliorée sur glace du pneumatique 10 clouté et le caractère abrasif limité des clous
20 20 sur la chaussée.

De préférence, la densité linéique moyenne de clous 20 sur la surface de roulement du pneumatique 10 est au moins égale à 115 clous par mètre. A titre indicatif, pour un pneumatique de dimension
25 205/55 R16, la densité surfacique moyenne de clous 20 peut être égale à 6,7 clous par dm^2 et la force de frappe statique de chaque clou 20 peut être égale à 152 N. Pour un tel pneumatique, la densité linéique moyenne de clous 20 peut être égale à 115 clous par mètre.

30 Comme illustré à la figure 2, chaque clou 20, d'axe X-X' longitudinal, comprend une tête 24 pour l'ancrage dans la bande de roulement 12 du pneumatique, une mise 26 destinée à entrer en contact avec la chaussée (glace, neige ou revêtement nu) lorsque le pneumatique roule, et un corps 28 reliant la mise et la tête. Dans l'exemple de réalisation illustré, le clou 20 présente un profil cylindrique. En variante, le clou 20 pourrait présenter tout autre profil,

par exemple polygonal. Dans l'exemple de réalisation illustré, la mise 26 est centrée sur l'axe X-X'. Alternativement, la mise 26 peut être décentrée par rapport audit axe.

5 La mise 26 du clou peut avantageusement être réalisée à l'aide d'un matériau distinct de celui du reste du clou 20. Cela permet d'utiliser pour cette partie un matériau plus dur par rapport au matériau de la tête 24 et du corps 28 dans la mesure où la mise 26 est sujette à de très fortes sollicitations mécaniques. Cela permet par ailleurs de réaliser, pour certaines familles de produits, un corps 28 et
10 une tête 24 en matériau moulé ou injecté, sur lequel on fixe la mise 21. Le corps 28 peut être réalisé en matière métallique, par exemple en acier. Alternativement, le corps peut être réalisé dans un matériau plastique. La mise 26 peut être réalisée en carbure de tungstène. Alternativement, le clou 20 peut être réalisé en un matériau unique.

15 La section maximale S_{\max} du clou 20 est au plus égale à 35 mm², cette section correspondant à la plus grande section du clou 20 dans tout plan perpendiculaire à l'axe X-X' du clou, quel que soit la forme géométrique de cette section (circulaire, polygonale, etc.). Dans l'exemple de réalisation illustré, cette section maximale S_{\max} du clou
20 correspond à la section maximale de la tête 24 du clou.

La section maximale de la mise 26 du clou est comprise entre 3 mm² et 3,5 mm², et de préférence égale à 3,14 mm². Cette section maximale correspond à la plus grande section de la mise 26 dans tout plan perpendiculaire à l'axe X-X' quel que soit la forme géométrique
25 de cette section (circulaire, polygonale, etc.). La hauteur totale H_C du clou 20 est comprise entre 8 mm et 11 mm, et de préférence égale à 10 mm. La hauteur totale H_C est définie par la hauteur cumulée de la tête 24, du corps 28 et de la mise 26. La masse du clou peut être comprise entre 0,7g et 1,2g, et de préférence égale à 1,15g.

30 La figure 3 représente schématiquement une partie de la bande roulement 12 du pneumatique qui est pourvue d'une alvéole 30 à l'intérieur de laquelle est monté un clou 20. L'alvéole 30 débouche sur la surface de roulement 32 de la bande de roulement 12. De manière connue en soi, à l'état libre de l'alvéole 30, i.e. avant insertion du

clou 20, celle-ci peut présenter une forme cylindrique de dimensions inférieures à celles du clou de sorte qu'après insertion le clou 20 est parfaitement enveloppé par la bande de roulement par élasticité et ancré à l'intérieur de celle-ci.

5 Le clou 20 est disposé dans la bande de roulement 12 de sorte que son axe X-X' est sensiblement parallèle à une direction radiale. Le clou 20 s'étend en saillie vers l'extérieur par rapport à la surface de roulement 32 de la bande de roulement 12 lorsqu'il n'est pas en contact avec la chaussée comme cela est illustré à la figure 3. La hauteur en saillie H_S du clou 20 est au plus égale à 1,6 mm, et
10 préférentiellement comprise entre 0,8 mm et 1,2 mm, et avantageusement égale à 0,9 mm. La hauteur en saillie H_S du clou 20 est au plus égale à 20% de la hauteur totale H_C dudit clou. Dans l'exemple de réalisation illustré, l'extrémité supérieure du corps 28 et
15 la mise 26 du clou s'étendent en saillie par rapport à la surface de roulement 32. Selon une variante préférentielle, seule la mise 26 du clou peut s'étendre en saillie hors de la bande de roulement 12. La hauteur ancrée H_A du clou 20 à l'intérieur de la bande de roulement 12 est au plus égale à 9,4 mm.

