

(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
13 avril 2017 (13.04.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/060460 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F16G 1/28 (2006.01) F16G 5/20 (2006.01)
F16G 5/08 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/074051

(22) Date de dépôt international :
7 octobre 2016 (07.10.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1559643 9 octobre 2015 (09.10.2015) FR

(71) Déposant : HUTCHINSON [FR/FR]; 2 rue Balzac, 75008 Paris (FR).

(72) Inventeurs : CARNIOL, Natacha; 50 rue d'Anjou, 45200 Amilly (FR). GAROIS, Nicolas; 417 rue de la Coopérative, 45200 Amilly (FR). ROGON, Julie; 9 allée des Lilas, 37540 St Cyr sur Loire (FR).

(74) Mandataires : REBOUSSIN, Yohann et al.; Gevers & Ores, 41 avenue de Friedland, 75008 Paris (FR).

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

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

Publiée :

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

(54) Title : POWER TRANSMISSION BELT WITH THERMOPLASTIC FILM COMPRISING A SILICONE ELASTOMER AND CARBON NANOTUBES

(54) Titre : COURROIE DE TRANSMISSION DE PUISSANCE AVEC FILM THERMOPLASTIQUE COMPRENANT UN ELASTOMERE SILICONE ET DES NANOTUBES DE CARBONE.

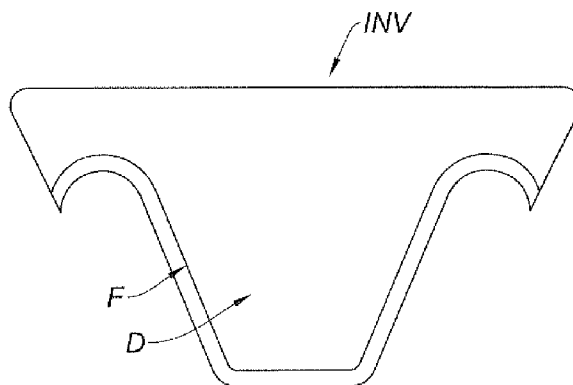


Fig. 4

(57) Abstract : The invention relates to a power transmission belt (C) having elastomeric teeth (D) based on an ethylene/alpha-olefin elastomer provided with an outer film (F) made from an olefinic thermoplastic, said thermoplastic of the film being associated with a silicone elastomer representing at least 20% by weight of the total weight of the film and with a compatibilizing agent in order to ensure, within the film, the compatibility of the thermoplastic and of the silicone elastomer, characterized in that said thermoplastic of the film is also associated with carbon nanotubes representing between 1.9% and 4.2%, by weight, of the total weight of the film. The invention also relates to a process for manufacturing such a belt.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2017/060460 A1



L'invention concerne une courroie de transmission de puissance (C) présentant une denture (D) en élastomère à base d'élastomère éthylène alpha oléfine pourvue d'un film externe (F) réalisé à base d'un thermoplastique oléfinique, ledit thermoplastique du film étant associé à un élastomère silicone représentant au moins 20% en poids du poids total du film et à un agent compatibilisant pour assurer, au sein du film, la compatibilité du thermoplastique et de l'élastomère silicone, caractérisé en ce que ledit thermoplastique du film est également associé à des nanotubes de carbone représentant entre 1,9% et 4,2%, en poids, du poids total du film. L'invention concerne également un procédé de fabrication d'une telle courroie.

COURROIE DE TRANSMISSION DE PUISSANCE AVEC FILM THERMOPLASTIQUE COMPRENANT UN ELASTOMERE SILICONE ET DES NANOTUBES DE CARBONE

5 La présente invention concerne une courroie de transmission de puissance.

 Cette courroie peut être une courroie nervurée, dont la nervure est trapézoïdale ou striée, par exemple à nervure en forme de V. Cette courroie peut également être une courroie crantée également dite
10 synchrone.

 Les nervures d'une telle courroie, qui sont composées de caoutchouc vulcanisé, présentent des faces destinées à être mises en contact direct avec une poulie menante et les poulies des accessoires entraînés par un moteur. Ces nervures forment la denture formées dans la gomme de la
15 courroie.

 Les systèmes entraînés par ce type de courroie sont utilisés dans de nombreux domaines tels que l'industrie, l'électroménager ou l'automobile.

 Ce type de courroie doit répondre à de nombreuses
20 contraintes simultanément. On peut citer les contraintes thermiques, mécaniques et plus récemment, les contraintes acoustiques. On peut noter un accroissement permanent du niveau de ces contraintes.

 On connaît des courroies de transmission de puissance dont la gomme est réalisée en matériau polybutadiène et chloroprène (ou BR/CR pour Polybutadiene Rubber/Chloroprene Rubber selon la terminologie anglo-saxonne).
25

 Ce matériau permet de répondre à certaines des contraintes mentionnées précédemment, notamment les contraintes mécaniques et acoustiques.

30 Cependant, ce matériau n'offre pas une tenue suffisante pour des températures élevées.

 En effet, une contrainte de température trop élevée se traduit par une bakélisation de la courroie qui ne peut plus fonctionner correctement.

 On connaît des courroies de transmission de puissance dont
35 la denture est réalisée en un matériau éthylène-propylène-diène monomère (plus connu sous l'acronyme EPDM). C'est par exemple le cas dans la demande de brevet FR-2 779 731 où la courroie présente également un câblé.

Ce matériau, contrairement au matériau BR/CR, présente de bonnes propriétés de tenue thermique.

Cependant, il présente un coefficient de frottement avec les poulies qui est relativement élevé. Or, un coefficient de frottement élevé peut
5 générer des contraintes mécaniques de cisaillement importantes à l'interface entre la gomme et le câblé. Ces contraintes mécaniques peuvent ainsi conduire à l'arrachement du câblé ou parfois, à l'arrachement de la denture.

De plus, un coefficient de frottement trop élevé peut générer un niveau de bruyance (acoustique) ne répondant pas aux exigences de plus
10 en plus importantes imposées par les clients.

De nombreuses solutions ont donc cherché à régler ces problèmes d'arrachement de câblé et de bruyance sur les courroies dont la denture est réalisée en un matériau à base d'EPDM.

A cet effet, les documents FR 2 898 171 et FR 2 936 291
15 proposent d'ajouter un film protecteur sur la surface externe des dentures susceptible d'être réalisée en EPDM, lequel film est destiné à être mis en contact avec les poulies.

