

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22.12.09.

③0 Priorité : 22.12.08 JP 2008324844.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 25.06.10 Bulletin 10/25.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : HONDA MOTOR CO., LTD. — JP.

⑦2 Inventeur(s) : HOTAKA TAKESHI, MIZONE
TETSUYA, MOGI EMIKO et NOTOMI SHINYA.

⑦3 Titulaire(s) : HONDA MOTOR CO., LTD..

⑦4 Mandataire(s) : BREVALEX.

⑤4 CAOUTCHOUCS COMPOSITES POUR BANDES DE ROULEMENT DE PNEU ET PNEU.

⑤7 Les caoutchoucs composites pour des bandes de rou-
lement de pneu comprennent de la silice; du noir de
carbone; et des éléments constitutifs huileux, dans lesquels
un rapport (indice A) entre la teneur en silice, la teneur en
noir de carbone et la teneur en éléments constitutifs huileux
est donné par :

Indice A = teneur en silice/(teneur en noir de carbone +
teneur en silice + teneur en éléments constitutifs huileux) $\geq$
0,8 ... expression relationnelle (1); et

un rapport (indice B) d'un module d'élasticité complexe
 E^* à 30 °C et d'une tangente de perte $\tan\delta$ à 60 °C est donné
par:

Indice B = $E^*/\tan\delta \geq 120$... expression relationnelle (2).

FR 2 940 304 - A1



CAOUTCHOUCS COMPOSITES POUR BANDES DE ROULEMENT DE
PNEU ET PNEU

CONTEXTE DE L'INVENTION

5

Domaine de l'invention

La présente invention concerne des caoutchoucs
composites pour des bandes de roulement de pneu et un
pneu dans lequel les caoutchoucs composites sont
10 appliqués à une section de bande de roulement.

Description de l'art connexe

Depuis peu, on s'efforce sans cesse de réduire la
consommation de carburant d'une automobile, comparé au
15 passé, étant donné la demande d'économie d'énergie et
de réduction de la charge sur l'environnement. En
particulier, cela s'exprime par une tendance marquée
vers la réduction supplémentaire de la résistance au
roulement, en particulier dans les pneus. En tant que
20 caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de
pneu, on connaît ceux où de la silice est
principalement utilisée en tant qu'agent de remplissage
et dont les teneurs totales en agent de remplissage de
noir de carbone et de silice sont inférieures à celles
25 habituellement utilisées, afin de réduire une
résistance au roulement d'un pneu adopté réalisé en ces
caoutchoucs (par exemple, voir le document de brevet
1 : publication de demande de brevet japonais non
examinée n° 2008-88236).

30 On dit que ces caoutchoucs composites pour les
bandes de roulement de pneu diminuent efficacement

l'exothermicité due à leur faible teneur en agent de remplissage, ce qui contribue à réduire la résistance au roulement.

5 Cependant, la réduction de la teneur en agent de remplissage dans les caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu présente un nouveau problème en ce que la section de bande de roulement souffre d'une faible raideur, résultant en une dégradation des performances de freinage.

10 Par conséquent, il existe à ce jour un besoin pour des caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu capables de contribuer à la réduction de la résistance au roulement, tout en conservant de bonnes performances de freinage.

15 Ainsi, un objet de la présente invention consiste à proposer des caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu, appliqués à la section de bande de roulement, et un pneu, capables à la fois de réduire la résistance au roulement et de garantir de bonnes
20 performances de freinage.

RESUME DE L'INVENTION

 Une caractéristique distinctive de la présente invention ayant pour objet de résoudre le problème
25 susmentionné consiste en ce que les caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu comprennent de la silice, du noir de carbone et des éléments constitutifs huileux, où un rapport (indice A) entre la teneur en silice, la teneur en noir de carbone
30 et la teneur en éléments constitutifs huileux est donné par indice $A = \text{teneur en silice} / (\text{teneur en noir de}$

carbone + teneur en silice + teneur en éléments
constitutifs huileux) $\geq 0,8$... expression
relationnelle (1) ; et un rapport (indice B) d'un
module d'élasticité complexe E^* à 30 °C et d'une
5 tangente de perte $\tan\delta$ à 60 °C est donné par indice $B =$
 $E^*/\tan\delta \geq 120$... expression relationnelle (2).

En outre, une caractéristique distinctive de la
présente invention ayant pour objet de résoudre le
problème susmentionné consiste en un pneu dans lequel
10 les caoutchoucs composites pour les bandes de roulement
de pneu sont appliqués à une section de bande de
roulement.

Selon la présente invention, l'invention permet de
proposer les caoutchoucs composites pour les bandes de
15 roulement de pneu, appliqués à la section de bande de
roulement, et le pneu, permettant à la fois de réduire
la résistance au roulement et de garantir de bonnes
performances de freinage.

20 BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La figure 1 est une vue en coupe d'un pneu selon
un mode de réalisation de la présente invention, et une
vue montrant partiellement une section le long d'un
arbre rotatif ;

25 la figure 2 est une vue développée montrant une
structure multicouche d'une couche renforcée, d'une
couche de ceinture et d'une couche de carcasse, et une
vue partielle à partir d'un côté périphérique externe
du pneu ;

30 la figure 3 est un schéma d'une machine de test de
roulage de pneu ; et

la figure 4 est un graphique représentant les répartitions d'un indice A et d'un indice B des exemples 1 à 3 et des exemples comparatifs 1 à 5, où l'indice A désigne une direction horizontale et l'indice B désigne une direction verticale.

MEILLEUR MODE DE REALISATION DE L'INVENTION

Ci-après, un mode de réalisation selon la présente invention va être décrit en détail, en faisant référence correctement aux dessins joints.