20 Dans l'exemple de réalisation illustré, la bande de roulement 12 comprend une première partie 34 délimitant la surface de roulement 32 et une deuxième partie 36 disposée radialement à l'intérieur de la première partie 201. La première partie 34 de la bande de roulement 12 est formée dans une première composition caoutchouteuse et la
25 deuxième partie 36 est formée dans une deuxième composition caoutchouteuse différente de la première composition caoutchouteuse. Le corps 28 du clou est au moins partiellement en contact avec la première partie 34 tandis que la tête 24 est entièrement ancrée dans la deuxième partie 36 de la bande de roulement 20. La deuxième partie
30 36 enveloppe entièrement la tête 24 du clou.

La réalisation de la bande de roulement 12 avec au moins des première et deuxième parties 34, 36 est particulièrement avantageuse dans la mesure où cela permet de prévoir une première composition caoutchouteuse adaptée pour obtenir de bonnes propriétés de

résistance à l'usure et à l'adhérence sur glace et une deuxième composition caoutchouteuse favorisant l'ancrage mécanique des clous 20.

5 Alternativement ou en combinaison, il est également possible de choisir la deuxième composition caoutchouteuse de la deuxième partie pour obtenir un pneumatique 10 dont le comportement mécanique change selon la température de la chaussée sur laquelle il roule. Si l'on choisit une deuxième composition caoutchouteuse qui est rigide à basse température et plus molle à haute température, alors le clou 20 aura tendance à rester en saillie de la bande de roulement 12 lorsque la chaussée est froide (recouverte de glace ou de neige) et à s'incliner, en déformant la deuxième composition caoutchouteuse qui l'entoure lorsque la chaussée est plus chaude (non recouverte de glace ou de neige). Cet effet est optimisé lorsque le module complexe de cisaillement dynamique $G^*(-10^\circ\text{C})$ de la première composition caoutchouteuse est compris entre 1 MPa et 2 MPa et le module complexe de cisaillement dynamique de la deuxième composition caoutchouteuse évolue en fonction de la température tel que $G^*(5^\circ\text{C})$ est supérieur ou égal à 5 MPa et $G^*(20^\circ\text{C})$ est inférieur ou égal à $0.5 \times G^*(5^\circ\text{C})$. La température de transition vitreuse T_g de la première composition caoutchouteuse peut être comprise entre -50°C et -30°C .

25 L'invention a été illustrée sur la base d'un pneumatique équipé de clous présentant une géométrie particulière. On ne sort pas du cadre de la présente invention lorsque les clous du pneumatique présentent une géométrie différente.

REVENDICATIONS

1. Pneumatique comprenant une bande de roulement (12) ayant une surface de roulement (32), et une pluralité de clous (20) ancrés dans la bande de roulement et s'étendant en saillie par rapport à la surface de roulement, caractérisé en ce que la densité surfacique moyenne de clous (20) sur la surface de roulement est au moins égale à 6,7 clous par dm^2 et la force de frappe statique des clous de la pluralité de clous est comprise dans une plage allant de 120 N à 170 N.
2. Pneumatique selon la revendication 1, dans lequel la densité linéique moyenne de clous (20) sur la surface de roulement est au moins égale à 115 clous par mètre.
3. Pneumatique selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la hauteur en saillie H_s des clous (20) de la pluralité de clous est au plus égale à 1,6 mm, et préférentiellement comprise entre 0,8 mm et 1,2 mm.
4. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la hauteur en saillie H_s des clous (20) de la pluralité de clous est au plus égale à 20% de la hauteur totale H_C dudit clou.
5. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la section maximale S_{max} des clous (20) de la pluralité de clous est au plus égale à 35 mm^2 .
6. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la hauteur totale H_C des clous (20) de la pluralité de clous est comprise entre 8 mm et 11 mm, et de préférence égale à 10 mm.
7. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les clous de la pluralité de clous comprennent un corps (28) ancré dans la bande de roulement et une mise (26) destinée à entrer en contact avec la chaussée, le corps (28) et la mise (26) étant réalisés en des matériaux différents.

