

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
5 mai 2011 (05.05.2011)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/051203 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
C08L 7/00 (2006.01) *C08L 23/22* (2006.01)
B60C 1/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2010/066019
- (22) Date de dépôt international :
25 octobre 2010 (25.10.2010)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0957521 27 octobre 2009 (27.10.2009) FR
- (71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) :
SOCIETE DE TECHNOLOGIE MICHELIN [FR/FR];
23, rue Breschet, F-63000 Clermont-ferrand (FR).
MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.
[CH/CH]; Route Louis Braille 10, CH-1763 Granges-
paccot (CH).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **TANAKA,**
Mitsue [JP/JP]; Michelin Research Asia Co., Ltd, 6-1, 1-
chome, Fujimi Building, Tokyo, Chiyoda-ku 102-8176
(JP). **PAGANO, Salvatore** [FR/JP]; Michelin Research

Asia Co., Ltd, 6-1, 1-chome, Fujimi Building, Tokyo,
Chiyoda-ku 102-8176 (JP).

(74) Mandataire : **RIBIERE, Joël**; Manufacture Française
des Pneumatiques Michelin, 23, place des Carmes-
Déchaux, SGD/LG/PI - F35 - Ladoux, F-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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

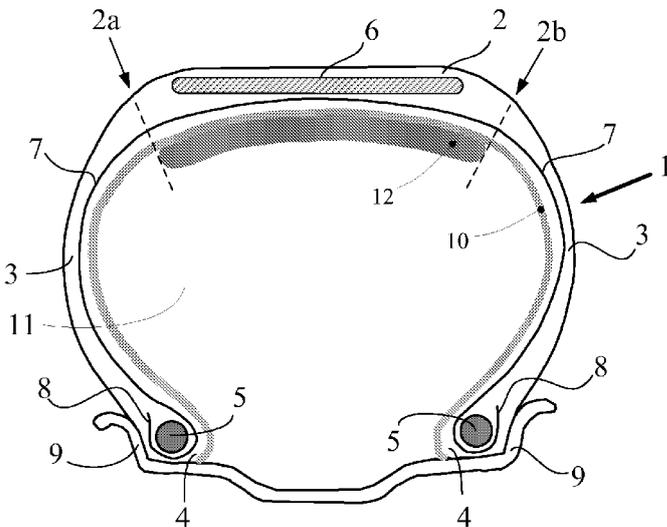
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : TIRE, THE INNER WALL OF WHICH IS PROVIDED WITH A HEAT-EXPANDABLE RUBBER LAYER

(54) Titre : BANDAGE PNEUMATIQUE DONT LA PAROI INTERNE EST POURVUE D'UNE COUCHE DE CAOUTCHOUC THERMO-EXPANSIBLE

Fig. 2



(57) Abstract : The invention relates to a tire (1), the inner wall (10) of which is provided with a rubber layer (12) that is heat-expandable when the tire is in the crude state, and expanded when the tire is in the vulcanized state. Said rubber layer, which, once expanded, is capable of reducing the running noise of said tire, comprises an elastomer composition containing at least one elastomer such as natural rubber or butyl rubber, a reinforcing filler such as silica and/or carbon black, between 10 and 80 pce of an expansion agent such as an azodicarbonamide compound and between 10 and 50 pce of a hot-melt compound, the melting temperature of which is between 70°C and 150°C, e.g. urea. The combined use of the latter two compounds, at the recommended high levels, enables a great reduction in the expansion rate and thus in the thickness of the foam rubber layer once the tire has been vulcanized, without adversely affecting the noise absorption properties provided by the expansion agent.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2011/051203 A1

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Publiée :**

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

Bandage pneumatique (1) dont la paroi interne (10) est pourvue d'une couche de caoutchouc (12) thermo-expansible lorsque le bandage est à l'état cru, expansée lorsque le bandage est à l'état vulcanisé. Cette couche de caoutchouc, apte à réduire une fois expansée les bruits de roulage dudit bandage, comporte une composition élastomère à base d'au moins un élastomère tel que caoutchouc naturel ou caoutchouc butyl, une charge renforçante tel que silice et/ou noir de carbone, entre 10 et 80 pce d'un agent d'expansion tel qu'un composé azodicarbonamide et entre 10 et 50 pce d'un composé thermo fusible dont la température de fusion est comprise entre 70°C et 150°C, par exemple de l'urée. L'utilisation combinée des deux derniers composés, aux taux élevés préconisés, permet, sans affecter les propriétés d'absorption du bruit apportées par l'agent d'expansion, de réduire très fortement le taux d'expansion et donc l'épaisseur de la couche de caoutchouc mousse une fois le bandage pneumatique vulcanisé.

**BANDAGE PNEUMATIQUE DONT LA PAROI INTERNE EST POURVUE
D'UNE COUCHE DE CAOUTCHOUC THERMO-EXPANSIBLE**

5

1. DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention est relative aux bandages pneumatiques pour véhicules automobiles ainsi qu'aux compositions de caoutchouc utilisables pour la fabrication de tels pneumatiques.

10

Elle est plus particulièrement relative aux bandages pneumatiques dont la paroi interne ou cavité de gonflage étanche à l'air (ou autre gaz de gonflage) est pourvue d'une couche de caoutchouc mousse destinée à réduire le bruit émis par ces bandages lors du roulage des véhicules .

15

2. ETAT DE LA TECHNIQUE

20

Il est connu que le bruit émis par un bandage pneumatique en roulage a pour origine entre autres les vibrations de sa structure consécutives au contact du bandage avec les irrégularités de la chaussée, provoquant également une génération d'ondes acoustiques diverses. Le tout se manifeste finalement sous forme de bruit, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du véhicule. L'amplitude des ces différentes manifestations est tributaire des modes de vibrations propres du bandage pneumatique mais également de la nature du revêtement sur lequel le véhicule se

25 déplace. La gamme de fréquences correspondant au bruit généré par les pneumatiques s'étend typiquement de 20 à 4 000 Hz environ.

25

30

En ce qui concerne le bruit émis à l'extérieur du véhicule, sont pertinentes les diverses interactions entre le bandage pneumatique et le revêtement routier, le bandage pneumatique et l'air, qui vont occasionner une gêne auprès des riverains du véhicule lorsque ce dernier roule sur une chaussée. On distingue également dans ce cas plusieurs sources de bruit telles que le bruit dit "d'indentation" du à l'impact des rugosités de la route dans l'aire de contact, le bruit dit "de friction" essentiellement généré en sortie de l'aire de contact, le bruit "dit de sculpture" du à l'arrangement des éléments de sculpture et à la résonance dans les différents sillons. La

35 gamme de fréquences concernées correspond ici typiquement à une plage allant de 300 à 3 000 Hz environ.

35

En ce qui concerne le bruit perçu à l'intérieur du véhicule, deux modes de propagation du son coexistent :

40

- les vibrations sont transmises par le centre roue, le système de suspension, la transmission pour finalement générer du bruit dans l'habitacle ; on parle alors de transmission par voie solidienne, généralement dominante pour les basses fréquences du spectre (jusqu'à environ 400 Hz) ;
- les ondes acoustiques émises par le bandage pneumatique sont directement propagées par voie aérienne à l'intérieur du véhicule, ce dernier faisant office de filtre ; on parle alors de transmission par voie aérienne, qui domine généralement dans les hautes fréquences (environ 600 Hz et au delà).

Le bruit dit "*road noise*" fait plutôt référence au niveau global perçu dans le véhicule et dans une gamme de fréquence allant jusqu'à 2000 Hz.

Enfin, une contribution importante du bruit perçu à l'intérieur du véhicule est apportée par le bruit de cavité ("*cavity noise*") qui fait référence à la gêne due à la résonance de la cavité de gonflage du bandage pneumatique, ce bruit dominant dans un domaine de fréquences spécifique d'environ 190 à 230 Hz.

Pour réduire les bruits de roulage d'un bandage pneumatique, en particulier le bruit de cavité, il est connu de pourvoir sa paroi interne d'une couche de caoutchouc mousse à base d'un élastomère tel que polyuréthane ou caoutchouc butyle, et d'un agent d'expansion (ou "*blowing agent*"), comme décrit par exemple dans les brevets ou demandes de brevet DE 3042350, DE 19750229, DE 19806935, EP 0367556, EP 1676722 (ou US 7389802), EP 1800911 (ou US2007/0137752A1), JP 06-40206.

Ces agents d'expansion, tels que par exemple des composés nitro, sulfonyl ou azo, sont aptes à libérer lors d'une activation thermique, par exemple lors de la vulcanisation du bandage pneumatique, une quantité de gaz importante, notamment de l'azote, et ainsi conduire à la formation de bulles au sein d'un matériau suffisamment mou tel qu'une composition de caoutchouc comportant de tels agents d'expansion.

L'expérience montre toutefois que les taux d'expansion obtenus avec de tels agents, si l'on veut obtenir une réduction de bruit significative et satisfaisante, sont particulièrement élevés, tant et si bien que le contrôle d'homogénéité de l'épaisseur de la couche de caoutchouc mousse une fois expansée, à l'intérieur du bandage pneumatique, est relativement difficile. Ceci est finalement préjudiciable à une bonne maîtrise industrielle de la fabrication de ces bandages pneumatiques.

3. BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

Les Demanderesses ont découvert lors de leurs recherches une composition de caoutchouc qui permet, grâce à l'incorporation d'un composé thermofusible spécifique, de réduire
5 sensiblement le taux d'expansion une fois le bandage pneumatique vulcanisé, sans affecter par ailleurs les propriétés d'absorption du bruit apportées par l'agent d'expansion. Le contrôle de l'homogénéité d'épaisseur de caoutchouc mousse dans la cavité du bandage pneumatique, notamment selon la position radiale considérée, est ainsi notablement amélioré.

10 Réciproquement, à épaisseur de couche identique, il est également possible d'augmenter de manière très significative la capacité d'absorption du bruit de cette couche en ajoutant un tel composé thermofusible.

En conséquence, la présente invention concerne un bandage pneumatique à l'état non vulcanisé
15 dont la paroi interne est pourvue d'une couche de caoutchouc thermo-expansible, ladite couche comportant une composition élastomère comprenant au moins un élastomère, une charge renforçante, entre 10 et 80 pce d'un agent d'expansion et entre 10 et 50 pce d'un composé thermofusible dont la température de fusion est comprise entre 70°C et 150°C.

