(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
15 juin 2017 (15.06.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/098097 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B60K 6/52 (2007.10) *F16H 48/26* (2006.01)
B60K 17/356 (2006.01) *F16H 48/27* (2012.01)
B60K 6/48 (2007.10) *F16H 39/00* (2006.01)
B60K 17/10 (2006.01) *B60K 1/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/052733

(22) Date de dépôt international :
21 octobre 2016 (21.10.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1562248 11 décembre 2015 (11.12.2015) FR

(71) Déposant : **RENAULT S.A.S** [FR/FR]; 13-15 quai Alphonse Le Gallo, 92100 Boulogne-billancourt (FR).

(72) Inventeurs : **EJARQUE, Pascal**; 71 rue Michel Ange, 78370 Plaisir (FR). **LASSEUR, Bertrand**; 310 avenue Roger Salengro, 92370 Chaville (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), eurasien (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).

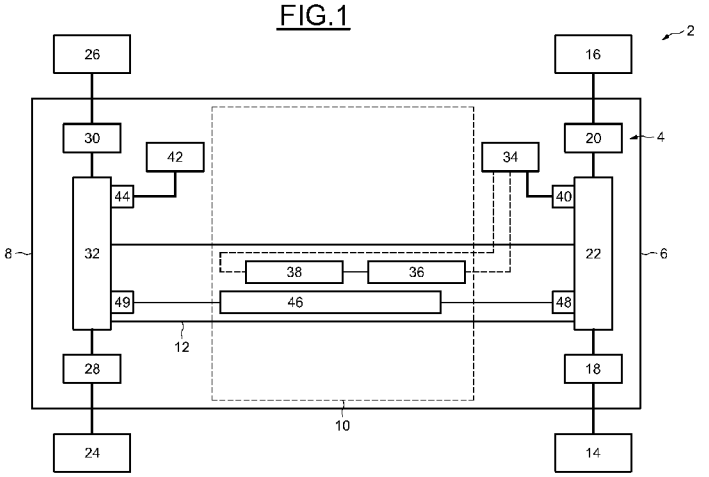
Publiée :

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

(54) **Title** : FOUR-WHEEL DRIVE MOTOR VEHICLE WITH HYBRID PROPULSION COMPRISING A DIFFERENTIAL PROVIDED WITH A HYDRAULIC MODULE

(54) **Titre** : VEHICULE AUTOMOBILE A QUATRE ROUES MOTRICES ET A PROPULSION HYBRIDE COMPRENANT UN DIFFERENTIEL DOTE D'UN MODULE HYDRAULIQUE

FIG.1



(57) **Abstract** : This four-wheel drive (14, 16, 24 and 26) motor vehicle (2) with hybrid propulsion comprises a first rotary power source (34) located at a first longitudinal end (6) and mechanically linked to a first differential (22), a second rotary power source (42) located at a second longitudinal end (8) opposite the first end (6) and mechanically linked to a second differential (22), a transmission (46) being provided to allow power to be exchanged between the first differential (22) and the second differential (32). The transmission (46) comprises a hydraulic transmission, at least one of the first and second differentials (22 and 32) comprising a hydraulic module (48, 49) capable of reversibly transforming at least a portion of the mechanical power passing through said differential (22, 32) into hydraulic power and of transmitting it to the hydraulic transmission (46).

(57) **Abrégé** :

[Suite sur la page suivante]

WO 2017/098097 A1

Ce véhicule automobile (2) à quatre roues motrices (14, 1 6, 24, 26) et à propulsion hybride, comprend une première source d' énergie rotative (34) située à une première extrémité longitudinale (6) et mécaniquement reliée à un premier différentiel (22), une seconde source d' énergie rotative (42) située à une deuxième extrémité longitudinale (8) opposée à la première extrémité (6) et mécaniquement reliée à un second différentiel (22), une transmission (46) étant prévue pour permettre l ' échange de puissance entre le premier différentiel (22) et le second différentiel (32). La transmission (46) comprend une transmission hydraulique, au moins l 'un des premier et second différentiels (22, 32) comprenant un module hydraulique (48, 49) capable de transformer de manière réversible au moins une partie de la puissance mécanique transitant par ledit différentiel (22, 32) en puissance hydraulique et à la transmettre à la transmission hydraulique (46).

Véhicule automobile à quatre roues motrices et à propulsion hybride comprenant un différentiel doté d'un module hydraulique

La présente invention concerne le domaine des véhicules automobiles à quatre roues motrices et à propulsion hybride.