8. Pneumatique selon la revendication 7, dans lequel la section maximale de la mise des clous de la pluralité de clous est comprise entre 3 mm^2 et $3,5 \text{ mm}^2$.

5 9. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la masse des clous (20) de la pluralité de clous est comprise entre 0,7 g et 1,2 g.

10 10. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le taux d'entaillement surfacique de la bande de roulement à l'état neuf dudit pneumatique est compris entre 30% et 50%.

11. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le taux d'entaillement volumique de la bande de roulement à l'état neuf dudit pneumatique est compris entre 25% et 50%.

15 12. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la bande de roulement comprend une première partie (34) délimitant la surface de roulement (32) et au moins une deuxième partie (36) radialement à l'intérieur de la première partie et à l'intérieur de laquelle est ancrée une tête (24) de chaque clou, la
20 première partie étant formée dans une première composition caoutchouteuse et ladite deuxième partie étant formée dans une deuxième composition caoutchouteuse différente de la première composition caoutchouteuse.

25 13. Pneumatique selon la revendication 12, dans lequel le module complexe de cisaillement dynamique $G^*(-10^\circ\text{C})$ de la première composition caoutchouteuse est compris entre 1 MPa et 2 MPa.

30 14. Pneumatique selon la revendication 12 ou 13, dans lequel le module complexe de cisaillement dynamique de ladite deuxième composition caoutchouteuse évolue en fonction de la température tel que $G^*(5^\circ\text{C})$ est supérieur ou égal à 5 MPa et $G^*(20^\circ\text{C})$ est inférieur ou égal à $0.5 \times G^*(5^\circ\text{C})$.

15. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, dans lequel la température de transition vitreuse (T_g) de la

première composition caoutchouteuse est comprise entre -50°C et -30°C .

