

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 136 698

②1 N° d'enregistrement national : 22 06075

⑤1 Int Cl⁸ : B 60 C 23/04 (2022.01), H 02 N 2/18

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 21.06.22.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de mise à la disposition du public de la demande : 22.12.23 Bulletin 23/51.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN Société en commandite — FR.

⑦② Inventeur(s) : Le KHANH Hung et LOPEZ Jonathan.

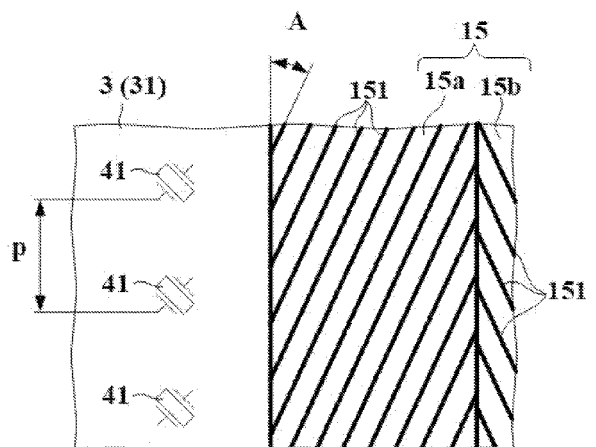
⑦③ Titulaire(s) : COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN Société en commandite.

⑦④ Mandataire(s) : MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN.

⑫④ PNEUMATIQUE COMPRENANT UN SYSTÈME DE COMMUNICATION.

⑫⑤ La présente invention concerne un pneumatique comportant un système de communication destiné à transmettre un état du pneumatique. Le système de communication est doté d'une pluralité de composants dont au moins une pluralité d'unités de traitement de données, une pluralité d'unités de communication et une pluralité d'unités d'énergie. La pluralité d'unités d'énergie comprend au moins une pluralité de parties de récupération d'énergie et une pluralité de parties de stockage. En outre, le système de communication comprend également au moins une couche s'étendant le long d'une direction circonférentielle du pneumatique. La pluralité de parties de récupération d'énergie étant également employées comme une pluralité d'unités de capture pour saisir un état physique du pneumatique, et au moins un composant de la pluralité de composants de système placé dans l'au moins une couche avec une distance prédéterminée entre des composants identiques dans des positions circonférentielles adjacentes du pneumatique.

Figure de l'abrégé : figure 3



FR 3 136 698 - A1



Description

Titre de l'invention : PNEUMATIQUE COMPRENANT UN SYSTÈME DE COMMUNICATION

- [0001] La présente invention concerne un pneumatique comprenant un système de communication. L'invention se rapporte, en particulier, à un pneumatique comprenant un système de communication convertissant de l'énergie générée par un moyen exposé à l'énergie mécanique d'un pneumatique.
- [0002] L'incorporation de dispositifs électroniques dans un objet rotatif tel qu'un pneumatique offre de nombreux avantages pratiques. Les dispositifs électroniques peuvent comprendre des capteurs et d'autres composants destinés à obtenir des informations concernant divers paramètres physiques d'un objet rotatif, tels que la température, la pression, le nombre de tours, la vitesse, le nombre de rotations en fonction de la vitesse, la température en fonction de la vitesse et d'autres paramètres physiques et fonctionnels ainsi que des informations de fabrication telles que le nom du fabricant, le lieu de fabrication, la date de fabrication, etc. De telles informations de performances peuvent devenir utiles dans des systèmes de surveillance et d'avertissement, et peuvent même être potentiellement utilisées avec des systèmes de rétroaction afin de réguler des niveaux de manière appropriée.
- [0003] Les systèmes électroniques intégrés sont, de manière conventionnelle, alimentés par diverses techniques et différents systèmes de production d'énergie, par exemple des systèmes mécaniques complexes tels qu'un ensemble pompe ou un générateur électromagnétique installé dans une cavité intérieure de pneumatique, une source d'énergie à lame piézoélectrique, une batterie non rechargeable ou une source d'énergie à faisceau radiofréquence (RF).
- [0004] Les batteries non rechargeables sont couramment employées, par exemple pour un SSPP (Système de Surveillance de la Pression des Pneumatiques), ceci occasionnant en soi un désagrément pour l'utilisateur étant donné qu'un fonctionnement correct du système électronique dépend du remplacement périodique de la batterie. D'autre part, les batteries conventionnelles contiennent souvent des métaux lourds qui sont nocifs pour l'environnement et posent des problèmes du point de vue de l'élimination, notamment lorsqu'ils sont utilisés en très grandes quantités. En outre, les batteries ont tendance à s'épuiser relativement rapidement lorsqu'elles alimentent des applications électroniques caractérisées par des niveaux élevés de complexité sur le plan de la fonctionnalité. L'épuisement des batteries est particulièrement fréquent dans les systèmes électroniques qui transmettent des informations sur des distances relativement grandes, par exemple d'emplacements sur des roues de camion à un récepteur dans la cabine du

camion.

- [0005] Avec une source d'énergie à faisceau RF, l'énergie qui est émise à partir d'une antenne d'interrogation est récupérée pour alimenter les systèmes électroniques, qui doivent souvent être des systèmes électroniques à très faible consommation très spécialisés limités à quelques microwatts. Les antennes d'interrogation employées avec les systèmes électroniques alimentés par faisceau doivent, généralement, être placées à proximité relativement immédiate en raison de la portée d'émission limitée.
- [0006] Le document WO03/095244 divulgue un système pour la production d'énergie électrique à partir de l'énergie mécanique d'un pneumatique en rotation comportant une structure piézoélectrique et un dispositif de stockage d'énergie installés à l'intérieur d'un pneumatique pour générer une charge électrique à mesure que la roue se déplace le long d'une surface du sol.
- [0007] Le document US2005/0285728 divulgue un système et un procédé correspondant pour la production d'énergie électrique à partir de l'énergie mécanique d'un pneumatique en rotation et concerne un dispositif de production d'énergie piézoélectrique associé à un module de récupération et de conditionnement d'énergie, le système pouvant être utilisé pour alimenter divers systèmes électroniques intégrés à un ensemble pneumatique ou roue.
- [0008] Un objectif constant dans ce domaine est d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation et jusqu'à la fin de la vie du produit.
- [0009] Définitions :
- [0010] Un « pneumatique » signifie tous les types de pneumatique élastique, qu'ils soient soumis ou non à une pression interne.
- [0011] La « bande de roulement » d'un pneumatique signifie une quantité de matière de caoutchouc délimitée par des surfaces latérales et par deux surfaces principales, dont l'une est destinée à entrer en contact avec le sol quand le pneumatique roule.
- [0012] Un « pli » est une couche de matériau tel que du nylon, du polyester ou de l'acier sous la forme de câbles, de fils ou de ficelles agencés parallèlement les uns aux autres avec un intervalle donné, recouverts d'un matériau de caoutchouc.
- [0013] Une « direction/orientation radiale » est une direction/orientation perpendiculaire à un axe de rotation du pneumatique.
- [0014] Une « direction/orientation axiale » est une direction/orientation parallèle à l'axe de rotation du pneumatique.
- [0015] Une « direction/orientation circonférentielle » est une direction/orientation qui est tangente à tout cercle centré sur l'axe de rotation. Cette direction/orientation est perpendiculaire à la fois à la direction/orientation axiale et à la direction/orientation radiale.
- [0016] La présente invention concerne un pneumatique comportant une bande de roulement