20 De manière inattendue, l'utilisation combinée de ces deux composés, aux taux élevés préconisés, permet de réduire très fortement le taux d'expansion et donc l'épaisseur de la couche de caoutchouc mousse à l'état expansé final (c'est-à-dire une fois le bandage pneumatique vulcanisé), ceci sans affecter les propriétés d'absorption du bruit apportées par l'agent d'expansion.

25

L'invention concerne également un bandage pneumatique à l'état vulcanisé obtenu après cuisson (vulcanisation) du bandage pneumatique cru conforme à l'invention tel que décrit ci-dessus.

30 Les bandages pneumatiques de l'invention sont particulièrement destinés à équiper des véhicules à moteur de type tourisme, incluant les véhicules 4x4 (à quatre roues motrices) et véhicules SUV ("*Sport Utility Vehicles*"), des véhicules deux roues (notamment motos) comme des véhicules industriels choisis en particulier parmi camionnettes et "poids-lourd" (i.e., métro, bus, engins de transport routier tels que camions, tracteurs).

35

L'invention concerne les pneumatiques ci-dessus tant à l'état cru (i.e., avant cuisson) qu'à l'état cuit (i.e., après réticulation ou vulcanisation).

L'invention ainsi que ses avantages seront aisément compris à la lumière de la description et des exemples de réalisation qui suivent, ainsi que des figures 1 à 4 relatives à ces exemples qui schématisent, en coupe radiale :

- 5 - un exemple de bandage pneumatique conforme à l'invention, à l'état cru (c'est-à-dire non vulcanisé), dont la paroi interne est pourvue d'une couche de caoutchouc thermo-expansible s'étendant sous le sommet, sensiblement d'une épaulement à l'autre (Fig. 1) ;
- un exemple de bandage pneumatique conforme à l'invention, à l'état cuit (c'est-à-dire vulcanisé) dont la paroi interne est pourvue d'une couche de caoutchouc mousse, donc
- 10 à l'état expansé, obtenu après cuisson du bandage de la figure 1 précédente (Fig. 2) ;
- un autre exemple de bandage conforme à l'invention, à l'état cru, dont la paroi interne est pourvue d'une couche de caoutchouc thermo-expansible qui couvre dans ce cas substantiellement toute la paroi interne du bandage (Fig. 3) ;
- un autre exemple de bandage conforme à l'invention, à l'état cuit, dont la paroi interne
- 15 est pourvue d'une couche de caoutchouc mousse, donc à l'état expansé, obtenu par exemple après cuisson du bandage pneumatique de la figure 3 précédente (Fig. 4).

4. DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

20

Dans la présente description, sauf indication expresse différente, tous les pourcentages (%) indiqués sont des % en masse. L'abréviation "pce" signifie parties en poids pour cent parties d'élastomère (du total des élastomères si plusieurs élastomères sont présents).

25

D'autre part, 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).

30

Le bandage pneumatique de l'invention a donc pour caractéristique essentielle que sa paroi interne est pourvue d'une couche de caoutchouc expansible thermiquement, apte à réduire le bruit de cavité une fois expansée, ladite couche comportant une composition élastomère comprenant au moins :

35

- un (au moins un) élastomère ;
- une (au moins une) charge ;
- entre 10 et 80 pce d'un (au moins un) agent d'expansion,
- entre 5 et 50 pce d'un (au moins un) composé thermofusible dont la température de fusion est comprise entre 70°C et 150°C.

40

Les différents composés ci-dessus sont décrits en détail ci-après.

4.1. Elastomère

5 L'élastomère (ou indistinctement "caoutchouc") utilisé est de préférence du type diénique, bien que d'autres élastomères soient utilisables, par exemple des élastomères du type polyuréthane ou des élastomères thermoplastiques (TPE) tels que des élastomères thermoplastiques styréniques (TPS).

10 Par élastomère "diénique", on entend de manière connue un élastomère issu au moins en partie (i.e., un homopolymère ou un copolymère) de monomères diènes (monomères porteurs de deux doubles liaisons carbone-carbone, conjuguées ou non).

Les élastomères diéniques peuvent être classés de manière connue en deux catégories : ceux
15 dits "essentiellement insaturés" et ceux dits "essentiellement saturés". Par exemple, les caoutchoucs butyl, les copolymères de diènes et d'alpha-oléfinés type EPDM entrent dans la catégorie des élastomères diéniques essentiellement saturés, ayant un taux de motifs d'origine diénique qui est faible ou très faible, toujours inférieur à 15% (% en mole). A contrario, par élastomère diénique essentiellement insaturé, on entend un élastomère diénique issu au moins
20 en partie de monomères diènes conjugués, ayant un taux de motifs ou unités d'origine diénique (diènes conjugués) qui est supérieur à 15% (% en mole). Dans la catégorie des élastomères diéniques "essentiellement insaturés", on entend en particulier par élastomère diénique "fortement insaturé" un élastomère diénique ayant un taux de motifs d'origine diénique (diènes conjugués) qui est supérieur à 50%.

25

Ces définitions étant données, on entend plus particulièrement par élastomère diénique susceptible d'être utilisé :

(a) - tout homopolymère obtenu par polymérisation d'un monomère diène conjugué, ayant
30 de préférence de 4 à 12 atomes de carbone ;

(b) - tout copolymère obtenu par copolymérisation d'un ou plusieurs diènes conjugués entre eux ou avec un ou plusieurs composés vinyle aromatique ayant de préférence de 8 à 20 atomes de carbone ;

(c) - un copolymère ternaire obtenu par copolymérisation d'éthylène, d'une α -oléfine ayant
35 de préférence de 3 à 6 atomes de carbone avec un monomère diène non conjugué ayant de préférence de 6 à 12 atomes de carbone, comme par exemple les élastomères obtenus à partir d'éthylène, de propylène avec un monomère diène non conjugué du type précité tel que notamment l'hexadiène-1,4, l'éthylidène norbornène, le dicyclopentadiène ;

(d) - un copolymère d'isobutène et d'isoprène (ou caoutchouc butyl), ainsi que les versions
40 halogénées, en particulier chlorées ou bromées, de ce type de copolymère.

On préfère utiliser un élastomère diénique choisi dans le groupe constitué par les polybutadiènes (BR) (notamment ceux ayant un taux de liaisons cis-1,4 supérieur à 90%), les polyisoprènes de synthèse (IR), le caoutchouc naturel (NR), les copolymères de butadiène, les copolymères d'isoprène et les mélanges de ces élastomères ; de tels copolymères sont choisis plus préférentiellement dans le groupe constitué par les copolymères de butadiène-styrène (SBR), les copolymères d'isoprène-butadiène (BIR), les copolymères d'isoprène-styrène (SIR), les copolymères d'isoprène-butadiène-styrène (SBIR), les copolymères d'isobutène et d'isoprène (IIR) et les mélanges de tels copolymères.

Les élastomères peuvent être par exemple à blocs, statistiques, séquencés, microséquencés, et être préparés en dispersion ou en solution ; ils peuvent être couplés et/ou étoilés ou encore fonctionnalisés avec un agent de couplage et/ou d'étoilage ou de fonctionnalisation. Pour un couplage à du noir de carbone, on peut citer par exemple des groupes fonctionnels comprenant une liaison C-Sn ou des groupes fonctionnels aminés tels que benzophénone par exemple ; pour un couplage à une charge inorganique renforçante telle que silice, on peut citer par exemple des groupes fonctionnels silanol ou polysiloxane ayant une extrémité silanol (tels que décrits par exemple dans US 6 013 718), des groupes alcoxysilanes (tels que décrits par exemple dans US 5 977 238), des groupes carboxyliques (tels que décrits par exemple dans US 6 815 473 ou US 2006/0089445) ou encore des groupes polyéthers (tels que décrits par exemple dans US 6 503 973). A titre d'autres exemples de tels élastomères fonctionnalisés, on peut citer également des élastomères (tels que SBR, BR, NR ou IR) du type époxydés.

Selon un mode de réalisation particulièrement préférentiel de l'invention, l'élastomère diénique utilisé est un caoutchouc butyl (éventuellement chloré ou bromé), que ce copolymère soit utilisé seul ou en mélange avec des élastomères diéniques fortement insaturés tels que cités précédemment, notamment NR ou IR, BR ou SBR.

Ainsi, selon un autre mode de réalisation particulièrement plus préférentiel, la composition élastomère de la couche de caoutchouc thermo-expansible comporte, à titre d'élastomère diénique, 50 à 100 pce de caoutchouc butyl, ce dernier étant combiné ou non à 0 à 50 pce d'un autre élastomère diénique choisi préférentiellement dans le groupe constitué par le caoutchouc naturel, les polyisoprènes de synthèse, les polybutadiènes ayant un taux de liaisons cis-1,4 supérieur à 90%, les copolymères de butadiène-styrène et les mélanges de ces élastomères.

Selon un autre mode de réalisation particulièrement préférentiel de l'invention, l'élastomère diénique utilisé est choisi dans le groupe constitué par le caoutchouc naturel, les polyisoprènes de synthèse, les polybutadiènes, les copolymères de butadiène-styrène et les mélanges de ces élastomères, que ce dernier soit utilisé seul ou en mélange avec des élastomères diéniques essentiellement saturés tels que cités précédemment, notamment un caoutchouc butyl.

A titre préférentiel conviennent les polybutadiènes ayant une teneur en unités -1,2 comprise entre 4% et 80% ou ceux ayant une teneur en cis-1,4 supérieure à 80%, en particulier supérieur à 90%, les copolymères de butadiène-styrène et en particulier ceux ayant une teneur
5 en styrène comprise entre 5% et 50% en poids et plus particulièrement entre 20% et 40%, une teneur en liaisons -1,2 de la partie butadiénique comprise entre 4% et 65% , une teneur en liaisons trans-1,4 comprise entre 20% et 80%, les copolymères de butadiène-isoprène et notamment ceux ayant une teneur en isoprène comprise entre 5% et 90% en poids et une température de transition vitreuse ("Tg" - mesurée selon ASTM D3418-82) de -80°C à -40°C,
10 les copolymères isoprène-styrène et notamment ceux ayant une teneur en styrène comprise entre 5% et 50% en poids et une Tg comprise entre -50°C et -10°C. Dans le cas des copolymères de butadiène-styrène-isoprène conviennent notamment ceux ayant une teneur en styrène comprise entre 5% et 50% en poids et plus particulièrement comprise entre 10% et 40%, une teneur en isoprène comprise entre 15% et 60% en poids et plus particulièrement
15 entre 20% et 50%, une teneur en butadiène comprise entre 5% et 50% en poids et plus particulièrement comprise entre 20% et 40%, une teneur en unités -1,2 de la partie butadiénique comprise entre 4% et 85%, une teneur en unités trans -1,4 de la partie butadiénique comprise entre 6% et 80%, une teneur en unités -1,2 plus -3,4 de la partie isoprénique comprise entre 5% et 70% et une teneur en unités trans -1,4 de la partie
20 isoprénique comprise entre 10% et 50%, et plus généralement tout copolymère butadiène-styrène-isoprène ayant une Tg comprise entre -20°C et -70°C.