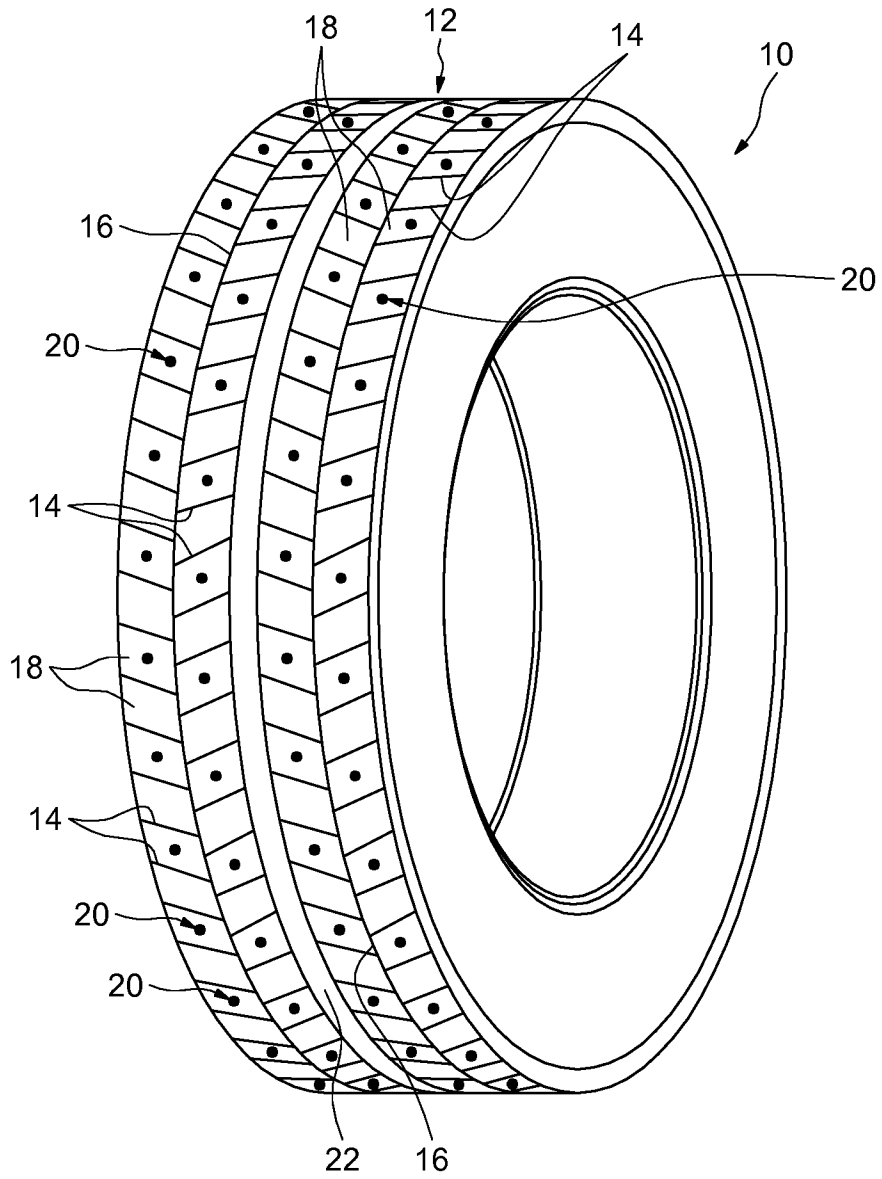


FIG. 1

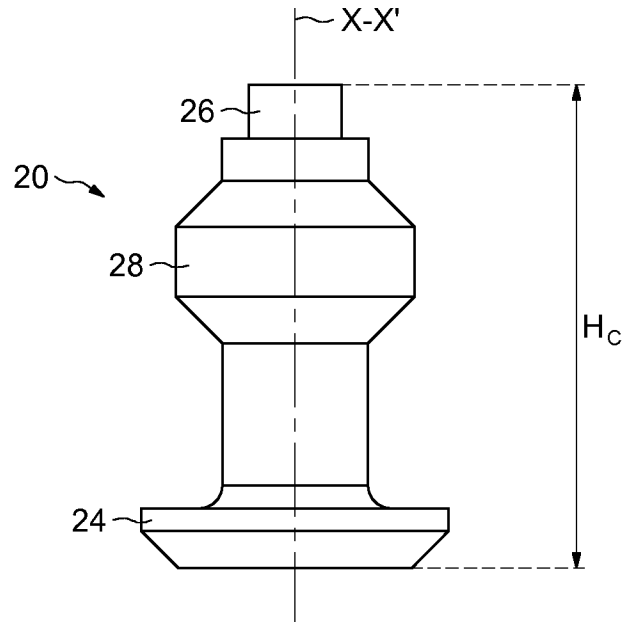


FIG. 2

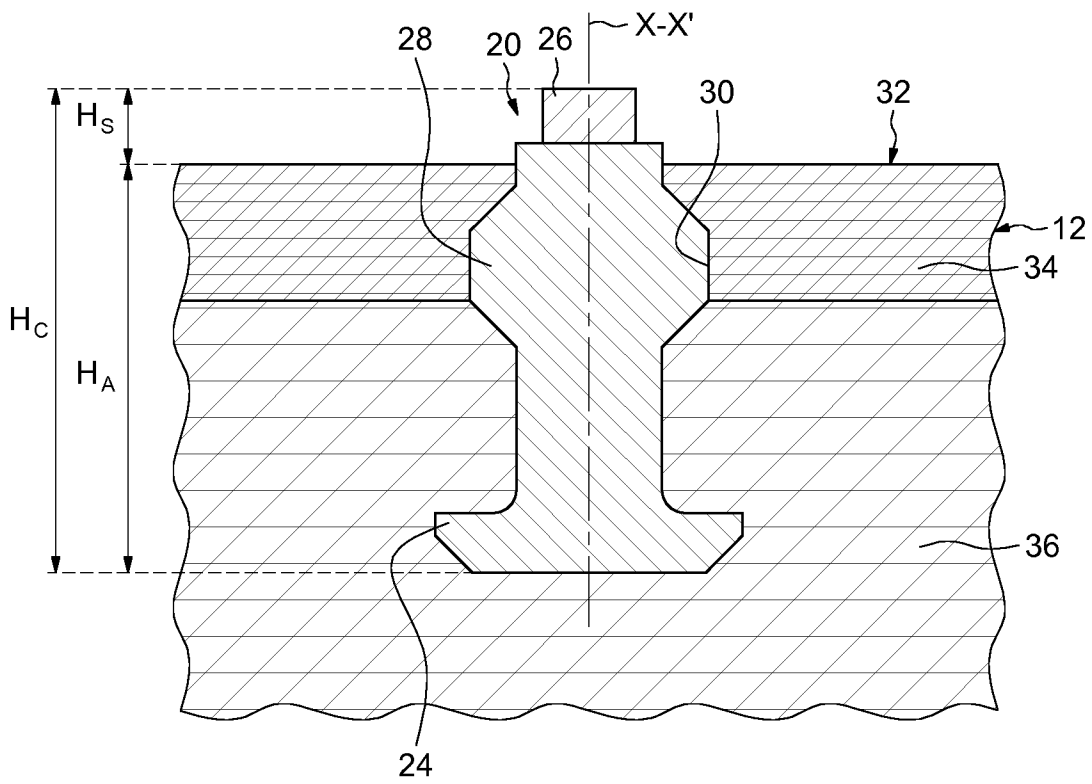


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/065178

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60C11/16
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.
X	FR 2 131 913 A1 (KLEBER COLOMBES) 17 November 1972 (1972-11-17) page 3, line 18 - page 4, line 25; figures 1-2	1-15
A	----- EP 0 813 981 A1 (SUMITOMO RUBBER IND [JP]) 29 December 1997 (1997-12-29) page 2, line 46 - page 11, line 40; figures 1-5	1-15
A	----- GB 1 546 780 A (DUNLOP LTD) 31 May 1979 (1979-05-31) page 2, lines 37-129; figures 1-4	1-15
A	----- DE 23 04 036 A1 (SIMON FA KARL) 1 August 1974 (1974-08-01) pages 7-12; figures 1-3 -----	1-15

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

10 August 2017

Date of mailing of the international search report

22/08/2017

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

Authorized officer

Flori, Massimiliano

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/065178

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2131913	A1	17-11-1972	NONE

EP 0813981	A1	29-12-1997	DE 69717544 D1 16-01-2003
			DE 69717544 T2 10-07-2003
			EP 0813981 A1 29-12-1997

GB 1546780	A	31-05-1979	BE 843178 A4 18-10-1976
			DE 2627730 A1 13-01-1977
			DK 279276 A 28-12-1976
			FI 761747 A 28-12-1976
			FR 2315403 A2 21-01-1977
			GB 1546780 A 31-05-1979
			IE 43773 B1 20-05-1981
			IT 1063774 B 11-02-1985
			JP S52118706 A 05-10-1977
			LU 75202 A1 17-02-1977
			NL 7606949 A 29-12-1976
			NO 762103 A 28-12-1976