destinée à entrer en contact avec le sol lors du roulage, le pneumatique étant pourvu d'au moins un pli placé radialement vers l'intérieur vis-à-vis de la bande de roulement, l'au moins un pli comprenant une pluralité d'éléments de renforcement parallèles s'étendant à un angle A par rapport à l'orientation circonférentielle du pneumatique, l'angle A étant supérieur à 10 degrés, le pneumatique comprenant un système de communication destiné à communiquer un état du pneumatique, le système de communication comportant une pluralité de composants de système comprenant au moins une pluralité d'unités de traitement de données, une pluralité d'unités de communication et une pluralité d'unités d'énergie, la pluralité d'unités d'énergie comprenant au moins une pluralité de parties de récupération d'énergie et une pluralité de parties de stockage, le système de communication comprenant au moins une couche s'étendant le long d'une direction circonférentielle du pneumatique, la pluralité de parties de récupération d'énergie de la pluralité d'unités d'énergie étant également employées comme une pluralité d'unités de capture capturant un état physique du pneumatique, et au moins un composant de la pluralité de composants de système étant placé dans l'au moins une couche avec une distance prédéterminée entre des composants identiques dans des positions circonférentielles adjacentes le long de la direction circonférentielle du pneumatique.

- [0017] Cette structure permet d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation du pneumatique, et ceci jusqu'à la fin de la vie du produit.
- [0018] Étant donné que le système de communication comporte une pluralité de composants de système comprenant au moins une pluralité d'unités de traitement de données, une pluralité d'unités de communication et une pluralité d'unités d'énergie, la pluralité d'unités d'énergie comprenant au moins une pluralité de parties de récupération d'énergie, également employées comme une pluralité d'unités de capture capturant un état physique du pneumatique, et une pluralité de parties de stockage, et comprend au moins une couche s'étendant le long d'une direction circonférentielle du pneumatique, et que l'au moins un composant de la pluralité de composants de système est placé dans l'au moins une couche, le système de communication peut être aisément installé, soit attaché sur soit incorporé dans le pneumatique, et il est donc possible d'augmenter la flexibilité d'installation du système de communication.
- [0019] Étant donné que l'au moins un composant de la pluralité de composants de système est placé dans l'au moins une couche avec une distance prédéterminée entre des composants identiques dans des positions circonférentielles adjacentes le long de la direction circonférentielle du pneumatique, le système de communication peut récupérer une quantité suffisante d'énergie de manière régulière et continue avec la rotation du pneumatique, et il est donc possible d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation du pneumatique, et ceci jusqu'à la

fin de la vie du produit.

- [0020] Étant donné que le pneumatique est pourvu d'au moins un pli placé radialement vers l'intérieur vis-à-vis de la bande de roulement, l'au moins un pli comprenant une pluralité d'éléments de renforcement parallèles s'étendant à un angle A par rapport à l'orientation circonférentielle du pneumatique, l'angle A étant supérieur à 10 degrés, les parties de récupération d'énergie de la pluralité d'unités d'énergie peuvent récupérer de l'énergie non seulement par le biais d'une déformation du pneumatique mais également par le biais d'une force de cisaillement produite par l'au moins un pli du fait de l'angle A des éléments de renforcement parallèles présents dans le pli étant donné que cet angle A est modifié lorsque le pneumatique entre en contact avec le sol et est séparé de celui-ci, et la possibilité d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation du pneumatique est donc plus grande.
- [0021] Étant donné que la pluralité de parties de récupération d'énergie de la pluralité d'unités d'énergie sont également employées comme une pluralité d'unités de capture capturant un état physique du pneumatique, une succession d'impulsions provenant de la pluralité de parties de récupération d'énergie de la pluralité d'unités d'énergie est analysée en termes d'intervalle temporel, d'intensité et de profil au moyen de la pluralité d'unités de traitement de données indiquant divers états physiques du pneumatique tels qu'une vitesse de rotation, une charge, un choc, une usure ou un contact avec un obstacle, et il est donc possible d'augmenter l'efficacité du système de communication.
- [0022] Dans un autre mode de réalisation préféré, le système de communication comprend au moins deux couches, et au moins une des au moins deux couches est incorporée dans le pneumatique.
- [0023] Avec cette structure, il est possible d'augmenter la flexibilité d'installation du système de communication dans le pneumatique.
- [0024] Dans un autre mode de réalisation préféré, l'au moins une des au moins deux couches du système de communication comprend les parties de récupération d'énergie des unités d'énergie, et la couche comprenant les parties de récupération d'énergie des unités d'énergie est incorporée dans le pneumatique, et la couche comprenant les parties de récupération d'énergie des unités d'énergie est placée de façon à être en contact avec l'au moins un pli.
- [0025] Avec cette structure, il est possible d'augmenter la quantité d'énergie récupérée par les parties de récupération d'énergie des unités d'énergie puisque les parties de récupération d'énergie des unités d'énergie recevraient un effet maximum de la force de cisaillement produite par l'au moins un pli du fait de l'angle A des éléments de renforcement parallèles présents dans le pli étant donné que cet angle A est modifié lorsque le pneumatique entre en contact avec le sol.