Plus précisément, la demande FR 2 898 171 montre la présence d'un film thermoplastique contenant du polyéthylène. Cependant,
20 dans certains cas de fortes contraintes thermomécaniques, ce film peut s'abriter rapidement et ainsi ne plus remplir sa fonction.

Dans la demande FR 2 936 291, le film protecteur comprend une couche barrière réalisée en thermoplastique et un revêtement externe, par exemple réalisé en polyéthylène, partiellement inclus dans la couche
25 barrière en thermoplastique. C'est une solution complexe à mettre en œuvre et coûteuse.

Récemment, il a été proposé dans le document FR 2 996 617 une courroie de transmission présentant une denture en élastomère de type EPDM pourvue d'un film externe réalisé à base d'un thermoplastique
30 oléfinique associé à un élastomère silicone.

Cette courroie de transmission de puissance s'avère présenter d'excellentes performances pour répondre aux contraintes mécaniques et/ou thermiques et/ou acoustiques qui sont désormais exigées.

Toutefois, dans de nombreuses applications, on demande
35 désormais à ces courroies de transmission de puissance d'offrir également des performance en termes de conductivité électrique.

En effet, de telles propriétés peuvent être nécessaires pour éviter l'accumulation d'électricité statique dans la courroie.

La courroie de transmission de puissance proposée dans FR 2 996 617 ne répond par exemple pas aux contraintes de conductivité électrique qui sont désormais imposées.

Une difficulté importante est donc de pouvoir proposer une courroie de transmission de puissance qui réponde à ces contraintes électriques mais qui, dans le même temps, réponde de façon satisfaisante aux autres contraintes, à savoir aux contraintes mécaniques et/ou thermiques et/ou acoustiques.

Ceci est le cas pour les différentes applications envisagées, mais plus particulièrement pour l'application automobile.

A cet effet, l'invention propose une courroie de transmission de puissance présentant une denture en élastomère à base d'élastomère éthylène alpha oléfine pourvue d'un film externe réalisé à base d'un thermoplastique oléfinique, ledit thermoplastique du film étant associé à un élastomère silicone représentant au moins 20% en poids du poids total du film et à un agent compatibilisant pour assurer, au sein du film, la compatibilité du thermoplastique et de l'élastomère silicone, caractérisé en ce que ledit thermoplastique du film est également associé à des nanotubes de carbone représentant entre 1,9% et 4,2%, en poids, du poids total du film.

La présence de nanotubes de carbone dans le film externe dans une proportion judicieusement sélectionnée permet en effet de répondre à l'ensemble des contraintes désormais imposées.

Cette courroie pourra également présenter l'une au moins des caractéristiques suivantes, prise seule ou en combinaison :

- l'élastomère silicone représente entre 20% et 80% en poids, du poids total du film et de préférence entre 20% et 60% ;
- l'élastomère silicone représente entre 25% et 50% en poids, du poids total du film ;
- l'agent compatibilisant représente moins de 10% en poids, du poids total du film ;
- le thermoplastique du film comprend au moins 30% de polyéthylène, en poids par rapport au poids total du thermoplastique ;
- le thermoplastique du film comprend entre 30% et 100 % de polyéthylène et notamment entre 50% et 100% de polyéthylène, en poids par rapport au poids total du thermoplastique ;

- le thermoplastique du film comprend entre 75% et 100% de polyéthylène, en poids par rapport au poids total du thermoplastique ;
- le thermoplastique du film est constitué par un mélange de polyoléfines contenant du polyéthylène ;
- 5 - le thermoplastique du film est constitué par un copolymère à base de polyéthylène, par exemple un copolymère éthylène octène-polyéthylène ;
- ledit élastomère éthylène alpha oléfine de la denture est un EPDM ou un EPM ;
- 10 - l'agent compatibilisant est constitué d'au moins une polyoléfine fonctionnalisée et/ou d'un polyorganosiloxane ;
- les nanotubes de carbone représentent entre 2,2% et 4,2%, en poids, du poids total du film, par exemple entre 2,2% et 3,5% ;
- l'épaisseur du film est comprise entre 50 μm et 500 μm .

15 L'invention concerne également un procédé de fabrication d'une courroie selon l'invention, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes A) à C) suivantes :

- A) fabrication d'un film selon les sous-étapes suivantes :
- a) formation de granulés solides comportant chacun :
 - 20 - une base thermoplastique oléfinique,
 - un élastomère silicone représentant au moins 20%, en poids, du poids totale du granulé,
 - un agent compatibilisant pour assurer la compatibilité du thermoplastique et de l'élastomère silicone ; et
 - 25 - des nanotubes de carbone représentent entre 1,9% et 4,2%, en poids, du poids total du granulé ;
 - b) calandrage desdits granulés pour former le film.
- B) application du film sur une face dite externe d'une ébauche de courroie non vulcanisée,
- 30 C) vulcanisation de l'ensemble pour former une courroie dont la face externe présente une denture revêtue dudit film.

Ce procédé pourra également présenter l'une au moins des caractéristiques suivantes :

- l'étape a) de formation des granulés solides comporte les sous-étapes suivantes :
 - 35 a₁) réaliser une extrusion réactive du thermoplastique oléfinique avec un élastomère silicone bi-composant et l'agent compatibilisant ;
 - a₂) obtenir des granulés solides ;

a₃) réaliser une extrusion réactive de ces granulés en ajoutant les nanotubes de carbone ;

a₄) obtenir lesdits granulés solides comportant les nanotubes de carbone ;

5 - l'étape a) de formation des granulés solides comporte les sous-étapes suivantes :

a'₁) réaliser une extrusion réactive du thermoplastique oléfinique avec un élastomère silicone bi-composant, l'agent compatibilisant et les nanotubes de carbone ;

a'₂) obtenir lesdits granulés solides comportant les nanotubes de carbone.

10 L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, avantages et caractéristiques de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit et qui est faite au regard des dessins annexés, sur lesquels :

- 15 - la figure 1 est un schéma, selon une vue de face, d'un banc moteur automobile utilisé pour mesurer l'abrasion d'une courroie ;
- la figure 2 est un schéma d'un autre banc moteur ;
- la figure 3 est un schéma d'un autre banc moteur ;
- la figure 4 représente une vue en coupe d'une courroie conforme à l'invention.

20 Dans le cadre de l'invention, la courroie de transmission de puissance présente une denture en élastomère à base d'élastomère éthylène alpha oléfinique pourvue d'un film externe.