Un véhicule automobile à quatre roues motrices comporte de manière générale une première paire de roues situées à l'extrémité longitudinale arrière du véhicule et une deuxième paire de roues situées à l'extrémité longitudinale avant du véhicule, chacune des roues étant solidaire d'un demi-arbre. Un premier différentiel est situé à l'extrémité longitudinale arrière du véhicule et relié aux demi-arbres des roues situées à la même extrémité, un deuxième différentiel étant situé à l'extrémité longitudinale avant et relié aux demi-arbres des deux autres roues. Lorsqu'un tel véhicule est à propulsion hybride, il comporte généralement deux sources d'énergie rotative, chacune des deux sources d'énergie rotative étant capable de fournir de la puissance mécanique à au moins l'un des différentiels.

Ainsi, par exemple, un véhicule automobile à quatre roues motrices et à propulsion hybride thermique électrique comprend de manière classique un moteur à combustion interne disposé à l'extrémité avant du véhicule et relié au différentiel de l'extrémité avant, et une machine électrique disposée à l'extrémité arrière du véhicule et reliée au différentiel de l'extrémité arrière. Toutefois, une telle disposition présente l'inconvénient de limiter la récupération d'énergie cinétique au freinage, étant donnée la faible capacité de couple transmissible par le train arrière en phase de décélération. En outre, l'autonomie et la puissance de la fonction quatre roues motrice est limitée à la capacité des batteries embarquées.

Pour pallier cet inconvénient, on permet généralement l'échange de puissance mécanique entre les deux différentiels en incorporant une transmission mécanique logée dans un tunnel de transmission s'étendant sur le plancher de caisse du véhicule, selon la direction longitudinale. Toutefois, un tel agencement présente

l'inconvénient d'être encombrant et coûteux à fabriquer et à mettre en place.

Au vu de ce qui précède, le but de l'invention et de pallier les inconvénients précités et d'optimiser l'intégration au sein d'un véhicule automobile d'éléments constitutifs de la transmission à quatre roues motrices en propulsion hybride.

À cet effet, il est proposé un véhicule automobile à quatre roues motrices et à propulsion hybride, comprenant deux roues situées à une première extrémité longitudinale et deux roues situées à une deuxième extrémité longitudinale, opposée à la première extrémité, une première source d'énergie rotative située à la première extrémité et mécaniquement reliée à un premier différentiel, ledit premier différentiel étant mécaniquement relié à deux demi-arbres respectivement solidaires de chacune des deux roues situées à la première extrémité, une seconde source d'énergie rotative située à la seconde extrémité et mécaniquement reliée à un second différentiel, ledit second différentiel étant mécaniquement relié à deux demi-arbres respectivement solidaires de chacune des deux roues situées à la seconde extrémité, une transmission étant prévue pour permettre l'échange de puissance entre le premier différentiel et le second différentiel. La transmission comprend une transmission hydraulique, au moins l'un des premier et second différentiels comprenant un module hydraulique capable de transformer de manière réversible au moins une partie de la puissance mécanique transitant par ledit différentiel en puissance hydraulique et à la transmettre à la transmission hydraulique.

L'utilisation d'un module hydraulique connecté au différentiel, en combinaison avec l'utilisation d'une transmission hydraulique, permet d'augmenter la capacité de couple transmissible à l'une ou l'autre des première et seconde sources d'énergie rotative, tout en occasionnant un encombrement limité.

Selon un mode de réalisation, la première source d'énergie rotative comprend une machine électrique et la seconde source d'énergie rotative comprend un moteur à combustion interne.

Avantageusement, la première extrémité longitudinale est l'extrémité arrière du véhicule, la deuxième extrémité longitudinale étant l'extrémité avant du véhicule.

Selon un mode de réalisation, le premier différentiel comprend un module mécanique capable d'échanger de la puissance mécanique entre la première source d'énergie rotative et un porte-satellite dudit premier différentiel.

Selon un mode de réalisation, le module mécanique comprend un réducteur à au moins deux rapports de réduction différents.

De manière avantageuse, le réducteur comporte exactement deux rapports de réduction différents.

Selon un autre mode de réalisation, le réducteur comporte un arbre primaire lié en rotation avec la première source d'énergie rotative et un arbre secondaire lié en rotation avec le porte-satellite, l'un des deux arbres primaire et secondaire comprenant au moins deux pignons fixes engrenant respectivement avec au moins deux pignons fous montés sur l'autre des deux arbres primaire et secondaire, le réducteur comprenant en outre un dispositif de crabotage de l'un des pignons fous.