- [0026] Dans un autre mode de réalisation préféré, les au moins deux couches du système de communication sont entièrement incorporées dans le pneumatique.
- [0027] Avec cette structure, il est possible d'augmenter l'efficacité de fabrication du pneumatique comprenant le système de communication étant donné que l'installation du système de communication serait intégrée dans le procédé standard de fabrication du pneumatique.
- [0028] Dans un autre mode de réalisation préféré, les au moins deux couches du système de communication sont une couche de film faite d'une composition élastomère, et une épaisseur de la couche de film est comprise entre 150 μm et 1800 μm .
- [0029] Avec cette structure, étant donné que la composition élastomère peut être compatible avec un matériau constituant le pneumatique, ceci assurant une bonne déformabilité pour un fonctionnement adéquat tout en maintenant une certaine raideur afin de pouvoir transmettre la déformation à la pluralité d'unités d'énergie, il est possible d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation du pneumatique, et ceci jusqu'à la fin de la vie du produit.
- [0030] Si l'épaisseur de la couche de film est inférieure à 150 μm , il existe un risque que l'épaisseur ne puisse pas contenir certains des composants de système, ce qui peut mener à la destruction des composants de système. Si l'épaisseur de la couche de film est supérieure à 1800 μm , il existe un risque que la couche de film ne puisse pas se déformer de manière adéquate, ce qui peut réduire la quantité d'énergie récupérée. En établissant cette épaisseur de la couche de film entre 150 μm et 1800 μm , il est possible d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation du pneumatique, et ceci jusqu'à la fin de la vie du produit.
- [0031] L'épaisseur de la couche de film est, de préférence, comprise entre 180 μm et 1600 μm , plus préférentiellement entre 200 μm et 1500 μm .
- [0032] Dans un autre mode de réalisation préféré, la distance prédéterminée d'au moins un composant de la pluralité de composants de système du système de communication est au plus égale à 1/4 d'une longueur circonférentielle du pneumatique.
- [0033] Si la distance prédéterminée d'au moins un composant de la pluralité de composants de système est supérieure à 1/4 de la longueur circonférentielle du pneumatique, il existe un risque que la récupération d'énergie du système de communication devienne insuffisante en raison d'une probabilité réduite de déformation ou de cisaillement du pneumatique. En établissant cette distance prédéterminée d'au moins un composant de la pluralité de composants de système à une valeur au plus égale à 1/4 de la longueur circonférentielle du pneumatique, il est possible d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation du pneumatique, et ceci jusqu'à la fin de la vie du produit.
- [0034] La distance prédéterminée d'au moins un composant de la pluralité de composants de

système est, de préférence, au plus égale à $1/8$ de la longueur circonférentielle du pneumatique, plus préférablement au plus égale à $1/10$ de la longueur circonférentielle du pneumatique, et encore plus préférablement au plus égale à $1/12$ de la longueur circonférentielle du pneumatique.

- [0035] Dans un autre mode de réalisation préféré, au moins un composant de la pluralité de composants de système est incorporé dans la couche de film.
- [0036] Avec cette structure, étant donné que la couche de film peut diminuer un risque de destruction des composants de système incorporés dans la couche de film, il est possible d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation, et ceci jusqu'à la fin de la vie du produit.
- [0037] Dans un autre mode de réalisation préféré, au moins une couche de film comprend au moins deux composants de système différents du système de communication, et les composants de système du système de communication dans une couche de film sont placés axialement à distance l'un de l'autre.
- [0038] Avec cette structure, il est possible d'augmenter la flexibilité d'installation des composants de système dans le système de communication.
- [0039] Dans un autre mode de réalisation préféré, le système de communication comprend trois couches de film, et chacune des trois couches de film comprend des composants de système différents parmi les couches de film.
- [0040] Avec cette structure, la possibilité d'augmenter la flexibilité d'installation des composants de système dans le système de communication tout en augmentant également l'efficacité de fabrication des couches de film est encore plus grande.
- [0041] Dans un autre mode de réalisation préféré, le système de communication comprend, en outre, une pluralité d'unités de capture qui ne sont pas constituées par la pluralité de parties de récupération d'énergie de la pluralité d'unités d'énergie.
- [0042] Avec cette structure, il est possible d'augmenter la précision de capture des divers états physiques du pneumatique, et/ou de capturer un état physique du pneumatique difficile à capturer uniquement à partir de la succession d'impulsions provenant de la pluralité de parties de récupération d'énergie de la pluralité d'unités d'énergie.
- [0043] Avec les structures décrites ci-dessus, il est possible d'obtenir un système de communication récupérant une plus grande quantité d'énergie indépendamment d'une vitesse de rotation et jusqu'à la fin de la vie du produit.
- [0044] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortent de la description faite ci-après en se reportant aux dessins joints qui illustrent, à titre d'exemples non limitatifs, le mode de réalisation de l'invention.
- [0045] Dans ces dessins :
- [0046] la [Fig.1] est une vue en coupe schématique d'un pneumatique avec un système de communication incorporé selon le premier mode de réalisation de la présente

invention ;

- [0047] la [Fig.2] est une vue schématique agrandie illustrant une partie indiquée par II sur la [Fig.1] ;
- [0048] la [Fig.3] est une vue en coupe schématique prise le long de la ligne III-III sur la [Fig.2] ;
- [0049] la [Fig.4] est une vue schématique d'un système de communication extrait d'un pneumatique selon un premier mode de réalisation de la présente invention ;
- [0050] la [Fig.5] est une vue schématique agrandie d'un pneumatique selon un second mode de réalisation de la présente invention correspondant à une partie indiquée par II sur la [Fig.1] ;
- [0051] la [Fig.6] est une vue schématique d'un système de communication extrait d'un pneumatique selon un second mode de réalisation de la présente invention ;
- [0052] Des modes de réalisation préférés de la présente invention vont être décrits ci-dessous en se reportant aux dessins.
- [0053] Il est à noter que chaque composant de système est représenté par un symbole pour indiquer son emplacement dans un système et non sa forme spécifique.
- [0054] Un pneumatique 1 comprenant un système de communication 3 selon un premier mode de réalisation de la présente invention va être décrit en se reportant aux [Fig.1], 2, 3, et 4.
- [0055] La [Fig.1] est une vue en coupe schématique d'un pneumatique avec un système de communication incorporé selon le premier mode de réalisation de la présente invention. La [Fig.2] est une vue schématique agrandie illustrant une partie indiquée par II sur la [Fig.1]. La [Fig.3] est une vue en coupe schématique prise le long de la ligne III-III sur la [Fig.2]. La [Fig.4] est une vue schématique d'un système de communication extrait d'un pneumatique selon un premier mode de réalisation de la présente invention.
- [0056] Le pneumatique 1 est un pneumatique comportant une bande de roulement 11 destinée à entrer en contact avec le sol lors du roulage et étant raccordée à une paroi latérale 12 au niveau de ses deux extrémités axiales. Le pneumatique 1 comprend une carcasse 14 sous la bande de roulement 11 s'étendant dans deux parois latérales 12 et fixée à des talons 13 au niveau de ses deux extrémités, et au moins un pli 15 placé radialement vers l'intérieur vis-à-vis de la bande de roulement 11. Dans ce premier mode de réalisation, le pneumatique 1 est pourvu de deux couches de ceinture 15 (15a, 15b) radialement vers l'intérieur vis-à-vis de la bande de roulement 11 et radialement vers l'extérieur vis-à-vis de la carcasse 14.
- [0057] Comme illustré sur la [Fig.2], le pneumatique 1 comprend un système de communication 3 destiné à communiquer un état du pneumatique 1, le système de communication 3 comprenant au moins une couche s'étendant le long d'une direction circon-