Une caractéristique distinctive du pneu selon le mode de réalisation consiste en ce que les caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu expliqués ultérieurement sont principalement adoptés.

Comme montré sur la figure 1, un pneu 1 selon le mode de réalisation est un pneu radial et comprend une section de bande de roulement 5 en contact avec le sol, une section de bourrelet 11 assemblée dans une jante R, une section de flanc 9 reliant la section de bourrelet 11 et la section de bande de roulement 5. De plus, la section de bourrelet 11 du pneu 1 est assemblée d'une manière étanche à l'air, dans la section de jante R, et forme de ce fait une chambre à air 10.

Le pneu 1 est en outre pourvu d'une couche de carcasse 4 servant de structure au pneu 1. La couche de carcasse 4 présente une forme toroïdale s'étendant dans la direction circonférentielle de la jante R. L'extrémité du côté périphérique interne de celle-ci est repliée de manière à envelopper la tringle 2 et l'agent de remplissage de bourrelet 3.

La couche de carcasse 4 est formée par une couche de nappes sur laquelle du caoutchouc est déposé. Une pluralité de nappes de carcasse formant la couche de nappes s'étend dans la direction circonférentielle orthogonale à la direction radiale du pneu de manière à entourer la chambre à air 10.

A l'extérieur de la couche de carcasse 4, des couches de ceinture 6, 7 et une couche renforcée 8 sont agencées dans cet ordre, comme montré sur les figures 1 et 2.

Les couches de ceinture 6, 7 s'étendent dans la direction circonférentielle du pneu et ont pour rôle de maintenir la géométrie du pneu 1 en tirant avantage de l'effet de cerceau comprimant la couche de carcasse 4 vers l'intérieur du pneu 1. Les couches de ceinture 6, 7 sont produites en reliant les deux extrémités d'un matériau en forme de ceinture formé en coupant en biais les couches de nappes sur lesquelles du caoutchouc est déposé. Plus particulièrement, comme montré sur la figure 2, les inclinaisons de chacune des nappes de ceinture 6a, 7a sont mutuellement inversées par rapport à la direction circonférentielle du pneu. A cet égard, sur la figure 2, un numéro de référence 4a désigne une nappe de carcasse de la couche de carcasse 4 étendue.

Une inclinaison θ_1 de la nappe de ceinture 6a et une inclinaison θ_2 de la nappe de ceinture 7a par rapport à la direction circonférentielle du pneu 1 sont égales l'une à l'autre. En général, bien que θ_1 et θ_2 soient fixées de 17 à 27 degrés, θ_1 et θ_2 du pneu 1 du mode de réalisation sont fixées de 45 à 65 degrés proches d'un angle particulier (54,7). A cet égard,

étant donné que le pneu 1 pour lequel θ_1 et θ_2 sont fixées de manière à être égales à l'angle particulier (54,7) peut avoir une raideur remarquablement réduite dans la direction circonférentielle du pneu 1, aucune
5 différence de force de tension latérale des couches de ceinture 6, 7 ne se développera du fait de la déformation par contact avec le sol du pneu 1. Par conséquent, le pneu 1, comportant les couches de ceinture 6, 7 (ceinture grand angle) pour lesquelles θ_1
10 et θ_2 sont fixées à un angle plus grand que pour la couche de ceinture normale en fixant θ_1 et θ_2 de 45 à 65 degrés, peut supprimer une déformation de torsion du pneu 1, réduisant ainsi une force latérale (« plysteer »).

15 La couche renforcée 8 est formée en enroulant en spirale la nappe 8a dans la direction circonférentielle du pneu autour de la couche de ceinture 6, 7 pour renforcer les couches de ceinture 6, 7. A cet égard, la nappe 8a, illustrée sur la figure 2, est représentée,
20 pour des raisons de tracé, comme se trouvant mutuellement sur une ligne parallèle à la direction circonférentielle du pneu.

Dans le pneu 1 du mode de réalisation, la section de bande de roulement 5 (caoutchouc de bande de
25 roulement) comporte des caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu qui sont expliqués par la suite.

Les caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu satisfont aux deux expressions
30 relationnelles (1) et (2) suivantes.

Indice A = teneur en silice/(teneur en noir de carbone + teneur en silice + teneur en éléments constitutifs huileux) $\geq$ 0,8 ... expression relationnelle (1)

5 (où, dans l'expression relationnelle (1), chaque teneur est une valeur de conversion de masse).

Indice B = $E^*/\tan\delta \geq 120$... expression relationnelle (2)

10 (où, dans l'expression relationnelle (2), E^* désigne un module d'élasticité complexe des caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu à 30 °C, et $\tan \delta$ désigne la tangente de perte des susdits à 60 °C.

15 Les caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu du mode de réalisation sont composés du même matériau que les caoutchoucs composites connus publiquement pour les bandes de roulement de pneu, à l'exception de la silice et du noir de carbone en tant qu'agent de remplissage de renforcement, ainsi que des
20 éléments constitutifs huileux pour définir l'indice A mentionné ci-dessus. Les caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu peuvent contenir, selon les besoins, la même quantité que celle normalement utilisée de caoutchouc de base, d'antioxydants, d'oxyde
25 de zinc, de cire, d'agents de gonflement et d'accélérateur de vulcanisation, etc.

Ainsi, il est conseillé de sélectionner, pour les caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu du mode de réalisation, un caoutchouc qui ne
30 contient que de la silice, qui est exempt de noir de

carbone en tant qu'agent de remplissage pour le renforcement.