 Ce film externe est réalisé à base d'un thermoplastique oléfinique. Ce thermoplastique oléfinique est associé, au sein du film, à un
25 élastomère silicone représentant au moins 20% en poids du poids total du film, à un agent compatibilisant pour assurer la compatibilité du thermoplastique et de l'élastomère silicone ainsi qu'à des nanotubes de carbone représentant entre 1,9% et 4,2%, en poids, du poids total du film.

 L'élastomère formant la denture à base d'éthylène alpha oléfine peut être l'éthylène-propylène-diène-monomère (EPDM) ou l'éthylène-propylène-monomère (EPM). Dans ce cas, l'agent de réticulation de la
30 denture est généralement de type peroxyde.

 Le thermoplastique du film, oléfinique, est alors un thermoplastique capable de co-réticuler avec l'agent de type peroxyde de
35 l'élastomère de la denture.

Par exemple, ce thermoplastique comprendra du polyéthylène, avantageusement dans une proportion en poids de 30% par rapport au poids total du thermoplastique.

Avantageusement, le thermoplastique du film comprendra
5 entre 30% et 100% de polyéthylène et notamment entre 50% et 100% de polyéthylène, en poids par rapport au poids total du thermoplastique.

Encore plus avantageusement, le thermoplastique du film comprendra entre 75% et 100% de polyéthylène, en poids par rapport au poids total du thermoplastique.

10 Selon un autre exemple, le thermoplastique oléfinique du film sera constitué par un mélange de polyoléfines contenant du polyéthylène.

Selon un autre exemple, le thermoplastique oléfinique du film sera constitué par un copolymère à base de polyéthylène, par exemple un copolymère éthylène-octène-polyéthylène.

15 Plus généralement, le thermoplastique du film pourra être constitué soit d'homopolymères, soit de copolymères qui seront à base d'éthylène si la gomme de denture est à base d'éthylène alpha oléfine, toujours afin d'améliorer l'adhésion entre le film et la gomme de denture.

En effet, la présence de polyéthylène dans le film permet
20 d'assurer une très bonne adhésion par co-réticulation avec l'éthylène alpha oléfine contenu dans la denture, notamment l'EPDM ou l'EPM, grâce à la présence d'un système de réticulation de type peroxyde.

Cependant, le thermoplastique du film peut également être réalisé avec des homopolymères ou des copolymères à base de propylène,
25 d'octène, de butène, de butadiène, de pentène, etc..., en fonction de la nature de l'élastomère constituant la denture, pour assurer une bonne adhésion entre le film et la gomme de denture.

L'élastomère silicone pourra comprendre une ou plusieurs silicone(s). Par exemple, il peut s'agir d'un élastomère silicone liquide bi-composants. Il convient enfin de noter que, dans le cadre de l'invention,
30 l'élastomère silicone pourra représenter entre 20% et 90% en poids, du poids total du film.

Par ailleurs, l'élastomère silicone pourra représenter entre 20% et 80% en poids, du poids total du film. Avantageusement, l'élastomère
35 silicone représentera entre 20% et 70% en poids, du poids total du film. Plus avantageusement, l'élastomère silicone représentera entre 20% et 60% en poids, du poids total du film. Encore plus avantageusement, l'élastomère

silicone représentera entre 20% et 50% en poids, du poids total du film. Cette proportion, définie comme précédemment, peut encore être choisie entre 25% et 50% ou entre 30% et 50%.

De plus, et à titre d'exemple, l'agent permettant de rendre compatible le thermoplastique oléfinique du film (par exemple à base de (poly-)éthylène) et l'élastomère silicone afin de former un mélange homogène dans le film est alors constitué d'au moins une polyoléfine fonctionnalisée et/ou d'un polyorganosiloxane.

Dans la suite, cet agent sera nommé agent compatibilisant.

La polyoléfine fonctionnalisée sera avantageusement adaptée à la nature du thermoplastique considéré pour le film. Par exemple, un agent compatibilisant de type polyoléfine polypropylène sera adapté à un thermoplastique de type polyéthylène ou polypropylène.

De manière générale, l'agent compatibilisant ne représentera pas plus de 10%, en poids, du poids total du film. Le plus souvent, sa proportion sera même inférieure à 5%, en poids, du poids total du film.

Enfin, en ce qui concerne les nanotubes de carbone (NTC), on pourra prévoir qu'ils représentent entre 1,9% et 4,2%, en poids, du poids total du film, avantageusement entre 2,2% et 4,2%, en poids, du poids total du film et encore plus avantageusement entre 2,2% et 3,8%, en poids, du poids total du film. On peut également envisager, de manière encore plus avantageuse, des gammes plus restreintes, à savoir une proportion de nanotubes de carbone (NTC) comprise entre 2,2% et 3,3%, en poids, du poids total du film ou entre 2,4% et 3,3%, en poids, du poids total du film.

Nous allons maintenant fournir des résultats expérimentaux (tests) qui permettent de mettre en évidence l'intérêt de l'invention, en particulier pour les applications automobiles.

A cet effet, on a testé différentes courroies, consistant toutes en une courroie Poly V® de type K (application automobile), dont la denture est réalisée en EPDM et pourvue d'un film externe à base d'un thermoplastique oléfinique associé à un élastomère silicone. En effet, ce type de film a montré son efficacité pour répondre aux contraintes mécaniques, acoustiques et thermiques.

La première courroie est une courroie de référence (REF) dont le film externe comprend 58,3% en poids de polyéthylène et de 39,2% en poids de silicone et 2,5% d'un agent compatibilisant pour assurer, au sein du film, la compatibilité du thermoplastique et de l'élastomère silicone.

La deuxième courroie est une courroie pour laquelle le film externe comprend 56,8% en poids de polyéthylène, 37,8% en poids de silicone, 2,4% en poids d'un agent compatibilisant pour assurer, au sein du film, la compatibilité du thermoplastique et de l'élastomère silicone et enfin,
5 3% en poids de nanotubes de carbone (NTC).

Elle est nommée courroie INV (Invention).

La composition du film de la courroie INV est la même que celle de la courroie REF, à l'exception, pour la courroie INV de la présence de nanotubes de carbone. De plus, la proportion relative polyéthylène/silicone, au
10 sein du film, est comparable entre les courroies REF ($58,3/39,2 \cong 1,49$) et INV ($56,8/37,8 \cong 1,5$). De même, la proportion relative polyéthylène/agent compatibilisant, au sein du film, est comparable entre les courroies REF ($58,3/2,5 \cong 23,3$) et INV ($56,8/2,4 \cong 23,6$). On comprend qu'il en est de même pour la proportion relative silicone/agent compatibilisant.