férentielle du pneumatique 1. Le système de communication 3 comprend au moins deux couches, et au moins une des au moins deux couches est incorporée dans le pneumatique 1. Les au moins deux couches du système de communication 3 sont entièrement incorporées dans le pneumatique. Les au moins deux couches du système de communication 3 sont une couche de film faite d'une composition élastomère, et une épaisseur de la couche de film est comprise entre 150 μm et 1800 μm . Dans ce premier mode de réalisation, le système de communication 3 comprend 3 couches de film, une première couche de film 31, placée radialement au-dessus du pli 15 (15a) placé radialement vers l'extérieur au sein du pli 15, une deuxième couche de film 32 placée entre les deux plis 15 (15a, 15b) et une troisième couche de film 33 placée entre le pli 15 (15b) placé radialement vers l'intérieur au sein du pli 15 et la carcasse 14, et une épaisseur t_1 , t_2 , et t_3 de la première couche de film 31, la deuxième couche de film 32 et la troisième couche de film 33 est respectivement de 400 μm .

[0058] Comme illustré sur la [Fig.2] et la [Fig.3], l'au moins un pli 15 comprend une pluralité d'éléments de renforcement 151 parallèles s'étendant à un angle A par rapport à l'orientation circonférentielle du pneumatique, l'angle A étant supérieur à 10 degrés. Cet angle A est habituellement inférieur à 45 degrés. L'au moins une des au moins deux couches du système de communication 3 comprend les parties de récupération d'énergie 41 des unités d'énergie 4, et la couche comprenant les parties de récupération d'énergie 41 des unités d'énergie 4 est incorporée dans le pneumatique 1, et la couche comprenant les parties de récupération d'énergie 41 des unités d'énergie 4 est placée de façon à être en contact avec l'au moins un pli 15. Dans ce premier mode de réalisation, la pluralité d'éléments de renforcement 151 parallèles de chaque pli 15 (15a, 15b) s'étendent au même angle A mais dans des directions différentes par rapport à l'orientation circonférentielle du pneumatique, et l'angle A est de 25 degrés.

[0059] Comme illustré sur la [Fig.3] et la [Fig.4], le système de communication 3 comporte une pluralité de composants de système comprenant au moins une pluralité d'unités de traitement de données 5, une pluralité d'unités de communication 6 et une pluralité d'unités d'énergie 4. La pluralité d'unités d'énergie 4 comprend au moins une pluralité de parties de récupération d'énergie 41, également employées comme une pluralité d'unités de capture capturant un état physique du pneumatique 1, et une pluralité de parties de stockage 42. Au moins un composant de la pluralité de composants de système est incorporé dans la couche de film. Le système de communication 3 comprend trois couches de film 31, 32 et 33, et chacune des trois couches de film 31, 32 et 33 comprend des composants de système différents parmi les couches de film. Dans ce premier mode de réalisation, les unités d'énergie 4 comprennent également une pluralité de parties de gestion de l'énergie 43 et une pluralité de parties de redressement 44. La première couche de film 31 comprend la pluralité de parties de récu-

pération d'énergie 41 incorporées, la deuxième couche de film 32 comprend la pluralité de parties de stockage 42, la pluralité de parties de gestion de l'énergie 43 et la pluralité de parties de redressement 44 incorporées, et la troisième couche de film 33 comprend la pluralité d'unités de traitement de données 5 et la pluralité d'unités de communication 6 incorporées.

- [0060] Comme illustré sur la [Fig.3] et la [Fig.4], au moins un composant de la pluralité de composants de système est éloigné dans la direction circonférentielle de la distance prédéterminée « P », cette distance prédéterminée « P » étant au plus égale à 1/4 d'une longueur circonférentielle du pneumatique 1. La longueur circonférentielle du pneumatique 1 est considérée comme une longueur mesurée au niveau du centre axial du pneumatique 1.
- [0061] Lorsque le pneumatique 1 entre en contact avec le sol ou est séparé du sol, le pneumatique 1 est déformé de façon à prendre ou perdre une forme essentiellement plane du sol. Simultanément, une force de cisaillement serait également générée par l'au moins un pli 15 du fait de l'angle A des éléments de renforcement 151 parallèles présents dans le pli 15 étant donné que cet angle A est modifié lorsque le pneumatique 1 entre en contact avec le sol et en est séparé. En réaction à une telle déformation et/ou force de cisaillement, chacune des parties de récupération d'énergie 41 des unités d'énergie 4 génère des impulsions électriques. Ces impulsions générées seraient mises en forme par les parties de redressement 44 des unités d'énergie 4 puis envoyées aux parties de gestion de l'énergie 43 des unités d'énergie 4.
- [0062] Les parties de gestion de l'énergie 43 des unités d'énergie 4 observent l'état du système de communication 3 entier en termes de fréquence d'acquisition de signal brut, de distance de communication et d'intervalle temporel entre communications qui peuvent varier selon l'utilisation, et fournissent ensuite l'impulsion mise en forme aux unités de traitement de données 5 pour l'analyse du signal en termes d'intervalle temporel, d'intensité et de profil qui correspondraient à un état physique de l'objet 1 tel qu'une vitesse (de rotation), une charge, une usure, etc. Simultanément, les parties de gestion de l'énergie 43 des unités d'énergie 4 fournissent également l'impulsion mise en forme à la partie de stockage 42 des unités d'énergie 4 de façon à ce que de l'énergie soit toujours disponible pour le système de communication 3 même en cas d'insuffisance temporaire de la production d'énergie, ou fournissent l'énergie requise au système de communication 3 à partir de la partie de stockage 42 des unités d'énergie 4.
- [0063] L'état physique analysé du pneumatique 1 et/ou les données traitées au moyen des unités de traitement de données 5 seraient transmis par le biais des unités de communication 6, de manière instantanée et sans fil, par exemple à un tableau de bord d'entretien ou un nuage.