Quant à la silice décrite dans le mode de réalisation, aucune limitation spéciale n'est appliquée à celle-ci, dans la mesure où elle peut être utilisée pour le pneu. Par exemple, la silice naturelle ou la silice synthétique (silice de processus à sec, silice de processus humide) peut être utilisée. Entre autres choses, il est préférable d'utiliser la silice ayant une petite surface spécifique (silice où CTAB = 120 m²/g ou moins et BET = 125 m²/g ou moins, par exemple, le ZEOSIL116GR fabriqué par Rhodia Japan Ltd).

Quant au noir de carbone décrit dans le mode de réalisation, aucune limitation spéciale n'est appliquée à celui-ci, tant qu'il peut être utilisé pour le pneu. Par exemple, les noirs de carbone, tels que le SAF, le SAF-HS, l'ISAF, l'ISAF-HS, le HAF, le MAF, le FEF, et le SRF etc., peuvent être utilisés, lesquels sont basés sur le manuel de l'industrie du caoutchouc publié par la société des industries du caoutchouc japonaises.

En tant qu'éléments constitutifs huileux, des éléments constitutifs huileux qui sont utilisés en tant qu'huile d'extension (huile de processus) peuvent être utilisés pour le pneu. Par exemple, une huile de paraffine, une huile naphténique et une huile aromatique etc., peuvent être utilisées. Les éléments constitutifs huileux contiennent des agents de couplage silane. Entre parenthèses, l'huile de processus contenue à l'origine dans le caoutchouc de base (caoutchouc étendu par de l'huile) est également ajoutée aux éléments constitutifs huileux du mode de

réalisation. Ainsi, les éléments constitutifs huileux des caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu peuvent être composés uniquement des éléments constitutifs huileux contenus à l'origine dans le caoutchouc de base (caoutchouc étendu par de l'huile),
5 dans la mesure où ils satisfont à l'expression relationnelle (1) ci-dessus.

Le « module d'élasticité complexe E^* à 30 °C » et la « tangente de perte $\tan\delta$ à 60 °C » des caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu du mode
10 de réalisation sont ajustés de manière à satisfaire à l'expression relationnelle (2) ci-dessus.

Le module d'élasticité complexe E^* est une valeur représentée par $\sqrt{(r^2 + r'^2)}$, où r est le module d'élasticité de stockage des caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu et r' est un
15 module d'élasticité de perte. La tangente de perte $\tan\delta$ est une valeur représentée par un rapport (r'/r) entre le module d'élasticité de perte r' et le module d'élasticité de stockage r des caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu, et δ désigne un
20 retard de phase d'une contrainte en fonction d'une contrainte dynamique des caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu.

25 Avec les caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu de la présente invention tels qu'expliqués dans ce qui précède, l'invention permet de proposer, comme cela sera élucidé par des exemples mentionnés ultérieurement, le pneu 1 présentant à la
30 fois une résistance au roulement réduite et de bonnes performances de freinage garanties, qui étaient

jusqu'ici considérées comme impossibles avec les caoutchoucs composites existants pour des bandes de roulement de pneu. Les caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu contribuent à la réduction de la résistance au roulement et à l'amélioration de la raideur d'entraînement du pneu (voir Kx examiné ultérieurement), contribuant de ce fait considérablement à une augmentation du rendement de carburant d'un véhicule équipé de ceux-ci.

En outre, les caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu permettent une plus grande réduction de la résistance au roulement par leur application à la section de bande de roulement (caoutchouc de bande de roulement) du pneu 1 du mode de réalisation dans lequel la ceinture grand angle susmentionnée est utilisée.

On doit apprécier que la présente invention peut être exploitée sous diverses formes, sans être nécessairement limitée au mode de réalisation susmentionné.

Bien que, dans le mode de réalisation mentionné ci-dessus, un exemple illustratif dans lequel les caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu sont appliqués au pneu radial utilisant la ceinture grand angle soit donné, les caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu peuvent, au lieu de cela, être appliqués à d'autres pneus.

Exemples

Ensuite, une explication va être plus spécifiquement donnée en faisant référence à des

exemples (exemples 1 à 3 et exemples comparatifs 1 à 5).

Dans les exemples et les exemples comparatifs expliqués ici, les caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu sont préparés selon les compositions (parts en masse) présentées sur le tableau 1-1 et le tableau 1-2.

Tableau 1-1

Matières premières	Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3
NR	30,00	30,00	30,00
S-SBR(a)			
S-SBR(b)	50,00	50,00	50,00
BR	20,00	20,00	20,00
CB	5,00		
Silice (a)	75,00	80,00	
Silice (b)			80,00
Aide au traitement	4,00	4,00	4,00
Antioxydants (a)	3,50	3,50	3,50
Antioxydants (b)	2,00	2,00	2,00
Cire (a)	1,00	1,00	1,00
Cire (b)	1,00	1,00	1,00
Aide à la vulcanisation	1,00	1,00	1,00
Oxyde de zinc	3,00	3,00	3,00
Agents de couplage	6,40	6,40	6,40
Huile de processus	2,00	2,00	2,00
Agents de vulcanisation	1,70	1,70	1,70
Accélérateurs de	2,50	2,50	2,50

vulcanisation			
Aide d'accélérateurs de vulcanisation	1,00	1,00	1,00
Parts totales en masse	209,10	209,10	209,10
Tanδ (60 °C)	0,195	0,189	0,100
E*	28,73	30,14	17,46
Indice A	0,85	0,90	0,90
Indice B	147,33	159,31	174,14
Distance de freinage	103	103	105
(Humide)			
Résistance de roulement	93	88	78
Kx	119	123	150
Consommation de carburant de mode	102	102	105