15 Une série de tests a été réalisé pour déterminer les propriétés acoustiques, mécaniques, thermiques et électriques de ces courroies, en particulier de la courroie INV.

Test 1: test acoustique - conditions sèches.

20 Avant de débiter le test, la courroie est conditionnée au préalable pendant au moins 24 heures, à une température de 20°C et à un taux d'humidité relative de 50%.

Le test est alors effectué dans des conditions dites sèches.

Celui-ci consiste en un test acoustique (bruit) sur banc de
25 désalignement conçu sur la base de la norme SAE J2432-2000. Ce banc n'est donc pas représenté sur les figures annexées.

Lors du test, la poulie motrice tourne à 2000 tr/mn et la tension appliquée sur la courroie est constante.

La mesure consiste à déterminer l'angle de désalignement
30 entre la poulie motrice et la poulie menée auquel apparaît le grincement. Le grincement est caractérisé par un bruit audible.

Les résultats sont fournis dans le tableau 1.

	état	grincement
Courroie INV	neuve	=
	rodée	+
Courroie REF	neuve	référence
	rodée	référence

Tableau 1

5

A l'état neuf, la courroie selon l'invention (INV) présente des performances similaires à celles de la courroie de référence (REF).

10 A l'état rodée, la courroie selon l'invention (INV) est meilleure que la courroie de référence (REF). En effet, avec la courroie INV, aucun bruit audible n'a été détecté jusqu'à un angle de désalignement de 5°, qui définit la fin du test selon la norme. Cette norme prévoit en effet que le test soit effectué avec un désalignement allant de la valeur nulle (pas de désalignement) à la valeur de 5°, avec une incrémentation de 0,5°.

15 Il convient de noter que le rodage de la courroie est réalisé conformément aux conditions du test 3 présenté plus loin. En d'autres termes, pour la courroie rodée, on passe d'abord par les conditions du test 3 puis on réalise le conditionnement précité (20°C et taux d'humidité relative à 50% pendant au moins 24h) et enfin, on lance le test 1 proprement dit.

20 La courroie selon l'invention présente donc des caractéristiques acoustiques, en conditions sèches, qui sont excellentes.

Test 2 : test acoustique - conditions humides.

25 Le test 2 consiste à placer la courroie sur un moteur thermique DW8 de cinématique 5 axes (accessoires : alternateur et direction assistée seulement). Ce moteur est un moteur série du commerce, connu de l'homme du métier.

30 La tension de pose de la courroie est de 115 N/dt/b (Newton/dent/brin). Cette tension est obtenue par le réglage d'un tendeur de courroie.

On procède à la mise en rotation du moteur au ralenti sans charge accessoire pendant une durée de 15 minutes.

Puis, on asperge la courroie pendant une durée de 30s avec une quantité de 300ml d'eau.

5 Ensuite, on laisse tourner le moteur au ralenti sans charge d'accessoires pendant une durée de 15 minutes.

Le moteur tournant toujours au ralenti, on procède alors à la mise en charge simultanée de l'alternateur (en l'occurrence de 70A) et de la direction assistée (fonctionnant à 50 bars) en aspergeant la courroie pendant
10 une durée de 30s, avec une quantité de 300ml d'eau.

On laisse à nouveau tourner le moteur au ralenti sans charge d'accessoires pendant 15 minutes.

Enfin, on procède à nouveau à la mise en charge simultanée de l'alternateur et de la direction assistée en aspergeant la courroie pendant
15 une durée de 5s, avec une quantité de 5ml d'eau.

La mesure est effectuée lors de cette dernière aspersion.

Cette mesure consiste à mesurer le temps écoulé entre le début de l'aspersion de la courroie (début de la mesure), laquelle coïncide avec l'apparition d'un bruit audible, et le moment où ce bruit n'est plus audible
20 (fin de la mesure).

Le critère devant être respecté est que le temps tel que défini ci-dessus soit inférieur ou égal à 7s.

Les conditions de test décrites ci-dessus ont été appliquées pour une courroie neuve, mais également pour une courroie préalablement rodée, conformément aux conditions du test 3 présenté plus loin, avant
25 d'entamer le test 2 proprement dit.

Elles ont également été appliquées pour une courroie de référence REF et une courroie selon l'invention INV.

Pour la courroie selon l'invention (INV), on a pu constater que
30 le critère était rempli à l'état neuf, comme à l'état rodé. On a cependant constaté que le bruit avec la courroie neuve durait moins longtemps que le bruit avec la courroie rodée.

Par ailleurs, la comparaison des courroies REF et INV est présentée dans le tableau 2 ci-dessous.

	état	grincement
Courroie INV	neuve	+
	rodée	=
Courroie REF	neuve	référence
	rodée	référence

Tableau 2

A l'état neuf, la courroie INV présente un meilleur comportement que la courroie REF. A l'état rodé, le comportement des deux courroies est similaire.

Test 3 : test mécanique - abrasion

Le test 3 consiste à faire tourner la courroie sur un banc 3 axes entraîné par un moteur Diesel G9T au ralenti pendant 31 h.

Le moteur G9T est un moteur série du commerce. Cependant, dans la cadre de ce test, celui-ci n'est utilisé que comme moyen d'entraînement.

La tension de pose de la courroie est de 115 N/dt/b (*Newton/dent/brin*). Cette tension est obtenue par le réglage d'un tendeur de courroie.

Le moteur entraîne en rotation une inertie de 5 g.m².

Le banc 3 axes utilisé est spécifique à ce test. Ainsi, la position des accessoires et les diamètres des poulies sont spécifiques à ce test.

Le tableau 3 ci-dessous présente les différentes caractéristiques du banc utilisé pour ce test.

Poulie	Diamètre effectif (mm)	Position x (mm)	Position y (mm)
1 Vilebrequin (moteur G9T)	150	0	0
2 Galet Fixe	60	118	218
3 Alternateur (Inertie 5gm ²) et Réglage tension	54,45	-232,2	232,2

Tableau 3

La figure 1 schématise le banc utilisé.

5 Le repère (O ; X,Y,Z) forme un repère orthonormé direct dont le centre O est sur l'axe de rotation (OZ) du vilebrequin 1.

En particulier, il convient de noter que les positions relatives des différents éléments du banc qui sont mentionnées dans le tableau 2 peuvent être visualisées sur la figure 1. Sur cette figure 1, la poulie vilebrequin 10 est notée 1, le galet fixe 2, la poulie d'alternateur 3 et la courroie C.