- [0064] La partie de récupération d'énergie 41 des unités d'énergie 4 est une unité permettant de récupérer de l'énergie mécanique, par exemple une unité électromagnétique, une unité électrostatique ou une unité piézoélectrique et, de préférence, l'unité piézoélectrique comporte une structure piézoélectrique de type à faisceau ou un système à feuille intégré(e) ou lié(e) à des structures pour capturer de l'énergie mécanique lorsque le système est en mouvement.
- [0065] Un matériau piézoélectrique destiné à être utilisé dans la partie de récupération d'énergie 41 des unités d'énergie 4 est choisi dans le groupe constitué de monocristaux comme du type quartz, le LiNbO₃ (niobate de lithium), le LiTaO₃ (tantalate de lithium), le PMN-PT ou le PZN-PT, de céramiques comme le PbTiO₃ (titanate de plomb), le Pb(Zr_xTi_{1-x})O₃ ou le PZT (titano-zirconate de plomb), la BiFeO₃ (ferrite de bismuth), le BaTiO₃ (titanate de baryum) ou le (K_{0.5}Na_{0.5})NbO₃ (niobate de potassium et de sodium), les 3 dernières céramiques étant préférables du fait de la directive du Parlement européen et du Conseil relative à la limitation de l'utilisation de six substances dangereuses dont le plomb, de composites constitués de deux phases, une phase piézoélectrique (céramique ou monocristal) et une phase non piézoélectrique (polymère), et de polymères comme le PVDF (poly(fluorure de vinylidène)) ou certains de ses copolymères tels que le P(VDF-TrFE) (poly(fluorure de vinylidène-trifluoroéthylène)).
- [0066] Un matériau constituant la couche, notamment la couche de film, est une composition élastomère telle qu'une composition comprenant des élastomères thermostables tels que des acides polyacryliques, l'acrylonitrile-butadiène-styrène, le poly(méthacrylate de méthyle), des polyamides tels que le nylon, l'acide polylactique, le polybenzimidazole, le polycarbonate, la polyéthersulfone, le polyoxyméthylène, la polyétheréthercétone, le polyétherimide, le polyéthylène, le poly(oxyde de phénylène), le poly(sulfure de phénylène), le polypropylène, le polystyrène, le poly(chlorure de vinyle), le poly(fluorure de vinylidène) ou le polytétrafluoroéthylène.
- [0067] La partie de stockage 42 des unités d'énergie 4 est une unité permettant de nombreux cycles de charge/décharge rapide, telle qu'un supercondensateur (également appelé ultracondensateur) de tout type, des condensateurs à double couche électrostatiques, des pseudocondensateurs électrochimiques ou des condensateurs hybrides tels qu'un condensateur aux ions de lithium.
- [0068] Chaque composant du système de communication est connecté par le biais de moyens connus dans le domaine des circuits électriques et/ou de l'interconnexion, par exemple un câblage imprimé, une carte de circuits imprimés, un câblage métallique ou un câblage élastomère. Une connexion électronique peut être appliquée par sérigraphie ou impression 3D.
- [0069] Étant donné que le système de communication 3 comporte une pluralité de

composants de système comprenant au moins une pluralité d'unités de traitement de données 5, une pluralité d'unités de communication 6 et une pluralité d'unités d'énergie 4, la pluralité d'unités d'énergie 4 comprenant au moins une pluralité de parties de récupération d'énergie 41, également employées comme une pluralité d'unités de capture capturant un état physique du pneumatique 1, et une pluralité de parties de stockage 42, et comprend au moins une couche s'étendant le long d'une direction circonférentielle du pneumatique 1, et que l'au moins un composant de la pluralité de composants de système est placé dans l'au moins une couche, le système de communication 3 peut être aisément installé, soit attaché sur soit incorporé dans le pneumatique, et il est donc possible d'augmenter la flexibilité d'installation du système de communication 3.

[0070] Étant donné que l'au moins un composant de la pluralité de composants de système est placé dans l'au moins une couche avec une distance prédéterminée « P » entre des composants identiques dans des positions circonférentielles adjacentes le long de la direction circonférentielle du pneumatique 1, le système de communication 3 peut récupérer une quantité suffisante d'énergie de manière régulière et continue avec la rotation du pneumatique 1, et il est donc possible d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation du pneumatique 1, et ceci jusqu'à la fin de la vie du produit.

[0071] Étant donné que le pneumatique 1 est pourvu d'au moins un pli 15 placé radialement vers l'intérieur vis-à-vis de la bande de roulement 11, l'au moins un pli 15 comprenant une pluralité d'éléments de renforcement 151 parallèles s'étendant à un angle A par rapport à l'orientation circonférentielle du pneumatique, l'angle A étant supérieur à 10 degrés, les parties de récupération d'énergie 41 de la pluralité d'unités d'énergie 4 peuvent récupérer de l'énergie non seulement par le biais d'une déformation du pneumatique 1 mais également par le biais d'une force de cisaillement produite par l'au moins un pli 15 du fait de l'angle A des éléments de renforcement 151 parallèles présents dans le pli 15 étant donné que cet angle A est modifié lorsque le pneumatique 1 entre en contact avec le sol et est séparé de celui-ci, et la possibilité d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation du pneumatique est donc plus grande.

[0072] Étant donné que la pluralité de parties de récupération d'énergie 41 de la pluralité d'unités d'énergie 4 sont également employées comme une pluralité d'unités de capture capturant un état physique du pneumatique 1, une succession d'impulsions provenant de la pluralité de parties de récupération d'énergie 41 de la pluralité d'unités d'énergie 4 est analysée en termes d'intervalle temporel, d'intensité et de profil au moyen de la pluralité d'unités de traitement de données 5 indiquant divers états physiques de l'objet 1 à utiliser avec l'objet rotatif tels qu'une vitesse de rotation, une

charge, un choc, une usure ou un contact avec un obstacle, et il est donc possible d'augmenter l'efficacité du système de communication.