Tableau 1-2

Matières premières	Exemple comparatif 1	Exemple comparatif 2	Exemple comparatif 3	Exemple comparatif 4	Exemple comparatif 5
NR	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
S-SBR(a)	96,25				
S-SBR(b)		50,00	50,00	50,00	50,00
BR		20,00	20,00	20,00	20,00
CB	20,0	20,00	10,00		
Silice (a)	80,00	80,00	70,00	80,00	
Silice (b)				80,00	
Aide au traitement	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Anti oxydants (a)	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50

Anti oxydants (b)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Cire (a)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cire (b)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Aide à la vulcanisation	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxyde de zinc	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Agents de couplage	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40
Huile de processus	12,00	12,00	2,00	2,00	2,00
Agents de vulcanisation	1,70	1,70	1,70	2,30	2,00
Accélérateurs de vulcanisation	2,50	2,50	2,50	1,50	1,80
Aide aux accélérateurs de vulcanisation	1,00	1,00	1,00	0,25	0,30
Parts totales en masse	265,35	239,10	209,10	207,95	208,00
Masse totale					
Tanδ (60 °C)	0,185	0,160	0,201	0,218	0,132
E*	13,73	20,34	26,03	16,73	15,15
Indice A	0,55	0,68	0,79	0,90	0,90
Indice B	74,29	127,31	129,50	76,74	114,77
Distance de	100	100	101	98	98

freinage (humide)					
Résistance au roulement	100	109	121	109	95
Kx	100	120	120	102	94
Consommation de carburant de mode	100	99	98	98	99

Dans le tableau 1-1 et dans le tableau 1-2, NR en tant que matière première désigne un caoutchouc naturel, S-SBR(a) désigne un caoutchouc de copolymère de styrène-butadiène (NS440) fabriqué par ZEON CORPORATION ; S-SHR(b) désigne un caoutchouc de copolymère de styrène-butadiène (NS116R) fabriqué par ZEON CORPORATION ; BR désigne du polybutadiène (UBEPOL-VCR617) fabriqué par Ube Industries, Ltd ; CB désigne du noir de carbone (SEAST (marque déposée) KH (N339)) fabriqué par TOKAI CARBON CO., LTD ; silice(a) désigne de la silice (Nipsil (marque déposée) AQ-N) fabriquée par TOSOH SILICA CORPORATION ; silice(b) désigne de la silice (ZEOSIL115GR) fabriquée par Rhodia Japan ; aide à la production désigne le EF44 fabriqué par STRUKTOL ; Antioxydants(a) désigne le NOCRAC 6C fabriqué par Kiuchi Shinko Chemical ; Antioxydants(b) désigne le NOCRAC 224 fabriqué par Kiuchi Shinko Chemical ; cire(a) désigne une cire à basse température fabriquée par NIPPON SEIRO CO., LTD ; cire(b) désigne une cire à haute température fabriquée par NIPPON SEIRO CO., LTD ; aide à la vulcanisation désigne l'acide stéarique ;

oxyde de zinc désigne l'oxyde de zinc 3 ; agents de couplage désigne le CABRUS (marque déposée) -2B fabriqué par DAISO ; huile de processus désigne le NS-90S fabriqué par Idemitsu Kosan Company ; agents de
5 gondolement désigne un sulfure soluble ; accélérateurs de vulcanisation désigne le NOCCELER (marque déposée) CZ-G fabriqué par Kiuchi Shinko Chemical ; aide aux accélérateurs de vulcanisation désigne le NOCCELER (marque déposée) D fabriqué par Kiuchi Shinko Chemical.

10 Les valeurs calculées de l'indice A mentionné ci-dessus des caoutchoucs composites respectifs pour les bandes de roulement de pneu préparés dans les exemples 1 à 3 et les exemples comparatifs 1 à 5 sont juxtaposées sur le tableau 1-1 et sur le tableau 1-2.

15 « Mesure du module d'élasticité complexe E^* et de tangente de perte $\tan\delta$ »

Les mesures sont effectuées pour le module d'élasticité complexe E^* (30 °C) à 30 °C et pour la tangente de perte ($\tan\delta$ (60 °C) à 60 °C,
20 respectivement, pour chacun des caoutchoucs composites préparés pour des bandes de roulement de pneu. Les résultats sont montrés dans le tableau 1-1 et le tableau 1-2, où une unité de E^* (30 °C) est le MPa. Ainsi, le dispositif de mesure de propriétés
25 viscoélastiques dynamiques (EPLEXOR) fabriqué par GABO est utilisé pour ces mesures. A ce moment, le déplacement de charge dynamique (décalage dynamique) est fixé à 1 %.

« Mesure de résistance au roulement et de raideur d'entraînement du pneu »

D'abord, le pneu 1 basé sur la norme 195/65R15 est fabriqué par le procédé classique, lequel a la même structure que le pneu 1, tel que montré sur la figure 1 et la figure 2, et dans lequel les caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu préparés par chaque exemple et chaque exemple comparatif sont adoptés pour la section de bande de roulement 5 (caoutchouc de bande de roulement).

Ensuite, la résistance au roulement et la raideur d'entraînement de pneu du pneu 1 à 80 km/h sont mesurées au moyen d'une machine de test de pneu de type tambour (souvent simplement appelée machine de test de roulement de pneu ci-après). La figure 3 à laquelle il est fait référence ici est un schéma de la machine de test de roulement de pneu.