Selon un autre mode de réalisation particulièrement préférentiel de l'invention, la composition élastomère de la couche de caoutchouc thermo-expansible comporte 50 à 100 pce de
25 caoutchouc naturel ou polyisoprène de synthèse, ce dernier étant combiné ou non à 0 à 50 pce d'un autre élastomère diénique tel que SBR, BR, ou mélange SBR/BR. L'emploi de caoutchouc naturel ou de polyisoprène de synthèse peut avantageusement améliorer la robustesse, résistance à la déchirure de la couche de caoutchouc mousse une fois expansée.

30 Aux élastomères diéniques des bandes de roulement selon l'invention pourraient être associés, en quantité minoritaire, des élastomères synthétiques autre que diéniques, voire des polymères autres que des élastomères, par exemple des polymères thermoplastiques.

4.2. Charge

35

Toute charge connue pour ses capacités à renforcer une composition de caoutchouc est utilisable, par exemple une charge organique telle que du noir de carbone, ou encore une charge inorganique telle que de la silice à laquelle est associé de manière connue un agent de couplage.

40

Une telle charge consiste préférentiellement en des nanoparticules dont la taille moyenne (en masse) est inférieure au micromètre, généralement inférieure à 500 nm, le plus souvent comprise entre 20 et 200 nm, en particulier et plus préférentiellement comprise entre 20 et 150 nm.

5

De manière préférentielle, le taux de charge renforçante totale (en particulier de la silice ou du noir de carbone ou un mélange de silice et de noir de carbone) est compris entre 10 et 100 pce. Une teneur supérieure à 10 pce est favorable à une bonne tenue mécanique ; au-delà de 100 pce, il existe un risque de rigidité excessive, d'extensibilité limitée de la couche de caoutchouc. Pour ces raisons, le taux de charge renforçante totale est plus préférentiellement compris entre 10 et 50 pce.

10

Comme noirs de carbone conviennent tous les noirs de carbone, notamment les noirs conventionnellement utilisés dans les pneumatiques (noirs dits de grade pneumatique) tels que les noirs des séries 100, 200, 300, 500, 600 ou 700 (grades ASTM), comme par exemple les noirs N115, N134, N234, N326, N330, N339, N347, N375, N550, N683, N772. Les noirs de carbone pourraient être par exemple déjà incorporés à l'élastomère diénique, notamment isoprénique, sous la forme d'un masterbatch (voir par exemple demandes WO 97/36724 ou WO 99/16600).

20

Comme exemples de charges organiques autres que des noirs de carbone, on peut citer les charges organiques de polyvinyle fonctionnalisés telles que décrites dans les demandes WO-A-2006/069792, WO-A-2006/069793, WO-A-2008/003434 et WO-A-2008/003435.

25

Par "charge inorganique renforçante", doit être entendu ici toute charge inorganique ou minérale, quelles que soient sa couleur et son origine (naturelle ou de synthèse), encore appelée charge "blanche", charge "claire" ou même charge "non-noir" par opposition au noir de carbone, capable de renforcer à elle seule, sans autre moyen qu'un agent de couplage intermédiaire, une composition de caoutchouc destinée à la fabrication de pneumatiques, en d'autres termes apte à remplacer, dans sa fonction de renforcement, un noir de carbone conventionnel de grade pneumatique ; une telle charge se caractérise généralement, de manière connue, par la présence de groupes hydroxyle ($-OH$) à sa surface.

30

Comme charges inorganiques renforçantes conviennent notamment des charges minérales du type siliceuse, en particulier de la silice (SiO_2). La silice utilisée peut être toute silice renforçante connue de l'homme du métier, notamment toute silice précipitée ou pyrogénée présentant une surface BET ainsi qu'une surface spécifique CTAB toutes deux inférieures à 450 m^2/g , de préférence de 30 à 400 m^2/g , notamment entre 60 et 300 m^2/g . A titres de silices précipitées hautement dispersibles (dites "HDS"), on citera par exemple les silices Ultrasil 7000 et Ultrasil 7005 de la société Degussa, les silices Zeosil 1165MP, 1135MP et 1115MP

40

de la société Rhodia, la silice Hi-Sil EZ150G de la société PPG, les silices Zeopol 8715, 8745 et 8755 de la Société Huber.

Pour coupler la charge inorganique renforçante à l'élastomère diénique, on utilise de manière bien connue un agent de couplage (ou agent de liaison) au moins bifonctionnel destiné à assurer une connexion suffisante, de nature chimique et/ou physique, entre la charge inorganique (surface de ses particules) et l'élastomère diénique. On utilise en particulier des organosilanes ou des polyorganosiloxanes au moins bifonctionnels.

On utilise notamment des silanes polysulfurés, dits "symétriques" ou "asymétriques" selon leur structure particulière, tels que décrits par exemple dans les demandes WO03/002648 (ou US 2005/016651) et WO03/002649 (ou US 2005/016650).

Conviennent en particulier, sans que la définition ci-après soit limitative, des silanes polysulfurés répondant à la formule générale (I) suivante:

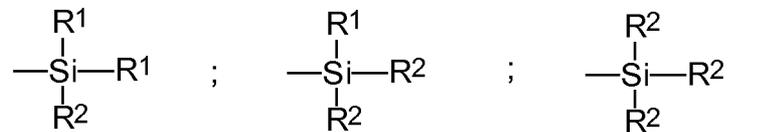
(I) $Z - A - S_x - A - Z$, dans laquelle:

- x est un entier de 2 à 8 (de préférence de 2 à 5) ;

- les symboles A, identiques ou différents, représentent un radical hydrocarboné divalent (de préférence un groupement alkylène en C₁-C₁₈ ou un groupement arylène en C₆-C₁₂, plus particulièrement un alkylène en C₁-C₁₀, notamment en C₁-C₄, en particulier le propylène) ;

- les symboles Z, identiques ou différents, répondent à l'une des trois formules ci-après:

25



dans lesquelles:

- les radicaux R¹, substitués ou non substitués, identiques ou différents entre eux, représentent un groupe alkyle en C₁-C₁₈, cycloalkyle en C₅-C₁₈ ou aryle en C₆-C₁₈ (de préférence des groupes alkyle en C₁-C₆, cyclohexyle ou phényle, notamment des groupes alkyle en C₁-C₄, plus particulièrement le méthyle et/ou l'éthyle).

- les radicaux R², substitués ou non substitués, identiques ou différents entre eux, représentent un groupe alkoxy en C₁-C₁₈ ou cycloalkoxy en C₅-C₁₈ (de préférence un groupe choisi parmi alkoxy en C₁-C₈ et cycloalkoxy en C₅-C₈, plus préférentiellement encore un groupe choisi parmi alkoxy en C₁-C₄, en particulier méthoxy et éthoxy).

Dans le cas d'un mélange d'alkoxysilanes polysulfurés répondant à la formule (I) ci-dessus, notamment des mélanges usuels disponibles commercialement, la valeur moyenne des "x" est un nombre fractionnaire de préférence compris entre 2 et 5, plus préférentiellement proche de
5 4. Mais l'invention peut être aussi avantageusement mise en œuvre par exemple avec des alkoxysilanes disulfurés ($x = 2$).

A titre d'exemples de silanes polysulfurés, on citera plus particulièrement les polysulfures (notamment disulfures, trisulfures ou tétrasulfures) de bis-(alkoxyl(C₁-C₄)-alkyl(C₁-C₄))silyl-
10 alkyl(C₁-C₄)), comme par exemple les polysulfures de bis(3-triméthoxysilylpropyl) ou de bis(3-triéthoxysilylpropyl). Parmi ces composés, on utilise en particulier le tétrasulfure de bis(3-triéthoxysilylpropyl), en abrégé TESPT, de formule $[(C_2H_5O)_3Si(CH_2)_3S_2]_2$ ou le disulfure de bis-(triéthoxysilylpropyle), en abrégé TESP, de formule $[(C_2H_5O)_3Si(CH_2)_3S]_2$. On citera également à titre d'exemples préférentiels les polysulfures (notamment disulfures,
15 trisulfures ou tétrasulfures) de bis-(monoalkoxyl(C₁-C₄)-dialkyl(C₁-C₄))silylpropyl), plus particulièrement le tétrasulfure de bis-monoéthoxydiméthylsilylpropyl tel que décrit dans la demande de brevet WO 02/083782 précitée (ou US 7 217 751).

A titre d'exemple d'agents de couplage autres qu'un alkoxysilane polysulfuré, on citera
20 notamment des POS (polyorganosiloxanes) bifonctionnels ou encore des polysulfures d'hydroxysilane ($R^2 = OH$ dans la formule I ci-dessus) tels que décrits par exemple dans les demandes de brevet WO 02/30939 (ou US 6 774 255), WO 02/31041 (ou US 2004/051210), et WO 2007/061550, ou encore des silanes ou POS porteurs de groupements fonctionnels azo-dicarbonyle, tels que décrits par exemple dans les demandes de brevet WO 2006/125532,
25 WO 2006/125533, WO 2006/125534.

A titre d'exemples d'autres silanes sulfurés, on citera par exemple les silanes porteurs d'au moins une fonction thiol (-SH) (dits mercaptosilanes) et/ou d'au moins une fonction thiol bloqué, tels que décrits par exemple dans les brevets ou demandes de brevet US 6 849 754,
30 WO 99/09036, WO 2006/023815, WO 2007/098080.

Bien entendu pourraient être également utilisés des mélanges des agents de couplage précédemment décrits, comme décrit notamment dans la demande WO 2006/125534 précitée.