- [0073] Étant donné que l'au moins une couche est une couche de film faite d'une composition élastomère, et qu'une épaisseur de la couche de film est comprise entre 150 μm et 1800 μm , il est possible d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation du pneumatique 1, et ceci jusqu'à la fin de la vie du produit, puisque la composition élastomère peut être compatible avec un matériau constituant le pneumatique 1, ceci assurant une bonne déformabilité pour un fonctionnement adéquat tout en maintenant une certaine raideur afin de pouvoir transmettre la déformation à la pluralité d'unités d'énergie 4.
- [0074] Si l'épaisseur de la couche de film est inférieure à 150 μm , il existe un risque que l'épaisseur ne puisse pas contenir certains des composants de système, ce qui peut mener à la destruction des composants de système. Si l'épaisseur de la couche de film est supérieure à 1800 μm , il existe un risque que la couche de film ne puisse pas se déformer de manière adéquate, ce qui peut réduire la quantité d'énergie récupérée. En établissant cette épaisseur de la couche de film entre 150 μm et 1800 μm , il est possible d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation du pneumatique 1, et ceci jusqu'à la fin de la vie du produit.
- [0075] L'épaisseur de la couche de film est, de préférence, comprise entre 180 μm et 1600 μm , plus préférentiellement entre 200 μm et 1500 μm .
- [0076] Étant donné que la distance prédéterminée « P » d'au moins un composant de la pluralité de composants de système est au plus égale à 1/4 d'une longueur circonférentielle du pneumatique 1, il est possible d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation du pneumatique 1, et ceci jusqu'à la fin de la vie du produit.
- [0077] Si la distance prédéterminée « P » d'au moins un composant de la pluralité de composants de système est supérieure à 1/4 de la longueur circonférentielle du pneumatique 1, il existe un risque que la récupération d'énergie du système de communication 3 devienne insuffisante en raison d'une probabilité réduite de déformation du pneumatique 1. En établissant cette distance prédéterminée « P » d'au moins un composant de la pluralité de composants de système à une valeur au plus égale à 1/4 de la longueur circonférentielle du pneumatique 1, il est possible d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation du pneumatique 1, et ceci jusqu'à la fin de la vie du produit.
- [0078] La distance prédéterminée « P » d'au moins un composant de la pluralité de composants de système est, de préférence, au plus égale à 1/8 de la longueur circonférentielle du pneumatique 1, plus préférentiellement au plus égale à 1/10 de la longueur circonférentielle du pneumatique 1, et encore plus préférentiellement au plus égale à 1/12 de

la longueur circonférentielle du pneumatique 1.

- [0079] Étant donné qu'au moins un composant de la pluralité de composants de système est incorporé dans la couche de film, il est possible d'augmenter la quantité d'énergie récupérée indépendamment d'une vitesse de rotation, et ceci jusqu'à la fin de la vie du produit, puisque la couche de film peut diminuer un risque de destruction des composants de système incorporés dans la couche de film.
- [0080] Étant donné que le système de communication 3 comprend au moins deux couches de film, la possibilité d'augmenter la flexibilité d'installation des composants de système dans le système de communication 3 est plus grande.
- [0081] Étant donné que le système de communication 3 comprend trois couches de film 31, 32 et 33, et chacune des trois couches de film 31, 32 et 33 comprend des composants de système différents parmi les couches de film, la possibilité d'augmenter la flexibilité d'installation des composants de système dans le système de communication 3 tout en augmentant également l'efficacité de fabrication des couches de film est encore plus grande.
- [0082] Chacune des couches de film 31, 32 et 33 peut être divisée en plusieurs segments indépendants en termes de récupération d'énergie et de capture de signaux. Cette fragmentation permet une meilleure récupération d'énergie et un fonctionnement autonome étant donné que même si un segment est endommagé, les autres segments peuvent continuer de fonctionner. La fragmentation en termes de capture de signaux permet également un mappage de la surface entière du pneumatique 1 ; on peut ensuite accéder à plusieurs informations telles que l'état du pneumatique 1, l'emplacement de chocs et/ou d'endommagements sur le pneumatique 1.
- [0083] Un pneumatique 21 comprenant un système de communication 23 selon un second mode de réalisation de la présente invention va être décrit en se reportant aux [Fig.5] et 6. La [Fig.5] est une vue schématique agrandie d'un pneumatique selon un second mode de réalisation de la présente invention correspondant à une partie indiquée par II sur la [Fig.1]. La [Fig.6] est une vue schématique d'un système de communication extrait d'un pneumatique selon un second mode de réalisation de la présente invention. La construction de ce second mode de réalisation est similaire à celle du premier mode de réalisation si ce n'est quant à la structure illustrée sur les [Fig.5] et 6, et la description sera donc faite en se reportant aux [Fig.5] et 6.
- [0084] Comme illustré sur la [Fig.5], un pneumatique 21 comprend un système de communication 23 destiné à communiquer un état du pneumatique 21, le système de communication 23 comprenant au moins une couche s'étendant le long d'une direction circonférentielle du pneumatique 21. Dans ce second mode de réalisation, le système de communication 23 comprend une seule couche de film placée entre deux plis 215 (215a, 215b).

- [0085] Comme illustré sur les [Fig.5] et 6, le système de communication 23 comprend au moins une couche s'étendant le long d'une direction circonférentielle du pneumatique 21. L'au moins une couche est une couche de film faite d'une composition élastomère. Dans ce second mode de réalisation, le système de communication 23 comprend une seule couche de film et une épaisseur t de cette couche de film est de 1500 μm .
- [0086] Comme illustré sur la [Fig.6], le système de communication 23 comporte une pluralité de composants de système comprenant au moins une pluralité d'unités de traitement de données 25, une pluralité d'unités de communication 26 et une pluralité d'unités d'énergie 24. La pluralité d'unités d'énergie 24 comprend au moins une pluralité de parties de récupération d'énergie 241, également employées comme une pluralité d'unités de capture capturant un état physique du pneumatique 21, et une pluralité de parties de stockage 242. Au moins un composant de la pluralité de composants de système est incorporé dans la couche de film. L'au moins une couche de film comprend au moins deux composants de système différents, et les composants de système dans une couche de film sont placés axialement à distance l'un de l'autre. Dans ce second mode de réalisation, les unités d'énergie 24 comprennent également une pluralité de parties de gestion de l'énergie 243 et une pluralité de parties de redressement 244.
- [0087] Comme illustré sur la [Fig.6], au moins un composant de la pluralité de composants de système est éloigné dans la direction circonférentielle de la distance prédéterminée « P », cette distance prédéterminée « P » étant au plus égale à 1/4 d'une longueur circonférentielle de l'objet rotatif 21. Dans ce second mode de réalisation, cette distance prédéterminée « P » est égale à 1/10 d'une longueur circonférentielle du pneumatique 21.
- [0088] Comme illustré sur la [Fig.6], le système de communication 23 comprend, en outre, une pluralité d'unités de capture 7 qui ne sont pas constituées par la pluralité de parties de récupération d'énergie de la pluralité d'unités d'énergie 24. Dans ce second mode de réalisation, la pluralité d'unités de capture 7 qui ne sont pas constituées par la pluralité de parties de récupération d'énergie de la pluralité d'unités d'énergie 24 est un capteur de température.
- [0089] Étant donné qu'au moins une couche de film comprend au moins deux composants de système différents, et les composants de système dans une couche de film sont placés axialement à distance l'un de l'autre, il est possible d'augmenter la flexibilité d'installation des composants de système dans le système de communication 23.
- [0090] Étant donné que le système de communication 23 comprend, en outre, une pluralité d'unités de capture 7 qui ne sont pas constituées par la pluralité de parties de récupération d'énergie de la pluralité d'unités d'énergie 24, il est possible d'augmenter la précision de capture des divers états physiques du pneumatique 21, et/ou de capturer