Comme représenté sur la figure 3, une machine de test de roulement de pneu 30 comprend un arbre de rotation de pneu 21 supportant en rotation le pneu 1 ; un moteur de pneu 25 permettant d'augmenter et de diminuer une fréquence de rotation de pneu N_t (tr/mn) tout en faisant tourner le pneu 1 ; un tambour de test 32 tournant autour d'un arbre de rotation de tambour 34 ; un moteur de tambour 31 permettant au tambour de test 32 d'être entraîné en rotation à une vitesse de tambour V_d (km/h) ; et des moyens d'application de charge 24 provoquant la pression de la zone de contact du pneu 1 contre le tambour de test 32 avec une force radiale F_z (N). Le tambour de test 32 a une surface de revêtement de sécurité 33 (3M Corp.) collée sur une

surface d'une périphérie extérieure de celui-ci de sorte qu'il devienne équivalent à un revêtement routier sec et tourne d'un seul tenant avec le tambour de test 32. En variante, la machine de test de roulement de pneu 30 présentée ici peut bien entendu utiliser des produits disponibles dans le commerce, tant qu'ils ont le même agencement que la machine de test de roulement de pneu.

La machine de test de roulement de pneu 30 peut produire une force tangentielle F_x (N) en provoquant une augmentation et une diminution de la fréquence de rotation de pneu N_t tout en appliquant la force radiale F_z au pneu 1.

L'arbre de rotation de pneu 21 et l'arbre de rotation de tambour 34 sont agencés de manière à être parallèles l'un à l'autre.

Le moteur de tambour 31 peut faire tourner le tambour de test 32 à la vitesse de tambour constante V_d . En plus, l'arbre de rotation 21 du moteur de pneu 25 est accouplé à l'arbre de rotation de pneu 21. En outre, l'arbre de rotation du moteur de tambour 31 est accouplé à l'arbre de rotation de tambour 34. Les moyens d'application de charge 24 pressent la surface de contact du pneu 1 contre le tambour de test 32 avec la force radiale F_z dans la direction de liaison de l'arbre de rotation de pneu 21 et de l'arbre de rotation de tambour 34, spécifiquement, dans la direction s'étendant de l'arbre de rotation de pneu 21 vers l'arbre de rotation de tambour 34.

La machine de test de roulement de pneu 30 comprend des moyens de mesure de fréquence de rotation

26 mesurant la fréquence de rotation de pneu Nt et un
compteur de vitesse 35 mesurant la vitesse de tambour
Vd, et comprend en outre une cellule de charge 22
composée d'une cellule de charge mesurant la force
5 radiale Fz et d'une cellule de charge de force
tangentielle mesurant la force tangentielle Fx agissant
sur le pneu 1. La machine de test de roulement de pneu
30 mesure, pendant plusieurs périodes de temps, la
vitesse de tambour Vd, la fréquence de rotation de pneu
10 Nt, la force tangentielle Fx et la force radiale Fz,
respectivement, dans le temps où la fréquence de
rotation de pneu Nt augmente et diminue. Entre
parenthèses, la force tangentielle Fx agit sur le pneu
1 dans la direction verticale par rapport à la
15 direction s'étendant de l'arbre de rotation de pneu 21
vers l'arbre de rotation de tambour 34, et dans la
direction verticale par rapport à la direction de
l'arbre de rotation de pneu 21.

En plus, la machine de test de roulement de pneu
20 30 comprend des moyens d'enregistrement 36 enregistrant
les résultats de mesure de la vitesse de tambour Vd, de
la fréquence de rotation de pneu Nt, de la force
tangentielle Fx et de la force radiale Fz. La machine
de test de roulement de pneu 30 enregistre les
25 résultats de mesure de la vitesse de tambour Vd, de la
fréquence de rotation de pneu Nt, de la force
tangentielle Fx et de la force radiale mesurées pendant
plusieurs périodes de temps, dans le temps où la
fréquence de rotation de pneu Nt augmente et diminue en
30 corrélation avec les périodes de temps mesurées. Le
fait d'augmenter et de diminuer la fréquence de

rotation de pneu Nt commande la fréquence de rotation de pneu Nt du pneu 1, et modifie la vitesse relative du pneu 1 et du tambour de test 32, ce qui apparaît comme un glissement pour le pneu 1 et le tambour de test 32.

- 5 Un rapport de glissement Rs quantifiant le glissement a une corrélation de premier ordre avec la force tangentielle Fx.

Etant donné que la machine de test de roulement de pneu 30 peut extraire la vitesse de tambour Vd, la
10 fréquence de rotation de pneu Nt, la charge tangentielle Fx et la force radiale Fz en corrélation avec leurs périodes de temps de mesure, il est possible de calculer, à chaque instant de mesure, le rapport de glissement Rs à partir de la vitesse de tambour Vd et
15 de la fréquence de rotation de pneu Nt, par corrélation avec celles-ci. Ensuite, une relation entre la force tangentielle Fx (N) et le rapport de glissement Rs, chacun étant corrélé avec les périodes de temps de mesure, est calculée en utilisant l'équation de
20 régression linéaire (3) exprimée par $F_x = K_x \cdot R_s + R_r$, et peut de ce fait donner la raideur d'entraînement de pneu Kx (N). Dans l'équation (3), Rr désigne la résistance au roulement de pneu (N) du pneu par rapport au revêtement routier.

- 25 Les valeurs calculées de l'indice B du pneu 1 fabriqué dans les exemples 1 à 3 et dans les exemples comparatifs 1 à 5 sont énumérées de manière juxtaposée sur le tableau 1-1 et le tableau 1-2.