Lorsqu'elles sont renforcées par une charge inorganique telle que silice, les compositions élastomères comportent préférentiellement entre 2 et 15 pce, plus préférentiellement entre 3 et 12 pce d'agent de couplage.

L'homme du métier comprendra qu'à titre de charge équivalente de la charge inorganique renforcante décrite dans le présent paragraphe, pourrait être utilisée une charge renforcante

d'une autre nature, notamment organique, dès lors que cette charge renforçante serait recouverte d'une couche inorganique telle que silice, ou bien comporterait à sa surface des sites fonctionnels, notamment hydroxyles, nécessitant l'utilisation d'un agent de couplage pour établir la liaison entre la charge et l'élastomère.

5

4.3. Agent d'expansion et composé thermofusible associé

De manière connue, un agent d'expansion (« *blowing agent* » en anglais) est un composé décomposable thermiquement, destiné à libérer lors d'une activation thermique, par exemple
10 lors de la vulcanisation du bandage pneumatique, une quantité de gaz importante et ainsi conduire à la formation de bulles. La libération de gaz dans la composition de caoutchouc provient donc de cette décomposition thermique de l'agent d'expansion. Dans la plupart des cas, le gaz formé est de l'azote mais il arrive aussi, suivant la nature de l'agent d'expansion utilisé, que ce gaz contienne du dioxyde de carbone.

15

Il existe des agents d'expansion physiques ou chimiques, du type endothermiques ou exothermiques. On utilise préférentiellement des agents d'expansion chimiques, plus préférentiellement des agents d'expansion chimiques du type exothermiques.

20 Parmi les agents d'expansion utilisables préférentiellement, on citera notamment ceux choisis dans le groupe constitué par les composés azo, nitroso, hydrazines, carbazides, semi-carbazides, tétrazoles, carbonates, citrates et les mélanges de tels composés.

Ces agents d'expansion sont plus préférentiellement choisis dans le groupe constitué par les
25 composés diazo, dinitroso, sulfonyl semicarbazides, sulfonyl hydrazides et les mélanges de tels composés. Parmi ces derniers, on peut citer plus particulièrement le dinitroso-pentane-éthylène tétramine, le dinitroso-pentane-styrène tétramine, l'azodicarbonamide, le N,N'-diméthyl-N,N'-dinitroso-phtalamide, le benzène sulfonyl-hydrazide, le toluène sulfonyl-hydrazide, le p,p'-oxy-bis-(benzenesulfonyl) hydrazide, le p-toluène sulfonyl semicarbazide ou encore le p,p'-oxy-bis-
30 (benzenesulfonyl) semicarbazide ; dans ces exemples, le gaz formé est composé d'un mélange d'azote et de dioxyde de carbone.

Parmi les agents d'expansion ne dégageant que du dioxyde de carbone on peut citer par exemple les composés suivants : carbonates et bicarbonates de métaux alcalins ou alcalino-
35 terreux tels que carbonate ou bicarbonate de sodium, carbonate ou bicarbonate d'ammonium, citrates tels que monocitrate de sodium, acide malonique, acide citrique.

Préférentiellement, le taux d'agent d'expansion dans la composition élastomère est compris entre 20 et 70 pce, plus préférentiellement dans un domaine de 25 à 65 pce.

40

Une caractéristique essentielle de l'invention est d'ajouter à l'agent d'expansion précédemment décrit un composé thermofusible dont la température de fusion est comprise entre 70°C et 150°C, de préférence entre 100°C et 150°C, plus préférentiellement entre 110°C et 140°C. La température de fusion est une constante physique de base bien connue (disponible par exemple dans *"Handbook of Chemistry and Physics"*) des composés thermofusibles, organiques ou inorganiques ; elle pourra être contrôlée par toute méthode connue, par exemple par la méthode de Thiele, la méthode du banc de Köfler ou encore par DSC.

Le taux de ce composé thermofusible est compris entre 10 et 50 pce, préférentiellement dans un domaine de 15 à 45 pce. Il a pour fonction de se transformer en liquide dans le domaine de température spécifique indiqué ci-dessus, avant que ou au moment où l'agent d'expansion se décompose thermiquement et libère des bulles de gaz. Son ajout aux taux élevés préconisés ci-dessus permet donc, de manière inattendue, de limiter le taux d'expansion de la couche de caoutchouc mousse, d'aboutir à une structure intercellulaire plus compacte et plus homogène, finalement plus efficace vis-à-vis du bruit pour une épaisseur de couche donnée.

Tout composé présentant une température de fusion comprise entre 70°C et 150°C, de préférence entre 100 et 150°C, est susceptible de convenir. On pourra utiliser notamment les additifs de caoutchouterie connus de l'homme du métier comme étant compatibles, tant sous leur forme (par exemple sous forme de poudre) que par leur nature chimique, avec des compositions de caoutchouc usuelles pour bandages pneumatiques.

A titre d'exemple, on peut citer notamment des polymères thermoplastiques telles que polyéthylène, polypropylène, polystyrène.

On peut également citer comme exemples des résines hydrocarbonées thermoplastiques à haute température de transition vitreuse (Tg), dont la température de fusion (ou ce qui est ici considéré comme équivalent, la température de ramollissement mesurée par exemple selon le méthode connue *"Ring and Ball"* – norme ISO 4625) est comprise entre 70°C et 150°C, de préférence entre 100 et 150°C.

La dénomination "résine" est réservée dans la présente demande, par définition connue de l'homme du métier, à un composé qui est solide à température ambiante (23°C), par opposition à un composé plastifiant liquide tel qu'une huile.

Ces résines hydrocarbonées sont des polymères bien connus de l'homme du métier, essentiellement à base de carbone et hydrogène, utilisables en particulier comme agents plastifiants ou agents tackifiants dans des matrices polymériques. Elles peuvent être aliphatiques, cycloaliphatiques, aromatiques, aromatiques hydrogénées, du type aliphatique/aromatique c'est-à-dire à base de monomères aliphatiques et/ou aromatiques. Elles

peuvent être naturelles ou synthétiques, à base ou non de pétrole (si tel est le cas, connues aussi sous le nom de résines de pétrole). De telles résines hydrocarbonées thermoplastiques peuvent être choisies par exemple dans le groupe constitué par les résines d'homopolymère ou copolymère de cyclopentadiène, les résines d'homopolymère ou copolymère de dicyclopentadiène, les résines d'homopolymère ou copolymère terpène, les résines d'homopolymères ou copolymères terpène phénol, les résines d'homopolymère ou copolymère de coupe C5, les résines d'homopolymère ou copolymère de coupe C9, les résines d'homopolymères ou copolymères d'alpha-méthyl-styrène et les mélanges de ces résines.

10 Selon un mode de réalisation particulièrement préférentiel, le composé thermofusible choisi est l'urée ou un dérivé thermofusible de l'urée. L'urée en particulier possède une température de fusion qui est bien adaptée à l'application visée.

Préférentiellement, la quantité totale d'agent d'expansion et de composé thermofusible est comprise entre 30 et 115 pce, de préférence comprise dans un domaine de 35 à 110 pce.

4.4. Additifs divers

La composition élastomère de la couche thermo-expansible peut comporter également tout ou partie des additifs usuels habituellement utilisés dans les compositions de caoutchouc pour pneumatiques, comme par exemple des agents de protection tels que anti-ozonants chimiques, anti-oxydants, 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 huiles végétales, des charges autres que celles précitées, par exemple des fibres courtes, des charges lamellaires (e.g. phyllosilicates tels que kaolin, talc, mica, graphite, argiles ou argiles modifiées ("*organo clays*")) susceptibles d'améliorer encore l'effet de barrière au bruit, un système de réticulation à base soit de soufre, soit de donneurs de soufre et/ou de peroxyde et/ou de bismaléimides, des accélérateurs de vulcanisation, des activateurs de vulcanisation.

La composition élastomère de la couche thermo-expansible peut également contenir des activateurs de couplage lorsque qu'un agent de couplage est utilisé, des agents de recouvrement de la charge inorganique lorsqu'une charge inorganique est utilisée, ou plus généralement des agents d'aide à la mise en œuvre (processabilité) susceptibles de manière connue, grâce à une amélioration de la dispersion de la charge dans la matrice de caoutchouc et à un abaissement de la viscosité des compositions, d'améliorer leur processabilité à l'état cru ; ces agents sont par exemple des hydroxysilanes ou des silanes hydrolysables tels que des alkyl-alkoxysilanes, des polyols, des polyéthers, des amines, des polyorganosiloxanes hydroxylés ou hydrolysables.

4.5. Fabrication des compositions

Les compositions de caoutchouc formant la couche de caoutchouc mousse sont fabriquées dans des mélangeurs appropriés, en utilisant par exemple trois phases de préparation successives selon une procédure générale connue de l'homme du métier : une première phase de travail ou malaxage thermomécanique (parfois qualifiée de phase "non-productive") à haute température, jusqu'à une température maximale comprise entre 130°C et 200°C, de préférence entre 145°C et 185°C, suivie d'une seconde phase (non-productive) à plus basse température (de préférence inférieure à 100°C) au cours de laquelle est incorporé l'agent d'expansion, enfin une troisième phase de travail mécanique (parfois qualifiée de phase "productive") à basse température, typiquement inférieure à 120°C, par exemple entre 60°C et 100°C, phase de finition au cours de laquelle est incorporé le système de réticulation ou vulcanisation.

Un procédé utilisable pour la fabrication de telles compositions de caoutchouc comporte par exemple et de préférence les étapes suivantes :

- incorporer dans un mélangeur, à l'élastomère ou au mélange d'élastomères, au moins la charge et le composé thermofusible en malaxant thermomécaniquement le tout, en une ou plusieurs fois, jusqu'à atteindre une température maximale comprise entre 130°C et 200°C ;
- refroidir l'ensemble à une température inférieure à 100°C ;
- puis incorporer l'agent d'expansion au mélange ainsi obtenu et refroidi, en malaxant thermomécaniquement le tout jusqu'à atteindre une température maximale inférieure à 100 C ;
- incorporer ensuite un système de réticulation ;
- malaxer le tout jusqu'à une température maximale inférieure à 120°C ;
- extruder ou calandrer la composition de caoutchouc ainsi obtenue.