Le ralenti Diesel est connu pour ses irrégularités cycliques de vitesses instantanées. Ces irrégularités génèrent des couples dynamiques cycliques (sous l'effet de l'inertie entraînée), qui provoquent l'abrasion de la courroie sous l'effet des glissements de contact entre la courroie et les 15 différentes poulies par lesquelles cette courroie passe.

Les conditions énoncées ci-dessus pour le test 3 permettent de roder la courroie.

Ce sont ces mêmes conditions qui sont appliquées pour effectuer le rodage de la courroie dans les tests 1 et 2.

20 Dans le cas spécifique du test d'abrasion, l'abrasion A de celle-ci est définie par un pourcentage (%). Ce pourcentage d'abrasion est calculé en mesurant la masse de la courroie testée à l'état neuf (M_0) et sa masse l'issue du test (M_{31}), à savoir après 31 h de ralenti (état rodé).

On a ainsi : $A (\%) = 100\% * (M_0 - M_{31}) / M_0$.

25 La courroie INV selon l'invention a été comparée à la courroie REF.

Les résultats sont donnés dans le tableau 4 ci-dessous :

	Abrasion (%)
Courroie INV (invention)	1,1
Courroie REF	0,46

Tableau 4

5 La courroie INV selon l'invention se situe dans les requis pour les applications envisagées. En effet, on considère généralement que les courroies dont l'abrasion est inférieure à 1,3%, dans les conditions de ce test, sont acceptables. Il convient par ailleurs de noter que, dans le document FR 2 996 617, la courroie nommée « REF » dans la présente demande de brevet,
 10 est comparée à des courroies dites « REF I » et « REF II » existantes pour lesquelles l'abrasion A(%) est, conformément au présent test, dans la limite de 1,3%.

Test 4 : test thermique – grand froid

15

Le test 4 consiste à faire tourner la courroie sur un banc entraîné par un moteur électrique 4 axes, à très basse température.

Dans le cas d'espèce, la température est fixée à -45°C.

20 La tension de pose de la courroie testée est de 80 N/dt/b (Newton/dent/brin). Cette tension est obtenue par le réglage d'un tendeur de courroie.

Le tableau 5 ci-dessous présente les différentes caractéristiques du banc utilisé pour ce test.

	Diamètre effectif (mm)	Abscisse X (mm)	Ordonnée Y (mm)
Poulie motrice 1'	149	0	0
Poulie lisse 2'	60	55	-150
Poulie réceptrice 3'	49	141,6	-300
Tendeur réglable 4'	59	248	0

25

Tableau 5

La position des accessoires et les diamètres des poulies sont spécifiques à ce test.

La figure 2 schématise le banc utilisé.

5 On note la présence de la poulie motrice 1' (entraînée par le moteur électrique, non représenté), de la poulie lisse 2', de la poulie réceptrice 3' et du tendeur réglable 4'. La courroie est référencée C.

Le repère (O; X,Y,Z) forme un repère orthonormé direct dont le centre O est sur l'axe de rotation (OZ) de la poulie motrice 1'.

10 Pour le test, la poulie motrice 1' est entraînée à 670 tr/mn pendant 1mn puis est arrêtée pendant 14 mn. Ceci permet de définir un cycle de 15mn qui est répétée sur une durée de 24h, soit 96 cycles.

La mesure consiste alors à comptabiliser le nombre de craquelures observées sur la denture de la courroie.

15 On considère que le test est concluant lorsque le nombre de craquelures est inférieur à 8.

Dans le cas d'espèce, on a pu comptabiliser 4 craquelures sur la courroie INV à l'issue du test.

20 Le test s'avère donc concluant sur la résistance de la courroie aux grands froids.

Test 5 : test de flexion/contre-flexion de la courroie

25 Le test 5 est un essai de flexion/contre-flexion sur la courroie de référence REF d'une part, et sur la courroie selon l'invention INV d'autre part.

Il est réalisé avec un moteur électrique 5 axes.

30 Le test est réalisé à chaud, en l'occurrence à une température de 120°C.

L'axe moteur sert également d'axe tendeur.

35 La tension de pose de la courroie testée est d'environ 64 N/dt/b. On rappelle que la courroie est une courroie automobile de type 6PK, 1200mm de largeur. Cette tension est obtenue par l'application d'une charge radiale de 770N (770N pour deux brins et pour 6 dents aboutit à la tension de pose mentionnée).

Le tableau 6 ci-dessous présente les différentes caractéristiques du banc utilisé pour ce test.

	Diamètre effectif (mm)	Abscisse X (mm)	Ordonnée Y (mm)
Poulie motrice gravée 10	60	0	-119,9
Poulie lisse 11	45	- 52,5	150,5
Poulie gravée 12	45	-113	215,5
Poulie gravée 13	45	113	215,5
Poulie lisse 14	45	52,5	150,5

Tableau 6

5

La position des accessoires et les diamètres des poulies sont spécifiques à ce test.

La figure 3 schématise le banc utilisé.

On note la présence de la poulie motrice gravée 10 (entraînée par le moteur électrique, non représenté), de la poulie lisse 11, de la première poulie gravée 12, de la deuxième poulie gravée 13 et de la deuxième poulie lisse 14. La courroie est référencée C.

Le repère (O; X,Y,Z) forme un repère orthonormé direct dont le centre O est un axe fixe théorique.

Le moteur est actionnée pour que la courroie 6" présente une vitesse linéaire de 17 m/s.

Le test consiste à déterminer le nombre d'heures de test nécessaires pour obtenir un nombre prédéterminé de craquelures sur la courroie.

En l'occurrence, le nombre prédéterminé de craquelures est fixé à huit.

Pour la courroie REF de référence, ces huit craquelures ont été observées après 170h de test.

Pour la courroie INV selon l'invention, ces huit craquelures ont été observées après 392h de test.

Le comportement en flexion/contre-flexion, à chaud, de la courroie selon l'invention est donc meilleur que celui de la courroie de référence.

Test 6 : test électrique – via flexion/contre-flexion de la courroie

Le test 6 est un essai de flexion/contre-flexion visant à déterminer la conductivité électrique de la courroie selon l'invention INV.

5 Il est réalisé avec un moteur électrique 5 axes.

Le test est réalisé à chaud, en l'occurrence à une température de 120°C.

L'axe moteur sert également d'axe tendeur.