A cet égard, la résistance au roulement montre que
30 plus la valeur montrée sur le tableau 1-1 et sur le tableau 1-2 est faible, plus la résistance au roulement

du pneu 1 est faible (bonne), et la raideur d'entraînement de pneu (K_x) montre que plus la valeur montrée sur le tableau 1-1 et sur le tableau 1-2 est élevée, plus la raideur d'entraînement de pneu est élevée (bonne).

« Mesure de consommation de carburant de mode »

Des mesures de la consommation de carburant de mode basées sur le mode 10.15 sont effectuées pour chacun des pneus 1 fabriqués. Les consommations de carburant de mode du pneu 1 obtenues dans les exemples 1 à 3 et les exemples comparatifs 2 à 5 sont énumérées sur le tableau 1-1 et le tableau 1-2, en utilisant une valeur de conversion, la consommation de carburant de mode de l'exemple comparatif 1 étant de 100.

A cet égard, la consommation de carburant de mode montre que plus la valeur indiquée sur le tableau 1-1 et le tableau 1-2 est élevée, plus la consommation de carburant est bonne.

« Mesure de la distance de freinage (humide) »

Des mesures de la distance de freinage sectionnelle sont effectuées pour chacun des pneus 1 fabriqués, dans le cas où une vitesse est réduite de 90 km/h à 20 km/h, dans la condition où le pneu 1 ayant une pression de gonflage normale est monté sur un véhicule FF (à traction) de 2,0 L et qu'un ABS (système de freinage à anti-blocage) est actionné, avec un freinage total d'une vitesse initiale de 100 km/h jusqu'à l'arrêt, sur un revêtement routier en asphalte humide. Par la suite, les valeurs mesurées résultantes sont indiquées avec un rapport exponentiel, sur le tableau 1-1 et le tableau 1-2, les performances de

freinage du pneu 1 de l'exemple comparatif 1 étant de 100. Les valeurs indiquent que plus la valeur est grande, plus les performances de freinage sont bonnes.

A cet égard, sur le tableau 1-1 et le tableau 1-2, ceux qui satisfont aux expressions relationnelles (1) et (2), en ce qui concerne les indices A et B, ainsi que ceux qui ont de meilleures distance de freinage (performances de freinage), résistance au roulement, raideur d'entraînement de pneu (K_x) et consommation de carburant de mode par rapport à l'exemple comparatif 1 sont indiqués en appliquant des hachures aux colonnes correspondantes.

(Evaluation des caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu des exemples et des exemples comparatifs)

Comme indiqué sur le tableau 1-1 et sur le tableau 1-2, les caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu produits dans les exemples 1 à 3 ont un indice A supérieur ou égal à 0,8 (exemple 1 : 0,85, exemple 2 : 0,90, exemple 3 : 0,90), et un indice B supérieur ou égal à 120 (exemple 1 : 147,33, exemple 2 : 159,31, exemple 3 : 174,14). Ainsi, les caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu satisfont aux expressions relationnelles (1) et (2) en même temps.

Le pneu 1 dans lequel les caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu produits dans les exemples 1 à 3 sont utilisés pour le caoutchouc de bande de roulement atteint à la fois des performances de freinage améliorées et une résistance au roulement

réduite, comme montré dans le tableau 1-1 et le tableau 1-2.

En revanche, les caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu réalisés dans l'exemple comparatif 1 ne satisfont ni à l'expression relationnelle (1) ni à l'expression relationnelle (2). Dans les exemples comparatifs 4 et 5, l'indice A des caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu est de 0,96, avec pour résultat que seule l'expression relationnelle (1) est satisfaite ; cependant, l'expression relationnelle (2) de l'indice B n'est pas satisfaite.

En outre, dans l'exemple comparatif 2, l'indice B des caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu est de 127,31, avec pour résultat que seule l'expression relationnelle (2) est satisfaite ; cependant, l'expression relationnelle (1) de l'indice A n'est pas satisfaite. Dans l'exemple comparatif 3, l'indice B des caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de pneu est de 129,50, avec pour résultat que seule l'expression relationnelle (2) est satisfaite ; cependant, l'expression relationnelle (1) de l'indice A n'est pas satisfaite.

En conséquence, les exemples comparatifs 2 à 5 ne réussissent pas à obtenir à la fois des performances de freinage améliorées et une résistance au roulement réduite.

Les caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu produits dans les exemples 1 à 3 sont supérieurs quant à la consommation de carburant de

mode, à cause de l'excellente raideur d'entraînement de pneu (Kx) à 60 °C et de la résistance au roulement.

Contrairement à cela, étant donné que l'exemple comparatif 2 est supérieur soit pour les performances
5 de transmission d'entraînement, soit pour la résistance au roulement (parce que l'autre est inférieur), la consommation de carburant de mode se détériore plus que celles des exemples 1 à 3.

La figure 4 à laquelle il est fait référence ici
10 est un graphique représentant les répartitions des indices A et B des exemples 1 à 3 et des exemples comparatifs 1 à 5, où un axe horizontal désigne l'indice A et un axe vertical désigne l'indice B.

Comme illustré sur la figure 4, il est vérifié que
15 les caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu dont l'indice A est supérieur ou égal à 0,8 et dont l'indice B est supérieur ou égal à 120, et qui satisfont aux expressions relationnelles (1) et (2) en même temps réduisent la résistance au roulement et
20 garantissent les bonnes performances de freinage, qui étaient jusqu'ici jugées comme étant impossibles avec les caoutchoucs composites existants pour des bandes de roulement de pneu. De plus, il est certifié que les caoutchoucs composites pour des bandes de roulement de
25 pneu contribuent à obtenir à la fois une réduction de la résistance au roulement et une amélioration de la raideur d'entraînement du pneu, contribuant ainsi considérablement à l'augmentation du rendement de carburant d'un véhicule équipé de ceux-ci.