A titre d'exemple, on introduit au cours de la première phase non-productive, dans un mélangeur approprié tel qu'un mélangeur interne usuel, tous les constituants nécessaires, les éventuels agents de recouvrement ou de mise en œuvre complémentaires et autres additifs divers, à l'exception de l'agent d'expansion et du système de réticulation. Après travail thermomécanique, tombée et refroidissement du mélange ainsi obtenu, on conduit alors une seconde phase (non-productive) de travail thermomécanique dans le même mélangeur interne, phase au cours de laquelle est incorporé l'agent d'expansion à une température plus modérée (par exemple 60°C), pour atteindre une température maximale de tombée inférieure à 100°C. On incorpore alors le système de réticulation à basse température, généralement dans un mélangeur externe tel qu'un mélangeur à cylindres ; le tout est alors mélangé (phase productive) pendant quelques minutes, par exemple entre 5 et 15 min.

- Le système de réticulation proprement dit est préférentiellement à base de soufre et d'un accélérateur primaire de vulcanisation, en particulier d'un accélérateur du type sulfénamide. A ce système de vulcanisation viennent s'ajouter, incorporés au cours de la première phase non-productive et/ou au cours de la phase productive, divers accélérateurs secondaires ou activateurs de vulcanisation connus tels qu'oxyde de zinc, acide stéarique, dérivés guanidiques (en particulier diphénylguanidine), etc. Le taux de soufre est de préférence compris entre 0,5 et 5 pce, celui de l'accélérateur primaire est de préférence compris entre 0,5 et 8 pce.
- 10 On peut utiliser comme accélérateur (primaire ou secondaire) tout composé susceptible d'agir comme accélérateur de vulcanisation des élastomères diéniques en présence de soufre, notamment des accélérateurs du type thiazoles ainsi que leurs dérivés, des accélérateurs de types thiurames, dithiocarbamates de zinc. Ces accélérateurs sont par exemple choisis dans le groupe constitué par disulfure de 2-mercaptobenzothiazyle (en abrégé "MBTS"), disulfure de tetrabenzylthiurame ("TBZTD"), N-cyclohexyl-2-benzothiazyle sulfénamide ("CBS"), N,N-dicyclohexyl-2-benzothiazyle sulfénamide ("DCBS"), N-ter-butyl-2-benzothiazyle sulfénamide ("TBBS"), N-ter-butyl-2-benzothiazyle sulfénimide ("TBSI"), dibenzyl-dithiocarbamate de zinc ("ZBEC") et les mélanges de ces composés.
- 20 La composition finale ainsi obtenue est ensuite calandree par exemple sous la forme d'une feuille ou d'une plaque, notamment pour une caractérisation au laboratoire, ou encore calandree ou extrudée sous la forme d'un produit semi-fini utilisable directement comme couche élastomère thermo-expansible.
- 25 A l'état cru (i.e., non vulcanisé) et donc non expansé, la densité ou masse volumique notée D_1 de la couche de caoutchouc est de préférence comprise entre 1,000 et 1,300 g/cm³, plus préférentiellement dans un domaine de 1,025 à 1,250 g/cm³; son épaisseur est de préférence comprise entre 0,5 et 5 mm, plus préférentiellement entre 1 et 3 mm.
- 30 La vulcanisation (ou cuisson) est conduite de manière connue à une température généralement comprise entre 130°C et 200°C, pendant un temps suffisant qui peut varier par exemple entre 5 et 90 min en fonction notamment de la température de cuisson, du système de vulcanisation adopté et de la cinétique de vulcanisation de la composition considérée.
- 35 C'est au cours de cette étape de vulcanisation que l'agent d'expansion va libérer une quantité de gaz importante, conduire à la formation de bulles dans la composition de caoutchouc mousse et finalement à son expansion.
- 40 A l'état cuit (i.e., vulcanisé) et donc expansé, la densité notée D_2 de la couche de caoutchouc mousse est comprise de préférence dans un domaine de 0,200 à 0,600 g/cm³, plus

préférentiellement de 0,250 à 0,450 g/cm³ ; son épaisseur est préférentiellement comprise entre 2 et 20 mm, plus préférentiellement entre 4 et 12 mm.

5 Son taux d'expansion volumique noté T_E (exprimé en %) est de préférence compris entre 100% et 400%, plus préférentiellement entre 150% et 300%, ce taux d'expansion T_E étant calculé de manière connue à partir des densités D₁ et D₂ ci-dessus, comme suit :

$$T_E = [(D_1/D_2) - 1] \times 100 .$$

10

5. EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION

5.1. Bandages pneumatiques de l'invention

15 La composition de caoutchouc mousse précédemment décrite est avantageusement utilisable dans les bandages pneumatiques de tous types de véhicules, en particulier dans les bandages pour véhicules tourisme.

20 A titre d'exemple, les figures 1 à 4 annexées représentent de manière très schématique (notamment sans respect d'une échelle spécifique) des exemples de coupes radiales de bandages pneumatiques pour véhicule automobile à armature de carcasse radiale, conformes à l'invention, ces bandages étant à l'état cru (i.e., non vulcanisé) (Fig. 1 et 3) ou à l'état cuit (i.e., vulcanisé) (Fig. 2 et 4).

25 Ces bandages pneumatiques 1 comportent une zone sommet 2 renforcé par une armature de sommet ou ceinture 6, deux flancs 3 et deux bourrelets inextensibles 4, chacun de ces bourrelets 4 étant renforcé avec une tringle 5. La zone sommet 2 délimitée latéralement par deux épaules (2a, 2b) est surmontée d'une bande de roulement (non représentée sur cette figure schématique, pour simplification), la ceinture 6 étant par exemple constituée d'au moins
30 deux nappes croisées superposées renforcées par des câbles métalliques. Une armature de carcasse 7 est enroulée autour des deux tringles 5 dans chaque bourrelet 4, le retournement 8 de cette armature 7 étant par exemple disposé vers l'extérieur des bandages pneumatiques qui sont ici représentés montés sur leur jante 9. L'armature de carcasse 7 est de manière connue en soi constituée d'au moins une nappe renforcée par des câbles dits "radiaux", par exemple
35 textiles ou métalliques, c'est-à-dire que ces câbles sont disposés pratiquement parallèles les uns aux autres et s'étendent d'un bourrelet à l'autre de manière à former un angle compris entre 80° et 90° avec le plan circonférentiel médian (plan perpendiculaire à l'axe de rotation du bandage pneumatique qui est situé à mi-distance des deux bourrelets 4 et passe par le milieu de l'armature de sommet 6).

40

Ces bandages pneumatiques 1 comportent en outre, de manière bien connue, une couche de gomme intérieure 10 (communément appelée " gomme intérieure " ou " *inner liner* ") qui définit la face radialement interne du bandage pneumatique, au contact de la cavité de gonflage 11. Cette couche 10 étanche à l'air permet le gonflement et le maintien sous pression du bandage 1 ; ses propriétés d'étanchéité lui permettent de garantir un taux de perte de pression relativement faible, permettant de maintenir le bandage pneumatique gonflé, en état de fonctionnement normal, pendant une durée suffisante, normalement de plusieurs semaines ou plusieurs mois.

Ces bandages pneumatiques conformes à l'invention sont caractérisés en ce que leur paroi interne 10 est au moins en partie recouverte, du côté de la cavité 11, d'une couche de caoutchouc 12 (expansible lorsque le bandage pneumatique est à l'état cru, expansée lorsqu'il est cuit) apte à absorber en partie le bruit de cavité lorsque sa structure est expansée (i.e., après cuisson ou vulcanisation du bandage pneumatique).

Conformément à un premier mode de réalisation possible de l'invention, ladite paroi interne (10) comporte sur sa face radialement interne une couche de caoutchouc thermo-expansible (12) qui s'étend substantiellement sur toute la paroi interne du bandage pneumatique, se prolongeant d'un flanc à l'autre, pratiquement jusqu'au niveau du crochet de jante lorsque le bandage pneumatique 1 est en position montée, comme illustré par exemple aux figures 3 et 4.

Selon d'autres modes de réalisation possibles, la couche 12 pourrait toutefois recouvrir uniquement, toujours sur sa face radialement interne, une partie seulement de la couche (10) étanche à l'air, par exemple seulement la zone sommet du bandage pneumatique ou s'étendre au moins de la zone sommet jusqu'aux épaules (comme illustré par exemple aux figures 1 et 2) voire jusqu'à mi-flanc (équateur) dudit bandage.

Dans les exemples des figures 1 à 4 ci-dessus, la couche 10 (par exemple d'épaisseur égale à environ 1,0 mm) est par exemple à base de caoutchouc butyl, elle présente une formulation usuelle pour gomme intérieure.

La couche de caoutchouc 12 est quant à elle constituée d'une composition élastomère telle que précédemment décrite à base d'au moins un élastomère (tel qu'un caoutchouc butyl, du caoutchouc naturel utilisé ou non en combinaison avec un élastomère synthétique tel que SBR ou BR), une charge telle que noir de carbone ou silice, un agent d'expansion tel que azodicarbonamide et un composé thermofusible tel que l'urée.

L'épaisseur de cette couche 12 est par exemple de 1 à 3 mm à l'état cru (avant vulcanisation) et de 4 à 12 mm à l'état cuit (expansé). Cette couche 12 une fois expansée, disposée entre la couche d'étanchéité 10 et la cavité 11 du bandage pneumatique, permet de réduire de manière

substantielle, comme les exemples qui suivent le démontrent, les bruits dus au roulage perçus à l'intérieur du véhicule.

5 Le bandage pneumatique objet de l'invention, pourvu de sa couche (12) tel que décrit précédemment, peut être fabriqué sans difficulté, la composition élastomère thermo-expansible pouvant être appliquée de façon conventionnelle à l'endroit souhaité. Une variante de fabrication avantageuse, pour l'homme du métier des bandages pneumatiques, consistera par exemple au cours d'une première étape, à déposer à plat la composition élastomère thermo-
10 d'épaisseur adaptée, avant de recouvrir cette dernière avec la couche étanche à l'air ("*innerliner*") puis le reste de la structure du bandage pneumatique, selon des techniques de fabrication bien connues de l'homme du métier.

5.2. Tests de roulage

15

A) Essai 1

Ce premier essai démontre que l'incorporation du composé thermofusible permet de réduire sensiblement le taux d'expansion une fois le bandage pneumatique vulcanisé, sans affecter par
20 ailleurs les propriétés d'absorption du bruit apportées par l'agent d'expansion.