un état physique du pneumatique 21 difficile à capturer uniquement à partir de la succession d'impulsions provenant de la pluralité de parties de récupération d'énergie 241 de la pluralité d'unités d'énergie 24.

[0091] Un seul pneumatique 21 peut être pourvu d'une pluralité de systèmes de communication 23 espacés axialement les uns des autres.

[0092] L'invention ne se limite pas aux exemples décrits et représentés et diverses modifications peuvent être apportées sans s'écarter de sa portée.

Liste des signes de référence

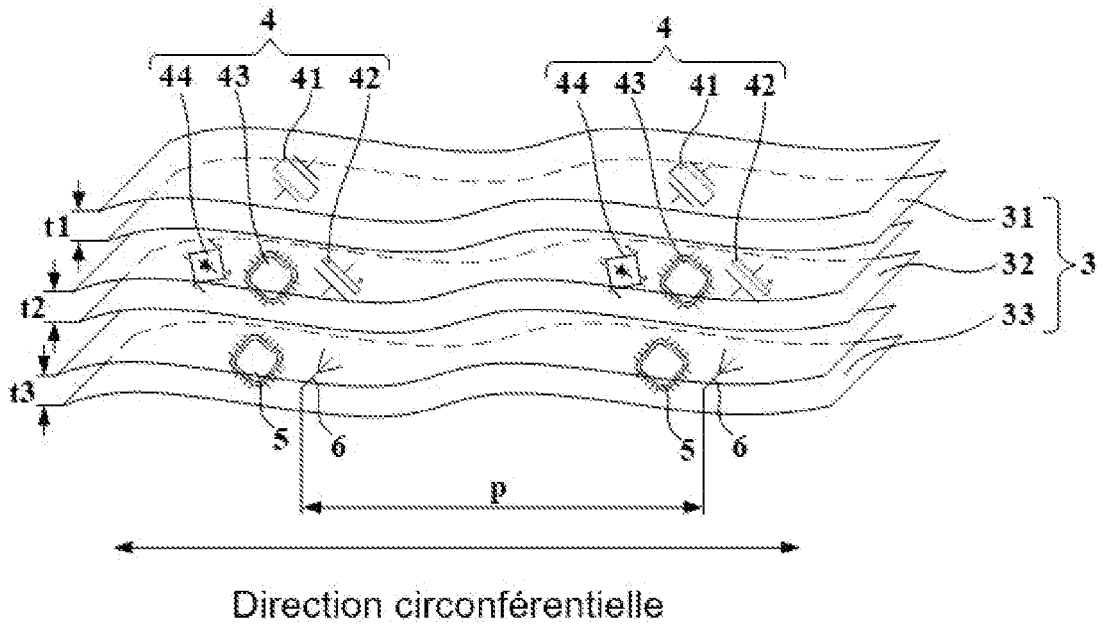
- [0093]
- 1, 21 pneumatique
 - 11, 211 bande de roulement
 - 12 paroi latérale
 - 13 talon
 - 14, 214 carcasse
 - 15, 215 pli
 - 151 éléments de renforcement parallèles
 - 3, 23 système de communication
 - 31 première couche du système de communication
 - 32 deuxième couche du système de communication
 - 33 troisième couche du système de communication
 - 4, 24 unité d'énergie
 - 41, 241 partie de récupération d'énergie de l'unité d'énergie
 - 42, 242 partie de stockage de l'unité d'énergie
 - 43, 243 partie de gestion de l'énergie de l'unité d'énergie
 - 44, 244 partie de redressement de l'unité d'énergie
 - 5, 25 unité de traitement de données
 - 6, 26 unité de communication
 - 7 unité de capture (autre que la partie de récupération d'énergie de l'unité d'énergie)

Revendications

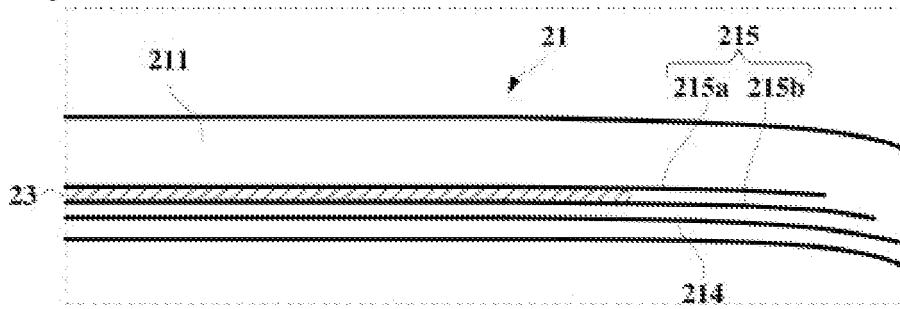
- [Revendication 1] Pneumatique comportant une bande de roulement destinée à entrer en contact avec le sol lors du roulage, le pneumatique étant pourvu d'au moins un pli placé radialement vers l'intérieur vis-à-vis de la bande de roulement, l'au moins un pli comprenant une pluralité d'éléments de renforcement parallèles s'étendant à un angle A par rapport à l'orientation circonférentielle du pneumatique, l'angle A étant supérieur à 10 degrés, le pneumatique comprenant un système de communication destiné à communiquer un état du pneumatique, le système de communication comportant une pluralité de composants de système comprenant au moins une pluralité d'unités de traitement de données, une pluralité d'unités de communication et une pluralité d'unités d'énergie, la pluralité d'unités d'énergie comprenant au moins une pluralité de parties de récupération d'énergie et une pluralité de parties de stockage, le système de communication comprenant au moins une couche s'étendant le long d'une direction circonférentielle du pneumatique, le pneumatique étant **caractérisé en ce que** la pluralité de parties de récupération d'énergie de la pluralité d'unités d'énergie sont également employées comme une pluralité d'unités de capture capturant un état physique du pneumatique, et **en ce qu'**au moins un composant de la pluralité de composants de système est placé dans l'au moins une couche avec une distance prédéterminée entre des composants identiques dans des positions circonférentielles adjacentes le long de la direction circonférentielle du pneumatique.
- [Revendication 2] Pneumatique selon la revendication 1, **dans lequel** le système de communication comprend au moins deux couches, et **dans lequel** au moins une des au moins deux couches est incorporée dans le pneumatique.
- [Revendication 3] Pneumatique selon la revendication 2, **dans lequel** l'au moins une des au moins deux couches du système de communication comprend les parties de récupération d'énergie des unités d'énergie, et **dans lequel** la couche comprenant les parties de récupération d'énergie des unités d'énergie est incorporée dans le pneumatique, et **dans lequel** la couche comprenant les parties de récupération d'énergie des unités d'énergie est placée de façon à être en contact avec l'au moins un pli.
- [Revendication 4] Pneumatique selon la revendication 2 ou la revendication 3, **dans lequel** les au moins deux couches du système de communication sont entièrement incorporées dans le pneumatique.