30 A cet égard, sur la figure 4, il a déjà été vérifié par les inventeurs que les caoutchoucs de bande

de roulement appliqués aux pneus existants (connus publiquement) appartiennent à une région où l'indice A est inférieur à 0,8 et l'indice B est inférieur à 120. Autrement dit, il a été vérifié de façon absolue par
5 les inventeurs que les caoutchoucs composites pour les bandes de roulement de pneu de la présente invention appartenant à la région où l'indice A est supérieur ou égal à 0,8 et où l'indice B est supérieur ou égal à 120 sont indiscutablement nouveaux.

REVENDICATIONS

1. Caoutchoucs composites pour des bandes de
5 roulement de pneu comprenant :

de la silice ;

du noir de carbone ; et

des éléments constitutifs huileux,

dans lesquels un rapport (indice A) entre une
10 teneur en silice, une teneur en noir de carbone et une
teneur en éléments constitutifs huileux est donné par :

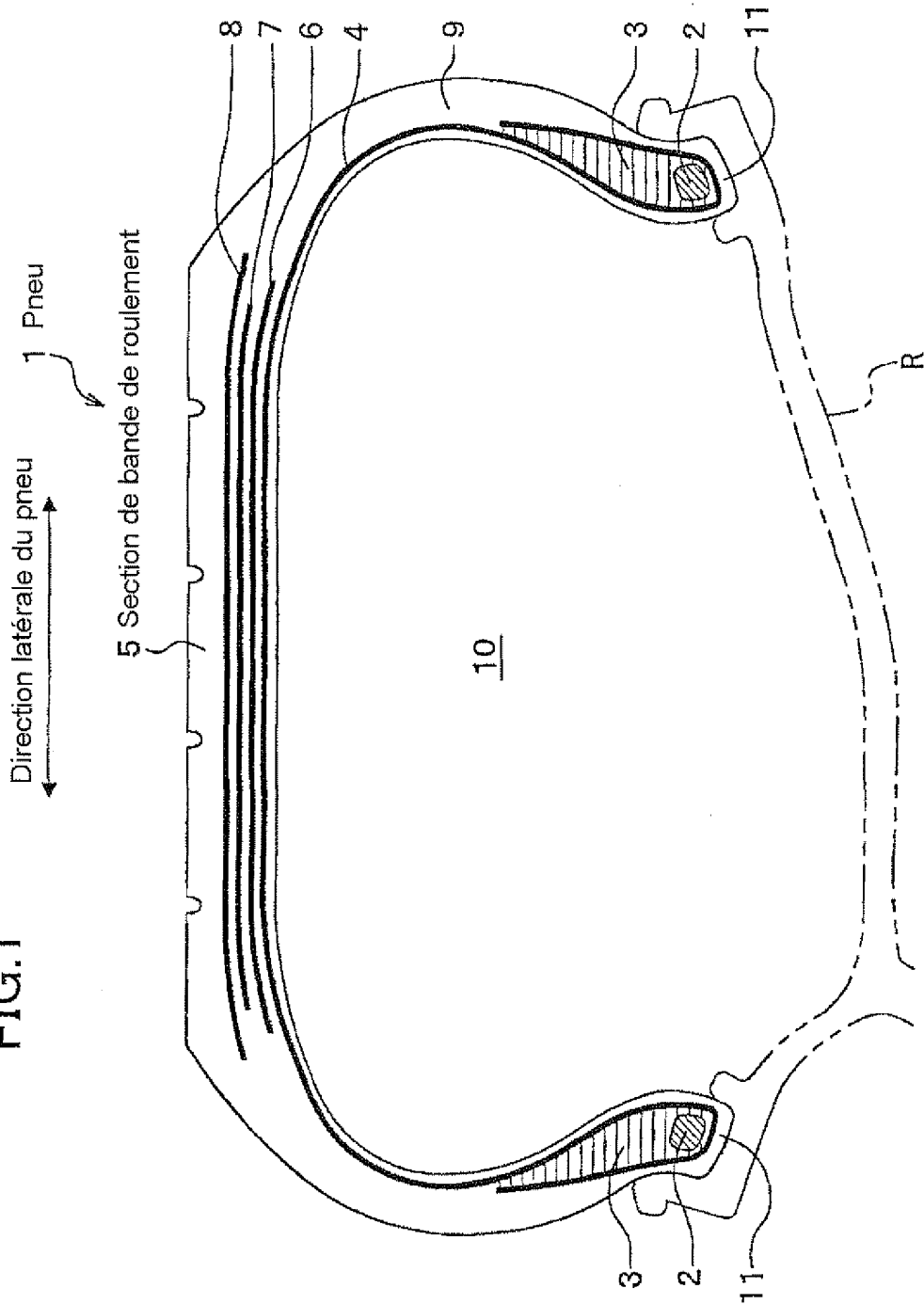
Indice A = teneur en silice / (teneur en noir de
carbone + teneur en silice + teneur en éléments
constitutifs huileux) $\geq 0,8$... expression
15 relationnelle (1) ; et

un rapport (indice B) d'un module d'élasticité
complexe E^* à 30 °C et d'une tangente de perte $\tan\delta$ à
60 °C est donné par :

Indice B = $E^* / \tan\delta \geq 120$... expression
20 relationnelle (2).