Pour les besoins de cet essai, deux compositions de caoutchouc (notées C-1 et C-2) ont été préparées dont la formulation est donnée dans le tableau 1 (taux des différents produits exprimé en pce). La composition C-1 est la composition témoin, elle comporte l'agent
25 d'expansion mais est dépourvue du composé thermofusible. La composition C-2 est conforme à l'invention, elle comporte à la fois l'agent d'expansion et le composé thermofusible.

Pour la fabrication de ces compositions, on a procédé de la manière suivante: on a introduit dans un mélangeur interne, dont la température initiale de cuve était d'environ 60°C,
30 successivement la charge renforçante (noir de carbone), l'élastomère diénique (caoutchouc butyl halogéné), le composé thermofusible (urée) pour la composition C-2, ainsi que les divers autres ingrédients à l'exception du système de vulcanisation et de l'agent d'expansion ; le mélangeur était ainsi rempli à environ 70% (% en volume). On a conduit alors un travail thermomécanique (phase non-productive) en une étape d'environ 2 à 4 min, jusqu'à atteindre
35 une température maximale de "tombée" de 140°C. On a ensuite refroidi le mélange ainsi obtenu à une température inférieure à 100°C, réintroduit le mélange refroidi dans le même mélangeur interne (température initiale 60°C), puis incorporé l'agent d'expansion (composé diazo) audit mélange (mélangeur rempli à environ 70% en volume). On a conduit alors un second travail thermomécanique (phase non-productive) en une étape d'environ 2 à 4 min,
40 jusqu'à atteindre une température maximale de tombée inférieure à 100°C. On a récupéré le

mélange ainsi obtenu, on l'a refroidi puis on a incorporé du soufre et un accélérateur type sulfénamide sur un mélangeur externe (homo-finiisseur) à 30°C, en mélangeant le tout (phase productive) pendant quelques minutes.

- 5 Les deux compositions ainsi obtenues ont été ensuite calandrées sous la forme d'une bande caoutchouc (12) d'épaisseur égale à environ 2 mm, qui a été ensuite incorporée, comme indiqué précédemment, à un pneumatique pour véhicule tourisme (dimensions 225/55 R17) tel qu'illustré à la figure 1. Les pneumatiques (notés P-1 et P-2) correspondant respectivement aux compositions C-1 et C-2, ont été testés comme indiqué aux tableaux 2 et 3 annexés.
- 10 Après cuisson, l'épaisseur de la couche de caoutchouc mousse (expansé) était respectivement d'environ 8 mm (pneu P-1) et d'environ 6 mm (pneu P-2).

Le tableau 2 indique les densités de la couche de caoutchouc avant et après cuisson du bandage pneumatique, ainsi que le taux d'expansion volumique et la taille moyenne des bulles
15 formées après cuisson. Les densités ont été mesurées de manière usuelle par immersion dans de l'eau, le taux d'expansion volumique a été calculé comme indiqué précédemment, la taille moyenne (moyenne en nombre) des bulles a été mesurée par MEB (grossissement 200) sur des coupes transversales réalisées sur les couches de caoutchouc mousse.

- 20 A la lecture du tableau 2, on constate tout d'abord que l'incorporation du composé thermo-fusible (pneu P-2 selon l'invention) permet de réduire très fortement (d'un facteur supérieur à 2,5) la taille des bulles formées et le taux d'expansion de la couche de caoutchouc mousse une fois le bandage cuit, comparativement à la solution testée n'utilisant que l'agent d'expansion (pneu P-1 non conforme à l'invention).

25

Pour caractériser ensuite les propriétés de réduction du bruit des couches de caoutchouc respectives, on a conduit un test de roulage des bandages pneumatiques dans lequel on a évalué le niveau sonore émis en mesurant le niveau de pression acoustique, lors d'un roulage du véhicule, grâce à plusieurs microphones disposés à l'intérieur du véhicule. Le véhicule
30 utilisé était un véhicule de marque Toyota ("*Celsior*") ; le revêtement de la chaussée utilisée pour ce test correspond à un asphalte semi rugueux ; la vitesse du véhicule est ajustée à 40 et 60 km/h ; lors du passage dans l'aire de mesure, l'enregistrement de la pression acoustique est déclenché.

- 35 Les résultats du tableau 3 expriment les différences de niveau sonore enregistré entre d'une part le pneu P-2 conforme à l'invention et un pneu témoin noté P-0, d'autre part le pneu P-1 (non conforme à l'invention) et le même pneu témoin P-0, dans un domaine de fréquences de 190 à 230 Hz ("cavity noise") d'une part, de 0 à 2 000 Hz ("road noise") d'autre part. Ces différences sont exprimées en énergie acoustique (dB(A)) qui correspond à l'intégration de la
40 pression acoustique en fonction de la fréquence sur le domaine de fréquences considéré, une

valeur négative indiquant une réduction du bruit par rapport à la référence. Le bandage témoin P-0 est identique aux bandages P-1 et P-2 exception faite qu'il ne contient pas de couche de caoutchouc mousse à l'intérieur de sa cavité ; il est utilisé comme bandage de référence dans ce test.

5

A la lecture du tableau 3, on constate qu'une réduction de bruit sensiblement identique est obtenue sur les deux types de bandages (P-1 et P-2), de 1 à 5 dB(A) selon la fréquence et la vitesse considérées ; une telle réduction est tout à fait significative pour l'homme du métier.

10

En conclusion, le bandage pneumatique de l'invention (P-2), dont le taux d'expansion de la couche de caoutchouc mousse est pourtant très nettement réduit, n'émet pas plus de bruit à l'intérieur du véhicule que le bandage pneumatique P-1 témoin.

B) Essai 2

15

Ce deuxième essai confirme l'effet bénéfique de l'invention lorsqu'une autre formulation de caoutchouc, ici à base d'élastomères NR et SBR, est utilisée pour constituer la matrice de la couche de caoutchouc mousse.

20

Pour les besoins de cet essai, une composition de caoutchouc (notée C-3) a été préparée comme indiqué précédemment pour l'essai 1. Sa formulation est donnée dans le tableau 4 (taux des produits en pce) : cette composition C-3, conforme à l'invention, comporte à la fois un agent d'expansion et un composé thermofusible.

25

La composition C-3 a été ensuite calandree sous la forme de deux couches de caoutchouc (12) d'épaisseurs différentes (1,5 mm et 2,0 mm à l'état cru) qui ont été ensuite incorporées, comme indiqué précédemment, à deux pneumatiques (notés respectivement P-3 et P-4) pour véhicule tourisme (dimensions 225/55 R17), tous deux conformes à l'invention, et tels que schématisés à la figure 1.

30

Avant et après cuisson, les bandages pneumatiques (P-3 et P-4) ont été testés comme indiqué aux tableaux 5 et 6 annexés. Après cuisson, l'épaisseur des deux couches de caoutchouc mousse était respectivement d'environ 4 mm (pneu P-3) et d'environ 5 mm (pneu P-4).

35

Le tableau 5 indique les densités de la couche de caoutchouc avant et après cuisson des bandages conformes à l'invention (P-3 et P-4), ainsi que le taux d'expansion volumique après cuisson.

A la lecture du tableau 5, on constate comme précédemment dans l'essai 1 que l'incorporation du composé thermofusible permet d'obtenir un taux d'expansion limité de la couche de caoutchouc mousse, compris entre 150 et 350%.

- 5 Les résultats du tableau 6 expriment les différences de niveau sonore enregistré entre les bandages pneumatiques P-3 et P-4 (tous deux conforme à l'invention) et le pneumatique témoin P-0 (dépourvu de caoutchouc mousse), dans les domaines de fréquences précédemment testés "cavity noise" et "road noise"). On note que le bruit est sensiblement
10 réduit dans les deux cas, ceci d'autant mieux que l'épaisseur de la couche de caoutchouc mousse est importante.

En conclusion, ce qui est remarquable et inattendu, l'utilisation combinée de l'agent d'expansion et du composé thermofusible, aux taux élevés préconisés, permet de réduire très
15 fortement le taux d'expansion et donc l'épaisseur de la couche de caoutchouc mousse à l'état expansé final (c'est-à-dire une fois le bandage pneumatique vulcanisé), sans affecter les propriétés d'absorption du bruit apportées par l'agent d'expansion ; à épaisseur de couche constante, il est possible d'augmenter de manière sensible la capacité d'absorption du bruit de
20 cette couche de caoutchouc mousse.

Tableau 1

Composition (pce) :	C-1	C-2
BIIR(1)	100	100
huile aromatique	20	20
noir de carbone (2)	30	30
agent d'expansion (3)	50	50
composé thermofusible (4)	-	25
résine tackifiante (5)	3	3
ZnO	1	1
acide stéarique	0.7	0.7
antioxydant (6)	2	2
soufre	1	1
accélérateur (7)	1.5	1.5

- (1) copolymère isobutylène-isoprène halogéné (bromé) ;
 (2) Grade ASTM N774 (société Cabot) ;
 (3) Azodicarbonamide ("Cellmic C-22" de la société Sankyo Kasei) ;
 (4) Urée (société Mitsui Chemical) ;
 (5) "Koresin" (société BASF);
 (6) N-1,3-diméthylbutyl-N-phénylparaphénylènediamine
 (Santoflex 6-PPD de la société Flexsys);
 (7) disulfure de 2-mercaptobenzothiazyle
 ("Santocure MBTS" de la société Flexsys).

Tableau 2

Composition testée (en pneu) :	C-1	C-2
Densité avant cuisson du pneu	1.044	1.074
Densité après cuisson du pneu	0.139	0.307
Taux d'expansion volumique (%)	650	250
Taille moyenne des bulles (microns)	510	200

Tableau 3

Conditions des tests :		Vitesse	Pneu P-1	Pneu P-2
Performance bruit en dB(A) (*)	"Cavity noise" [190-230Hz] (dBA)	40 km/h	-3.9	-3.7
		60 km/h	-5.0	-4.7
	"Road noise" [0-2000Hz] (dBA)	40 km/h	-1.0	-1.0
		60 km/h	-1.1	-1.1

(*) différence entre pneu testé et pneu témoin (P-0), à l'intérieur du véhicule.