10 La tension de pose de la courroie testée est d'environ 58 N/dt/b. On rappelle que la courroie est une courroie automobile de type 6PK, 1200mm de largeur. Cette tension est obtenue par l'application d'une charge radiale de 770N (770N pour deux brins et pour 6 dents aboutit à la tension de pose mentionnée).

15 Le tableau 7 ci-dessous présente les différentes caractéristiques du banc utilisé pour ce test.

	Diamètre effectif (mm)	Abscisse X (mm)	Ordonnée Y (mm)
Poulie motrice gravée	60	0	-205,5
Poulie lisse	50	- 52,5	90
Poulie gravée	50	-92,5	134
Poulie gravée	50	92,5	134
Poulie lisse	50	52,5	90

Tableau 7

20

La position des accessoires et les diamètres des poulies sont spécifiques à ce test. Cependant, le banc utilisé est, dans sa forme, similaire à celui du test 5 et n'est donc pas représenté. Seules les dimensions des poulies et leurs coordonnées changent, conformément aux informations
25 fournies dans le tableau 7.

Le moteur est actionnée pour que la courroie 6" présente une vitesse linéaire de 10 m/s.

Le test dure 100h.

A l'issue de ce test, on effectue une mesure de la résistance électrique de la courroie INV, basée sur la méthodologie liée à la norme ISO1813.

5 La mesure effectuée conformément au test sur la résistance électrique de la courroie donne une valeur de 3,7MOhms, ce qui répond aux requis des différents constructeurs automobiles (critère < 50MOhms).

Fin des tests.

10 Comme on peut le constater à travers les tests précédents, les inventeurs montrent que l'utilisation de carbone sous la forme de nanotubes (NTC) est particulièrement avantageuse pour obtenir une courroie répondant aux exigences relatives à la conductivité électrique, mais également à celles qui concernent les contraintes acoustiques, mécaniques et
15 thermiques.

La courroie INV testée présente une proportion, en poids, de 3% de nanotubes de carbone, par rapport au poids total du film externe.

Pour autant, les avantages procurés par cette courroie ont pu être montrés dans une gamme de valeurs comprise entre 1,9% et 4,2% de
20 nanotubes de carbone (NTC), en poids, par rapport au poids total du film externe.

En effet, un test préalable a été réalisé conformément au test 6, sur une courroie de transmission de puissance conforme à la courroie INV, mais avec une proportion, en poids, strictement inférieure à 1,9 % en
25 nanotubes de carbone, par rapport au poids total du film externe.

Ce test a montré que le critère relatif à la conductivité électrique (résistance électrique de la courroie inférieur à 50MOhms) n'était pas rempli.

Augmenter la proportion en nanotubes de carbone (NTC) au
30 sein du film ne peut qu'améliorer la conductivité électrique.

Cependant, l'augmentation de cette proportion modifie le comportement de la courroie sur les autres aspects (mécanique, thermique, ...).

En effet, d'autres tests ont été effectués conformément aux
35 tests 1 à 5 dont les conditions ont été décrites précédemment sur une courroie de transmission de puissance conforme à la courroie INV, mais avec

une proportion, en poids, strictement supérieure à 4,2 % en nanotubes de carbone, par rapport au poids total du film externe.

En particulier les tests acoustiques (tests 1 et 2) et grand froid (test 4) ont montré qu'au-delà d'une telle proportion en nanotubes de carbone (NTC), les requis n'étaient pas atteints. En particulier, la courroie a montré la présence de trop nombreuses craquelures à l'issue du test grand froid.

Le choix de nanotubes de carbone dans certaines proportions est donc particulièrement avantageux.

A cet égard, il convient de noter qu'un autre test a été effectué avec une autre forme de carbone, à savoir du noir de carbone.

L'utilisation de noir de carbone est très répandue dans les courroies de transmission de puissance, en particulier dans l'élastomère formant la denture de la courroie. L'idée d'utiliser du noir de carbone pour ses propriétés conductrices dans le film externe apparaissait donc comme une solution envisageable pour l'homme du métier. Toutefois, si cette solution permet de répondre aux contraintes électriques, la présence de noir de carbone dans le film externe, en l'occurrence dans une proportion classique de 11,5% en poids, du poids total du film externe s'est avérée modifier le comportement mécanique de la courroie dans des limites inacceptables pour répondre aux requis sur les autres contraintes, en particulier sur les contraintes acoustiques en conditions humides (test 2).

Enfin, il convient de noter que le film utilisé sur une courroie conforme à l'invention pourra avantageusement être réalisé selon les étapes suivantes :

- a) formation de granulés comportant chacun :
 - une base thermoplastique oléfinique,
 - un élastomère silicone représentant au moins 20%, en poids, du poids totale du granulé,
 - un agent compatibilisant pour assurer la compatibilité du thermoplastique et de l'élastomère silicone ; et
 - des nanotubes de carbone représentent entre 1,9% et 4,2%, en poids, du poids total du granulé ;
- b) calandrage desdits granulés pour former le film.

L'étape b) de calandrage est tout à fait classique.

L'étape a) peut être plus précisément réalisée de différentes manières.

Ainsi, pour former ces granulés conformément à l'étape a), on peut réaliser les sous-étapes suivantes :

5 a₁) réaliser une extrusion réactive du thermoplastique oléfinique avec un élastomère silicone bi-composant et l'agent compatibilisant ;

a₂) obtenir des granulés solides ;

a₃) réaliser une extrusion réactive de ces granulés en ajoutant les nanotubes de carbone ;

10 a₄) obtenir lesdits granulés solides comportant les nanotubes de carbone.

La sous-étape a₁) est classique et est par exemple décrite dans le document FR 2 959 235. Lors de l'extrusion, les deux composants de l'élastomère silicone réticulent en étant dispersés dans le thermoplastique oléfinique devenu liquide du fait de l'extrusion.

15 La sous-étape étape a₂) permet d'obtenir des granulés sous forme solide, après refroidissement.

La sous-étape étape a₃) permet d'intégrer les nanotubes de carbone, par exemple sous la forme d'une poudre.

20 Enfin, la sous-étape a₄) permet, par refroidissement, de finaliser l'étape a).

En variante, toujours pour former ces granulés conformément à l'étape a), on peut réaliser les étapes suivantes :

25 a'₁) réaliser une extrusion réactive du thermoplastique oléfinique avec un élastomère silicone bi-composant, l'agent compatibilisant et les nanotubes de carbone ;

a'₂) obtenir lesdits granulés solides comportant les nanotubes de carbone.