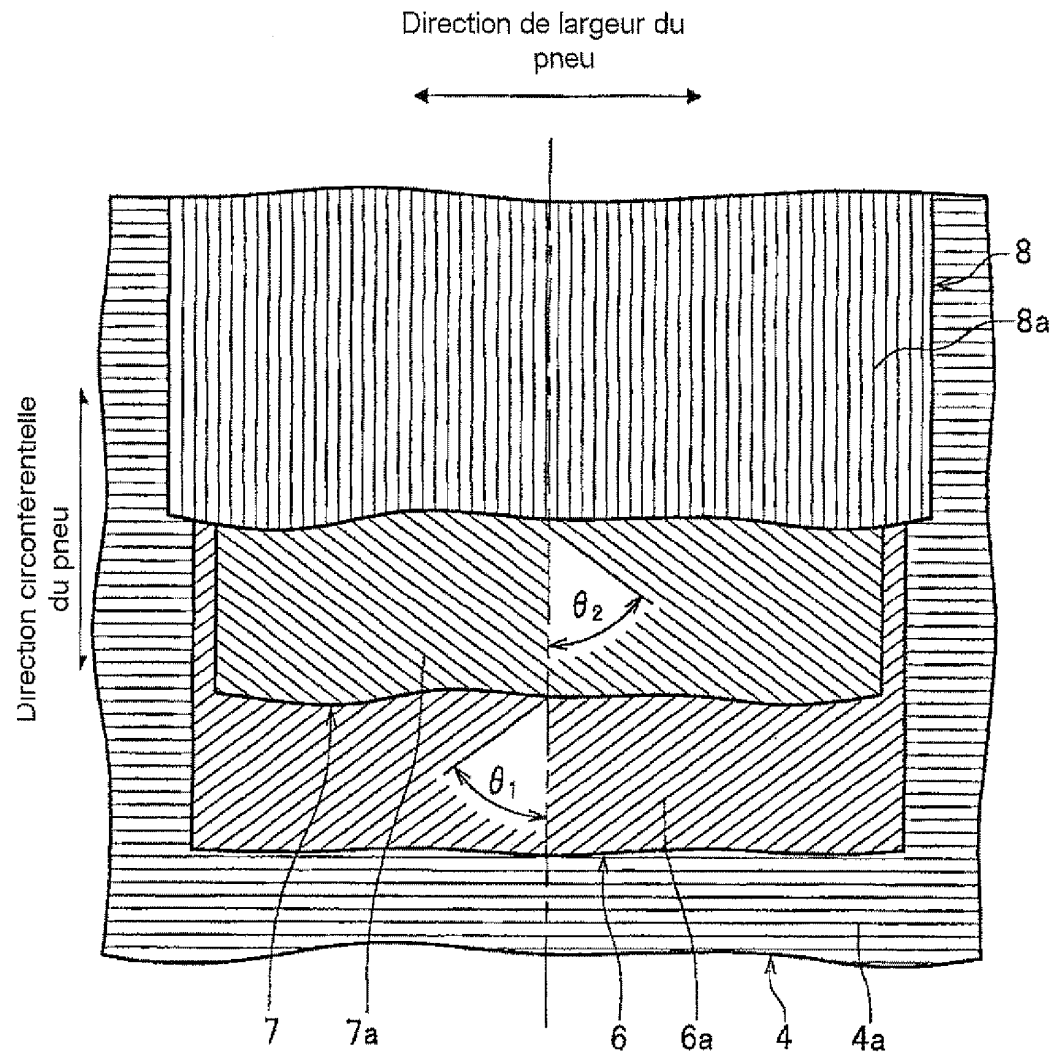
2. Pneu dans lequel les caoutchoucs composites
pour des bandes de roulement de pneu selon la
revendication 1 sont appliqués à une section de bande
de roulement.

FIG.1



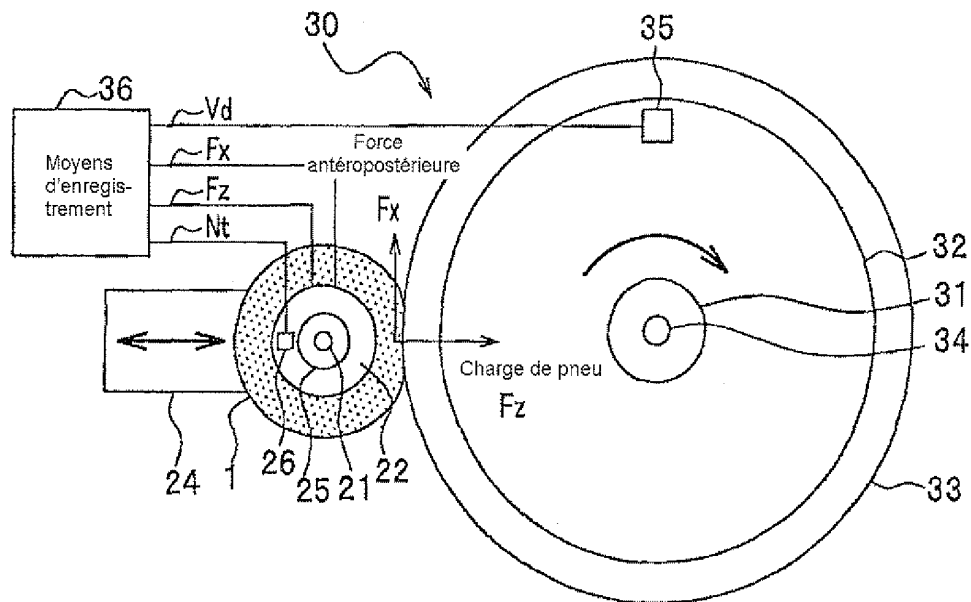
2/4

FIG.2



3/4

FIG.3



4/4

FIG.4