			SE 7606188 A 28-12-1976

DE 2304036	A1	01-08-1974	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2017/065178

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60C11/16 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
X	FR 2 131 913 A1 (KLEBER COLOMBES) 17 novembre 1972 (1972-11-17) page 3, ligne 18 - page 4, ligne 25; figures 1-2	1-15
A	----- EP 0 813 981 A1 (SUMITOMO RUBBER IND [JP]) 29 décembre 1997 (1997-12-29) page 2, ligne 46 - page 11, ligne 40; figures 1-5	1-15
A	----- GB 1 546 780 A (DUNLOP LTD) 31 mai 1979 (1979-05-31) page 2, lignes 37-129; figures 1-4	1-15
A	----- DE 23 04 036 A1 (SIMON FA KARL) 1 août 1974 (1974-08-01) pages 7-12; figures 1-3 -----	1-15
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> 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 10 août 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 22/08/2017
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Flori, Massimiliano

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2017/065178

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2131913	A1	17-11-1972	AUCUN	

EP 0813981	A1	29-12-1997	DE 69717544 D1	16-01-2003
			DE 69717544 T2	10-07-2003
			EP 0813981 A1	29-12-1997

GB 1546780	A	31-05-1979	BE 843178 A4	18-10-1976
			DE 2627730 A1	13-01-1977
			DK 279276 A	28-12-1976
			FI 761747 A	28-12-1976
			FR 2315403 A2	21-01-1977
			GB 1546780 A	31-05-1979
			IE 43773 B1	20-05-1981
			IT 1063774 B	11-02-1985
			JP S52118706 A	05-10-1977
			LU 75202 A1	17-02-1977
			NL 7606949 A	29-12-1976
			NO 762103 A	28-12-1976
			SE 7606188 A	28-12-1976

DE 2304036	A1	01-08-1974	AUCUN	