30 Lors de l'extrusion de la sous-étape a'₁), les deux composants de l'élastomère silicone réticulent en étant dispersés dans le thermoplastique oléfinique devenu liquide du fait de l'extrusion. Au cours de cette étape, les nanotubes de carbone peuvent se présenter sous la forme d'une poudre introduite dans le mélange.

La solidification sous formes de granulés s'obtient au cours de l'étape a'₂) par refroidissement des composants.

35 Pour fabriquer une courroie conforme à l'invention, on pourra envisager le procédé suivant :

- application du film obtenu selon le procédé les étapes a) et b) sur une face dite active ou externe d'une ébauche de courroie non vulcanisée, et

- vulcanisation de l'ensemble pour former une courroie dont la
- 5 face externe présente une denture revêtue dudit film.

La courroie INV ainsi obtenue est représentée sur la figure 5. Sur cette figure 4, on peut distinguer la denture D de la courroie et le film externe F, qui vient sur la denture D.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Courroie de transmission de puissance (INV) présentant une denture (D) en élastomère à base d'élastomère éthylène alpha oléfine pourvue d'un film externe (F) réalisé à base d'un thermoplastique oléfinique, ledit thermoplastique du film étant associé à un élastomère silicone représentant au moins 20% en poids du poids total du film et à un agent compatibilisant
- 10 pour assurer, au sein du film, la compatibilité du thermoplastique et de l'élastomère silicone, caractérisé en ce que ledit thermoplastique du film est également associé à des nanotubes de carbone représentant entre 1,9% et 4,2%, en poids, du poids total du film.
- 15 2. Courroie selon la revendication 1, dans lequel l'élastomère silicone représente entre 20% et 80% en poids, du poids total du film et de préférence entre 20% et 60%.
3. Courroie selon l'une des revendications précédentes, dans lequel
- 20 l'élastomère silicone représente entre 25% et 50% en poids, du poids total du film.
4. Courroie selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'agent compatibilisant représente moins de 10% en poids, du poids total du
- 25 film.
5. Courroie selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le thermoplastique du film comprend au moins 30% de polyéthylène, en poids par rapport au poids total du thermoplastique.
- 30 6. Courroie selon la revendication précédente, dans lequel le thermoplastique du film comprend entre 30% et 100 % de polyéthylène et notamment entre 50% et 100% de polyéthylène, en poids par rapport au poids total du thermoplastique.
- 35 7. Courroie selon l'une des revendications 5 ou 6, dans lequel le thermoplastique du film comprend entre 75% et 100% de polyéthylène, en poids par rapport au poids total du thermoplastique.

8. Courroie selon la revendication 5, dans lequel le thermoplastique du film est constitué par un mélange de polyoléfines contenant du polyéthylène.
9. Courroie selon la revendication 5, dans lequel le thermoplastique du film est constitué par un copolymère à base de polyéthylène, par exemple un copolymère éthylène octène-polyéthylène.
10. Courroie selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit élastomère éthylène alpha oléfine de la denture est un EPDM ou un EPM.
11. Courroie selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'agent compatibilisant est constitué d'au moins une polyoléfine fonctionnalisée et/ou d'un polyorganosiloxane.
12. Courroie selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les nanotubes de carbone représentent entre 2,2% et 4,2%, en poids, du poids total du film, par exemple entre 2,2% et 3,5%.
13. Courroie selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'épaisseur du film est comprise entre 50 μm et 500 μm .
14. Procédé de fabrication d'une courroie selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes A) à C) suivantes :
- A) fabrication d'un film selon les sous-étapes suivantes :
- a) formation de granulés solides comportant chacun :
 - une base thermoplastique oléfinique,
 - un élastomère silicone représentant au moins 20%, en poids, du poids totale du granulé,
 - un agent compatibilisant pour assurer la compatibilité du thermoplastique et de l'élastomère silicone ; et
 - des nanotubes de carbone représentent entre 1,9% et 4,2%, en poids, du poids total du granulé ;
 - b) calandrage desdits granulés pour former le film.
- B) application du film sur une face dite externe d'une ébauche de courroie non vulcanisée,
- C) vulcanisation de l'ensemble pour former une courroie dont la face externe présente une denture revêtue dudit film.

15. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'étape a) de formation des granulés solides comporte les sous-étapes suivantes :
- a₁) réaliser une extrusion réactive du thermoplastique oléfinique avec un élastomère silicone bi-composant et l'agent compatibilisant ;
 - 5 a₂) obtenir des granulés solides ;
 - a₃) réaliser une extrusion réactive de ces granulés en ajoutant les nanotubes de carbone ;
 - a₄) obtenir lesdits granulés solides comportant les nanotubes de carbone.
- 10 16. Procédé selon la revendication 14, dans lequel l'étape a) de formation des granulés solides comporte les sous-étapes suivantes :
- a'₁) réaliser une extrusion réactive du thermoplastique oléfinique avec un élastomère silicone bi-composant, l'agent compatibilisant et les nanotubes de carbone ;
 - 15 a'₂) obtenir lesdits granulés solides comportant les nanotubes de carbone.