Tableau 4

Composition (pce) :	C-3
NR (1)	85
SBR (2)	15
huile TDAE (3)	10
noir de carbone (4)	20
agent d'expansion (5)	30
composé thermofusible (6)	20
résine tackifiante (7)	3
ZnO	3
acide stéarique	0.5
antioxydant (8)	2
soufre	3
accélérateur (9)	1.5

- (1) Caoutchouc naturel (peptisé) ;
 (2) SBR avec 23,5% de styrène ; 75% de trans 1-4 ; 8% de cis 1-4 (Tg = -48°C) ;
 (3) TDAE ("Viva Tec500" de la société Starry oil) ;
 (4) Grade ASTM N550 (société Cabot) ;
 (5) Azodicarbonamide ("Cellmic C-22" de la société Sankyo Kasei) ;
 (6) Urée (société Mitsui Chemical) ;
 (7) "Koresin" (société BASF) ;
 (8) N-1,3-diméthylbutyl-N-phénylparaphénylènediamine (Santoflex 6-PPD de la société Flexsys) ;
 (9) N-dicyclohexyl-2-benzothiazol-sulfénamide ("Santocure CBS" de la société Flexsys).

Tableau 5

Composition testée (en pneu) :	C-3
Densité avant cuisson du pneu	1.086
Densité après cuisson du pneu	0.347
Taux d'expansion volumique (%)	213

Tableau 6

Conditions des tests :		Vitesse	P-3	P-4
Performance bruit en dB(A) (*)	"Cavity noise" [190-230Hz] (dBA)	40 km/h	-1.1	-1.4
		60 km/h	-2.5	-3.2
	"Road noise" [0-2000Hz] (dBA)	40 km/h	-0.4	-0.6
		60 km/h	-0.9	-1.0

(*) différence entre pneu testé et pneu témoin (P-0), à l'intérieur du véhicule.

REVENDICATIONS

- 5 **1.** Bandage pneumatique à l'état non vulcanisé dont la paroi interne est pourvue d'une couche de caoutchouc expansible thermiquement, ladite couche comportant une composition élastomère comprenant au moins un élastomère, une charge renforçante, entre 10 et 80 pce d'un agent d'expansion et entre 10 et 50 pce d'un composé thermofusible dont la température de fusion est comprise entre 70°C et 150°C.
- 10
- 2.** Bandage pneumatique selon la revendication 1, dans lequel l'élastomère est un élastomère diénique, préférentiellement choisi dans le groupe constitué par le caoutchouc naturel, les polyisoprènes de synthèse, les polybutadiènes, les copolymères de butadiène, les copolymères d'isoprène et les mélanges de ces élastomères.
- 15
- 3.** Bandage pneumatique selon la revendication 2, dans lequel la composition élastomère comporte, à titre d'élastomère diénique, 50 à 100 pce de caoutchouc naturel ou polyisoprène de synthèse.
- 20
- 4.** Bandage pneumatique selon la revendication 2, dans lequel la composition élastomère comporte, à titre d'élastomère diénique, 50 à 100 pce de caoutchouc butyl.
- 5.** Bandage pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le taux de charge renforçante dans la composition élastomère est compris entre 10 et 100 pce, de préférence entre 10 et 50 pce.
- 25
- 6.** Bandage pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la charge renforçante de la composition élastomère comporte de la silice ou du noir de carbone ou un mélange de silice et de noir de carbone.
- 30
- 7.** Bandage pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel l'agent d'expansion est choisi dans le groupe constitué par les composés azo, nitroso, hydrazines, carbazides, semi-carbazides, tétrazoles, carbonates, citrates et les mélanges de tels composés.
- 35
- 8.** Bandage pneumatique selon la revendication 7, dans lequel l'agent d'expansion est choisi dans le groupe constitué par les composés diazo, dinitroso, sulfonyl semicarbazides, sulfonyl hydrazides et les mélanges de tels composés.

9. Bandage pneumatique selon la revendication 8, dans lequel l'agent d'expansion est un composé azodicarbonamide.
10. Bandage pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel le
5 taux d'agent d'expansion dans la composition élastomère est compris entre 20 et 70 pce, de préférence dans un domaine de 25 à 65 pce.
11. Bandage pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le
10 taux de composé thermofusible dans la composition élastomère est compris dans un domaine de 10 à 45 pce.
12. Bandage pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel la
15 quantité totale d'agent d'expansion et de composé thermofusible est comprise entre 30 et 115 pce, de préférence dans un domaine de 35 à 110 pce.
13. Bandage pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel la
température de fusion du composé thermofusible est comprise entre 100°C et 150°C, de
préférence entre 110°C et 140°C.
- 20 14. Bandage pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel le
composé thermofusible est l'urée ou un dérivé thermofusible de l'urée.
15. Bandage pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel la
25 densité de la couche de caoutchouc expansible thermiquement est comprise entre 1,000 et 1,3000 g/cm³, de préférence dans un domaine de 1,025 à 1,250 g/cm³.
16. Bandage pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel
l'épaisseur de la couche de caoutchouc expansible thermiquement est comprise entre 0,5 et
5 mm, de préférence entre 1 et 3 mm.
- 30 17. Bandage pneumatique à l'état vulcanisé, obtenu après cuisson d'un bandage pneumatique
selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.
18. Bandage pneumatique selon la revendication 17 dans lequel la densité de la couche de
35 caoutchouc une fois expansée est comprise dans un domaine de 0,200 à 0,600 g/cm³, de
préférence de 0,250 à 0,450 g/cm³.
19. Bandage pneumatique selon la revendication 17 ou 18 dans lequel l'épaisseur de la
40 couche de caoutchouc une fois expansée est comprise entre 2 et 20 mm, de préférence entre 4
et 12 mm.

20. Bandage pneumatique selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, dans lequel le taux d'expansion volumique de la couche de caoutchouc une fois expansée est compris entre 100 et 400%, de préférence entre 150 et 300%.