- [Revendication 5] Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **dans lequel** les au moins deux couches du système de communication sont une couche de film faite d'une composition élastomère, et **dans lequel** une épaisseur de la couche de film est comprise entre 150 μm et 1800 μm .
- [Revendication 6] Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, **dans lequel** la distance prédéterminée d'au moins un composant de la pluralité de composants de système du système de communication est au plus égale à 1/4 d'une longueur circonférentielle du pneumatique.
- [Revendication 7] Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, **dans lequel** au moins un composant de la pluralité de composants de système du système de communication est incorporé dans la couche de film.
- [Revendication 8] Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **dans lequel** au moins une couche de film comprend au moins deux composants de système différents du système de communication, et **dans lequel** les composants de système du système de communication dans une couche de film sont placés axialement à distance l'un de l'autre.
- [Revendication 9] Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, le pneumatique comprenant trois couches de film, et **dans lequel** chacune des trois couches de film comprend des composants de système différents du système de communication parmi les couches de film.
- [Revendication 10] Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant un système de communication **dans lequel** le système de communication comprend, en outre, une pluralité d'unités de capture qui ne sont pas constituées par la pluralité de parties de récupération d'énergie de la pluralité d'unités d'énergie.

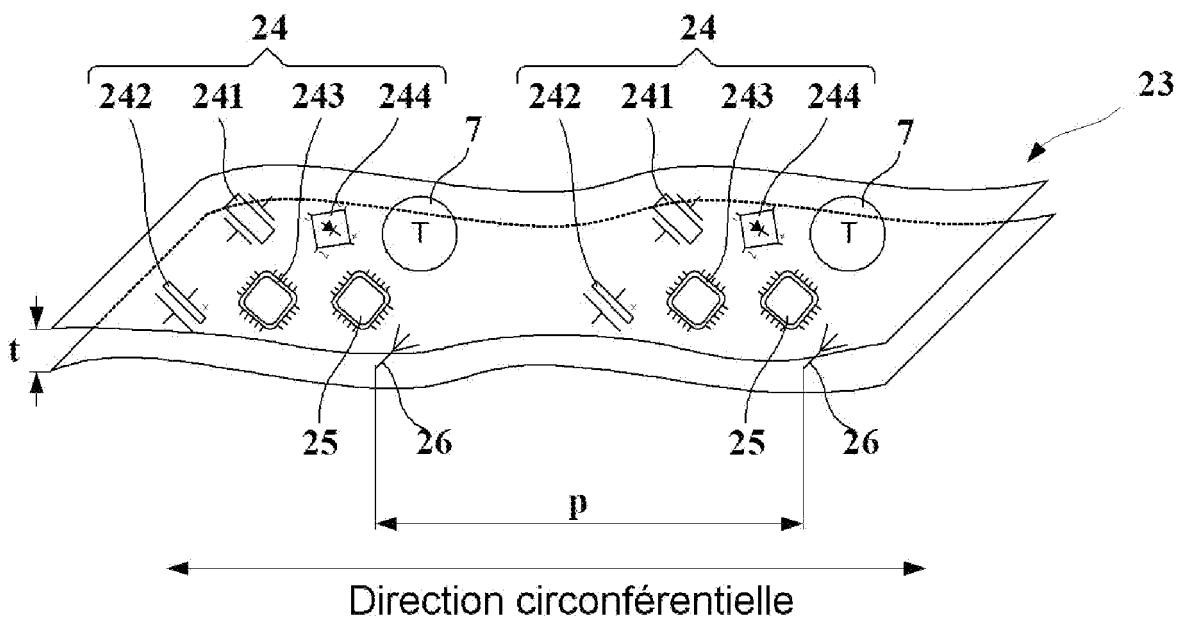
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 909996
FR 2206075

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 2005/110277 A1 (ADAMSON JOHN D [FR] ET AL) 26 mai 2005 (2005-05-26) * le document en entier * -----	1-10	B60C23/04 H02N2/18 DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B60C H02N
Y	US 8 035 502 B2 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 11 octobre 2011 (2011-10-11) * colonne 6, ligne 50 - ligne 62 * -----	1,5-10	
Y	US 10 816 415 B2 (CHOI JAE WON [US]; UNIV AKRON [US]) 27 octobre 2020 (2020-10-27) * figures 2A-2C * -----	2-4	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
31 janvier 2023		Schork, Willi	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2206075 FA 909996**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **31-01-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2005110277 A1	26-05-2005	BR PI0504316 A	27-06-2006
		CN 1799894 A	12-07-2006
		EP 1650057 A2	26-04-2006
		JP 4942984 B2	30-05-2012
		JP 2006151372 A	15-06-2006
		KR 20060054112 A	22-05-2006
		TW 200621536 A	01-07-2006
		US 2005110277 A1	26-05-2005
US 8035502 B2	11-10-2011	EP 1993857 A1	26-11-2008
		US 2009243830 A1	01-10-2009
		WO 2007099160 A1	07-09-2007
US 10816415 B2	27-10-2020	AUCUN	