1 / 2

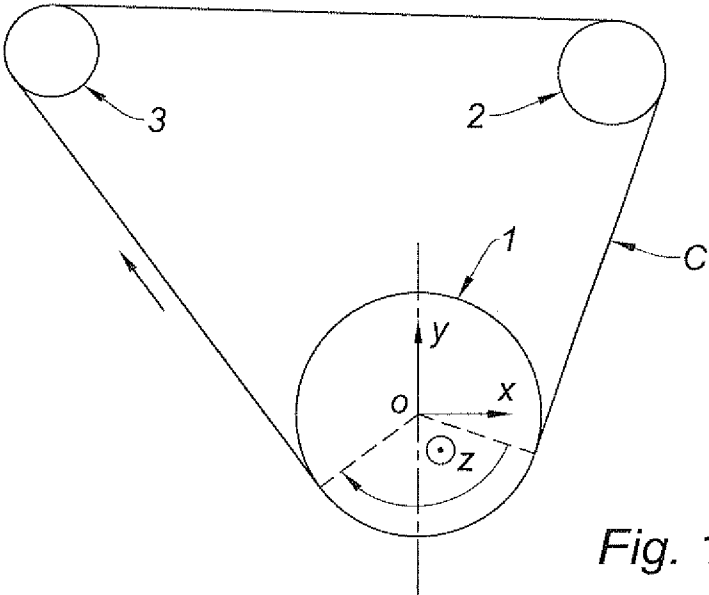


Fig. 1

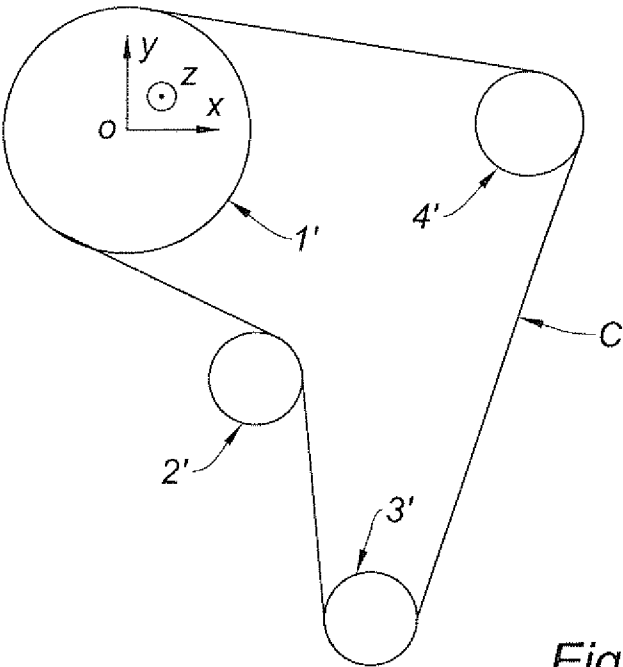


Fig. 2

2 / 2

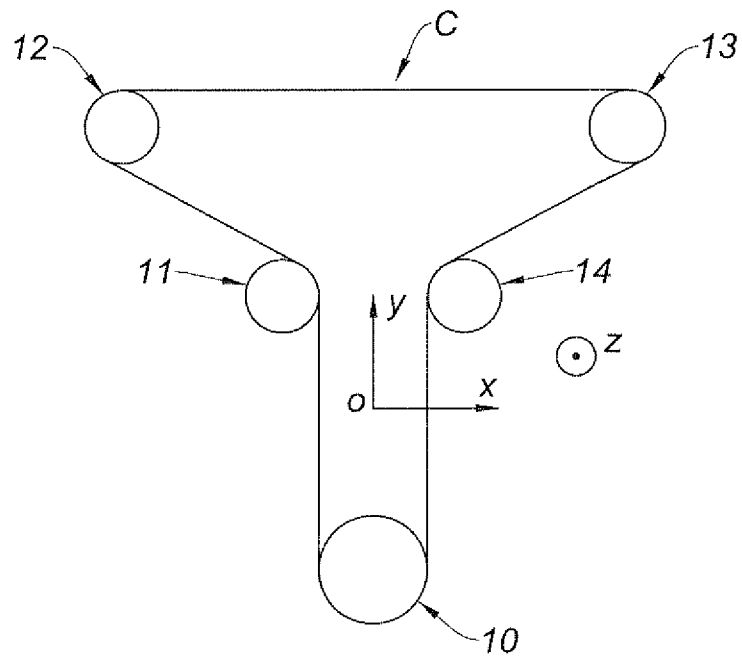


Fig. 3

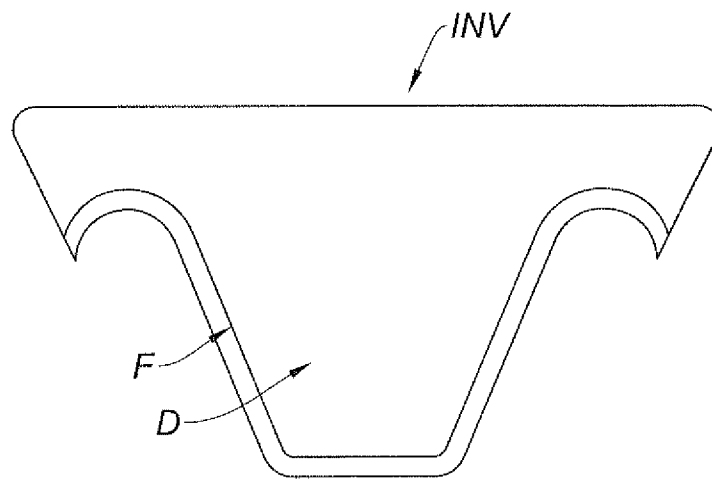


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/074051

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F16G1/28 F16G5/08 F16G5/20
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)
F16G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 2 996 617 A1 (HUTCHINSON [FR]) 11 April 2014 (2014-04-11) cited in the application the whole document -----	1-16
Y	US 2015/285334 A1 (THOMAS CHRISTOPHER M [US] ET AL) 8 October 2015 (2015-10-08) paragraph [0034] - paragraph [0039]; figures 1,2 -----	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 November 2016

Date of mailing of the international search report

11/11/2016

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

Afanasiev, Andrey

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/074051

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
FR 2996617	A1	11-04-2014	CN	104736886 A		24-06-2015
			EP	2904291 A1		12-08-2015
			FR	2996617 A1		11-04-2014
			JP	2015532400 A		09-11-2015
			US	2015276023 A1		01-10-2015
			WO	2014056892 A1		17-04-2014

US 2015285334	A1	08-10-2015	AU	2015244238 A1		13-10-2016
			US	2015285334 A1		08-10-2015
			WO	2015157001 A1		15-10-2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/074051

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F16G1/28 F16G5/08 F16G5/20 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) F16G		
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
Y	FR 2 996 617 A1 (HUTCHINSON [FR]) 11 avril 2014 (2014-04-11) cité dans la demande le document en entier -----	1-16
Y	US 2015/285334 A1 (THOMAS CHRISTOPHER M [US] ET AL) 8 octobre 2015 (2015-10-08) alinéa [0034] - alinéa [0039]; figures 1,2 -----	1-16
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
3 novembre 2016	11/11/2016	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé Afanasiev, Andrey	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/074051

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2996617	A1	11-04-2014	CN 104736886 A	24-06-2015
			EP 2904291 A1	12-08-2015
			FR 2996617 A1	11-04-2014
			JP 2015532400 A	09-11-2015
			US 2015276023 A1	01-10-2015
			WO 2014056892 A1	17-04-2014

US 2015285334	A1	08-10-2015	AU 2015244238 A1	13-10-2016
			US 2015285334 A1	08-10-2015
			WO 2015157001 A1	15-10-2015