Fig. 1

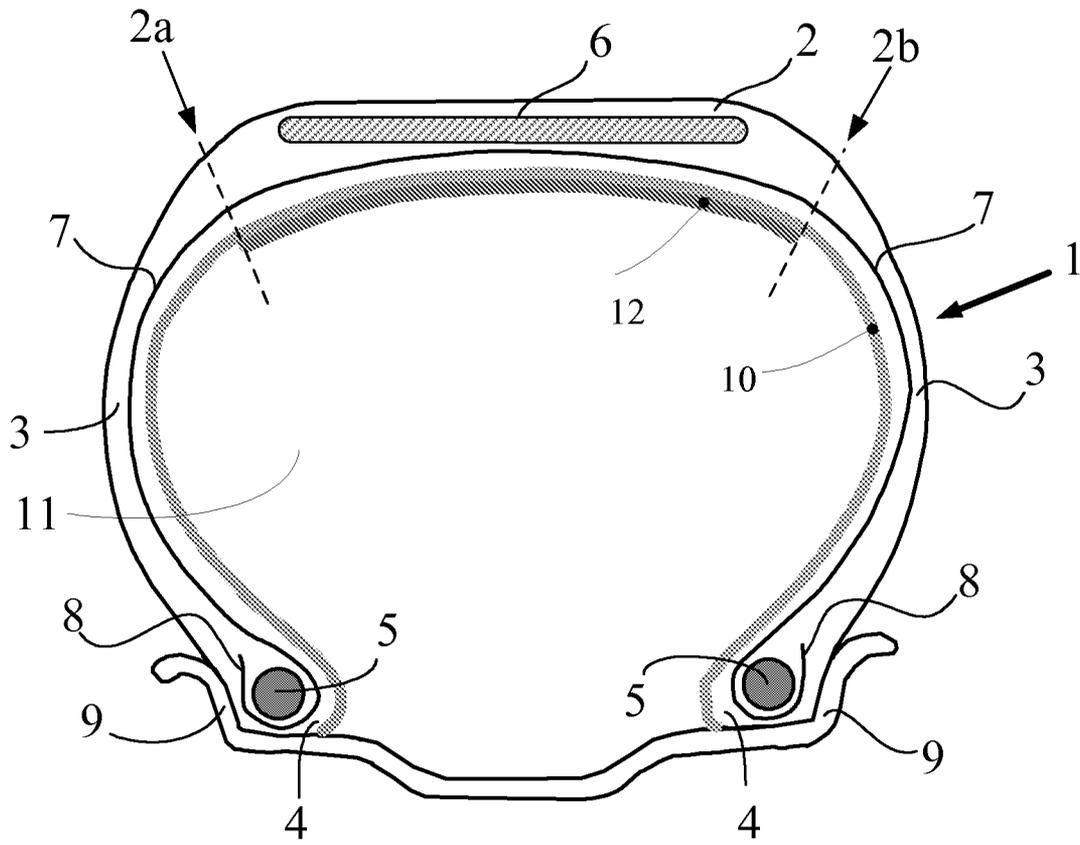


Fig. 2

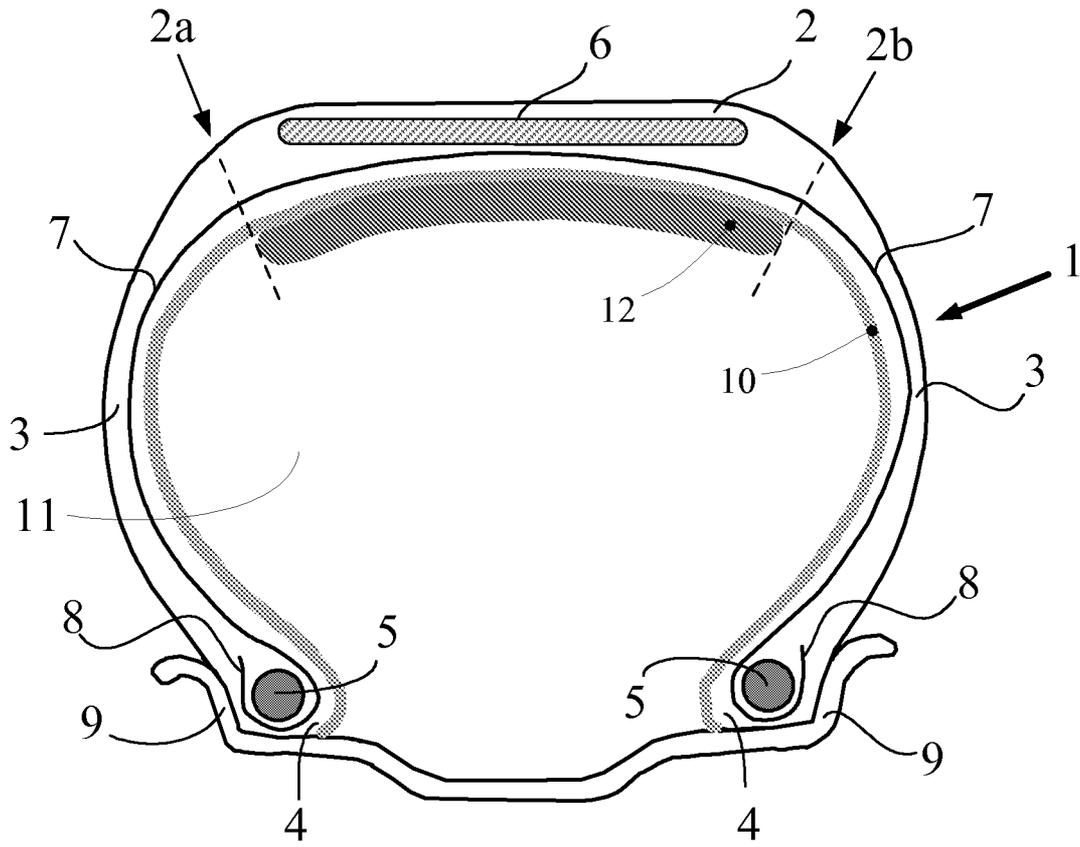


Fig. 3

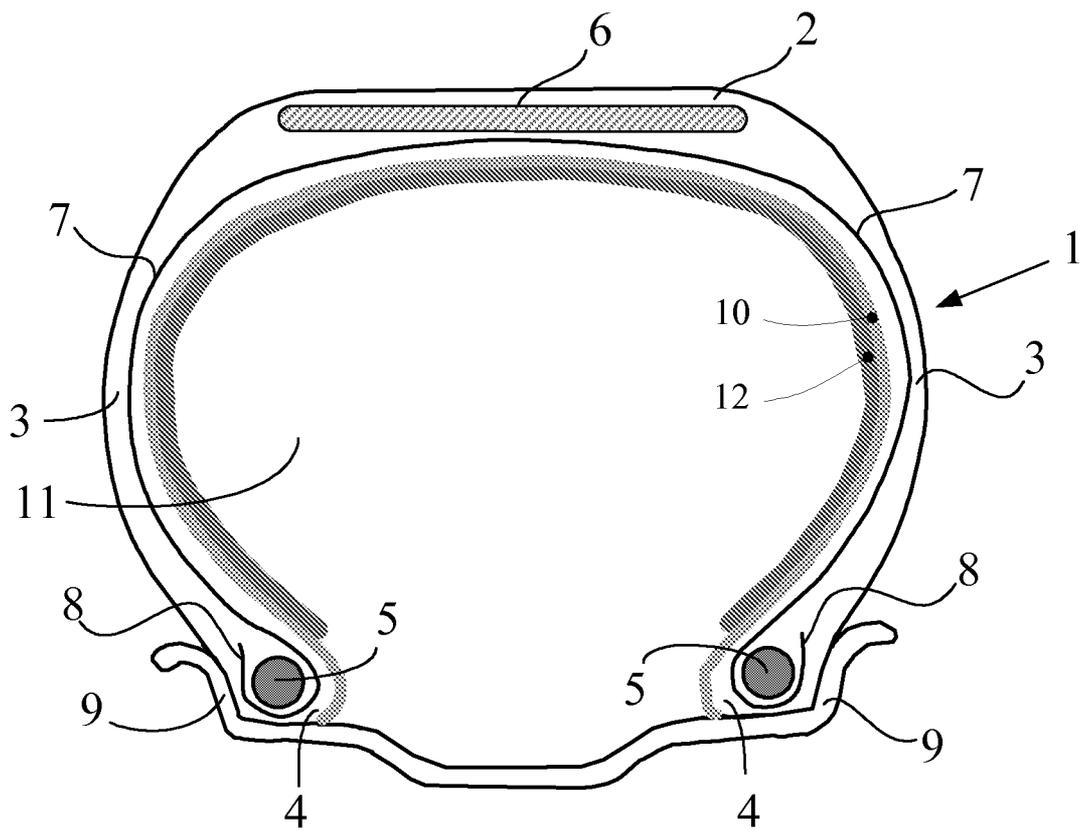
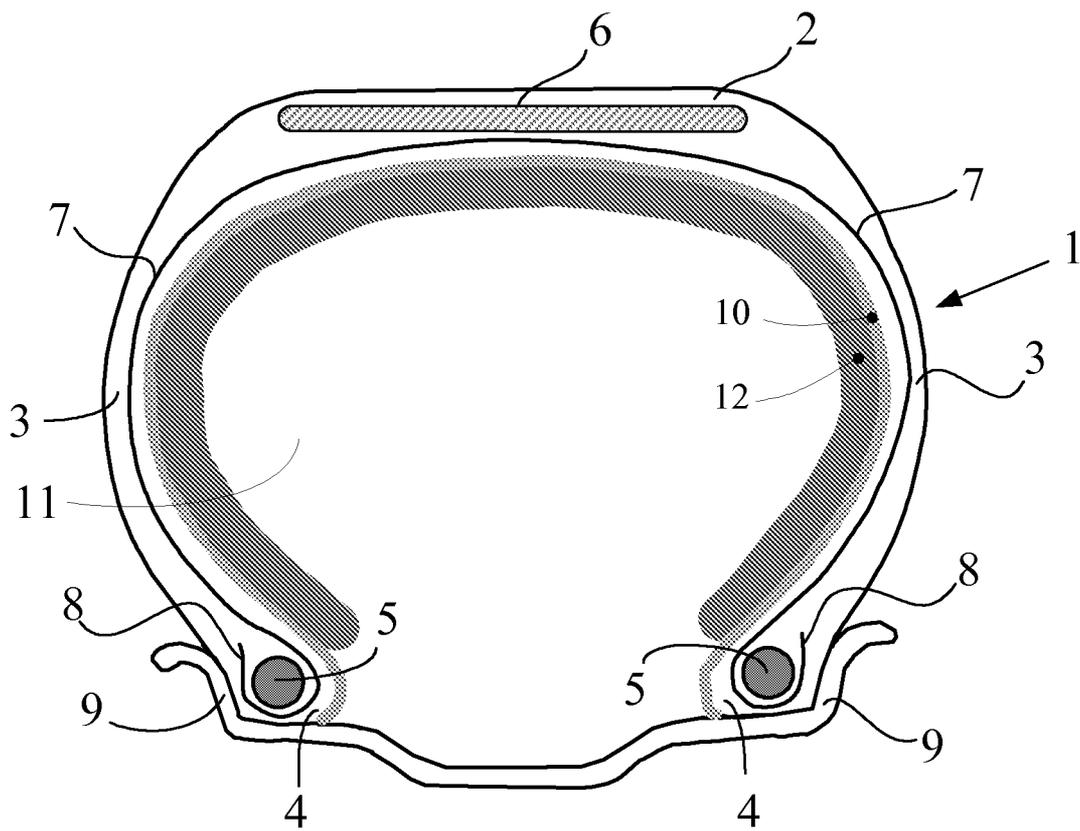


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/066019

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. C08L7/00 B60C1/00 C08L23/22
 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 C08J C08K C08L

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 practical, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 911 571 A1 (SUMITOMO RUBBER IND [JP]) 16 April 2008 (2008-04-16) paragraph [0048]; claims 1-4; figure 1; example 1	1-20
A	EP 1 800 911 A2 (GOODYEAR TIRE & RUBBER [US]) 27 June 2007 (2007-06-27) the whole document	1-20
A	KR 2004 0031509 A (KUMHO TIRE CO INC) 13 April 2004 (2004-04-13) * abstract	1-20
A	JP 2003 285607 A (SUMITOMO RUBBER IND) 7 October 2003 (2003-10-07) * abstract	1-20
	----- -/--	

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	*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
E earlier document but published on or after the international filing date	*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
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)	*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.
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	*&* document member of the same patent family
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 14 January 2011	Date of mailing of the international search report 21/01/2011
--	--

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 Höfler, Thomas
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/066019

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 885 925 A1 (BRIDGESTONE CORP [JP]) 23 December 1998 (1998-12-23) the whole document -----	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/066019

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1911571	A1	16-04-2008	CN 101161447 A 16-04-2008
			JP 2008093953 A 24-04-2008
			US 2008087368 A1 17-04-2008
EP 1800911	A2	27-06-2007	BR PI0605269 A 06-11-2007
			KR 20070065821 A 25-06-2007
KR 20040031509	A	13-04-2004	NONE
JP 2003285607	A	07-10-2003	JP 3974437 B2 12-09-2007
EP 0885925	A1	23-12-1998	JP 11005872 A 12-01-1999
			NO 982790 A 21-12-1998
			US 6427738 B1 06-08-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2010/066019

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C08L7/00 B60C1/00 C08L23/22 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 C08J C08K C08L				
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche				
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data				
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
X	EP 1 911 571 A1 (SUMITOMO RUBBER IND [JP]) 16 avril 2008 (2008-04-16) alinéa [0048]; revendications 1-4; figure 1; exemple 1 -----	1-20		
A	EP 1 800 911 A2 (GOODYEAR TIRE & RUBBER [US]) 27 juin 2007 (2007-06-27) le document en entier -----	1-20		
A	KR 2004 0031509 A (KUMHO TIRE CO INC) 13 avril 2004 (2004-04-13) * abrégé -----	1-20		
A	JP 2003 285607 A (SUMITOMO RUBBER IND) 7 octobre 2003 (2003-10-07) * abrégé -----	1-20		
----- -/--				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</td> </tr> </table>			<input checked="" 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
<input checked="" 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale			
14 janvier 2011	21/01/2011			
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé			
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Höfler, Thomas			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2010/066019

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 885 925 A1 (BRIDGESTONE CORP [JP]) 23 décembre 1998 (1998-12-23) le document en entier -----	1-20

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2010/066019

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1911571	A1	16-04-2008	CN 101161447 A	16-04-2008
			JP 2008093953 A	24-04-2008
			US 2008087368 A1	17-04-2008
EP 1800911	A2	27-06-2007	BR PI0605269 A	06-11-2007
			KR 20070065821 A	25-06-2007
KR 20040031509	A	13-04-2004	AUCUN	
JP 2003285607	A	07-10-2003	JP 3974437 B2	12-09-2007
EP 0885925	A1	23-12-1998	JP 11005872 A	12-01-1999
			NO 982790 A	21-12-1998
			US 6427738 B1	06-08-2002