De manière avantageuse, le réducteur comporte un manchon formant un assemblage cannelé avec une excroissance cylindrique du porte-satellite, un arbre primaire lié en rotation avec la première source d'énergie rotative et un arbre secondaire comprenant un pignon de descente engrenant avec une couronne dentée solidaire du manchon.

De manière avantageuse, le deuxième différentiel comprend un module mécanique capable d'échanger de la puissance mécanique entre la deuxième source d'énergie rotative et un porte-satellite dudit deuxième différentiel.

Selon un mode de réalisation, le véhicule comprend en outre un tunnel de transmission s'étendant selon la direction longitudinale, la première source d'énergie rotative comprenant une machine électrique et une batterie d'alimentation, la batterie d'alimentation étant disposée à l'intérieur du tunnel de transmission.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1 illustre un schéma de principe de fonctionnement d'un véhicule automobile à quatre roues motrices et à transmission hybride selon un unique exemple de réalisation de l'invention, et
- la figure 2 illustre le différentiel de l'extrémité longitudinale arrière du véhicule de la figure 1.

En référence à la figure 1, il est schématiquement représenté en vue de dessus un véhicule automobile 2 à quatre roues motrices et à propulsion hybride thermique électrique. Le véhicule 2 comporte un plancher de caisse 4 comportant une extrémité longitudinale avant 6 et une extrémité longitudinale arrière 8. Une zone d'habitacle 10 schématiquement représentée par un rectangle en lignes pointillées est située entre les deux extrémités 6 et 8. Le plancher de caisse 4 comporte en outre un tunnel de transmission 12 s'étendant sur la surface du plancher 4, selon la direction longitudinale, et traversant la zone d'habitacle 10.

Au niveau de l'extrémité arrière 8, et de préférence entre l'extrémité 8 et la zone d'habitacle 10, le véhicule 2 comporte une paire de roues motrices, comprenant une roue arrière gauche 14 et une roue arrière droite 16. Chacune des roues 14 et 16 est respectivement solidaire d'un demi-arbre 18 et 20. Les demi-arbres 18 et 20 sont connectés mécaniquement à un premier différentiel 22, disposé au niveau de l'extrémité arrière 8 du véhicule 2.

Au niveau de l'extrémité avant 6, et de préférence entre l'extrémité 6 et la zone d'habitacle 10, le véhicule 2 comprend, de la même façon, une paire de roues motrices constituée d'une roue avant gauche 24 et d'une roue avant droite 26. Les roues 24 et 26 sont respectivement solidaires de deux demi-arbres 28 et 30. De même que pour les demi-arbres 18 et 20, les demi-arbres 28 et 30 sont mécaniquement connectés à un deuxième différentiel 32, disposé au niveau de l'extrémité avant 6 du véhicule 2.

A proximité du premier différentiel 22, le véhicule 2 comporte une machine électrique 34. La machine électrique 34 est connectée électriquement avec deux batteries électriques d'alimentation 36 et 38, toutes deux situées à l'intérieur du tunnel de transmission 12. En particulier, les batteries électriques d'alimentation 36 et 38 sont disposées entre le plancher de caisse 4 et la paroi supérieure du tunnel de transmission 12. La machine électrique 34 est mécaniquement connectée au premier différentiel 22 par l'intermédiaire d'un module mécanique 40.

A proximité du second différentiel 32, le véhicule 2 comprend un moteur à combustion interne 42. Le moteur 42 est connecté mécaniquement au second différentiel 32 par l'intermédiaire d'un module mécanique 44.

De la sorte, le premier différentiel 22 permet l'échange de puissance mécanique entre le demi-arbre 18, le demi-arbre 20 et la machine électrique 34. De la même façon, le second différentiel 32 permet l'échange de puissance et mécanique entre le demi-arbre 28, le demi-arbre 30 et le moteur à combustion interne 42.

Le véhicule 2 comprend en outre une transmission hydraulique 46, prévue afin de permettre l'échange de puissance entre le premier différentiel 22 et le second différentiel 32. Dans la présente demande, le terme « transmission hydraulique » désigne tout type de dispositif hydraulique permettant de transmettre une puissance délivrée par un composant, à un autre composant. Une telle transmission est également communément désignée par le terme de transmission hydrostatique. Plus particulièrement, et comme expliqué par la suite, la transmission hydraulique 46 échange de la puissance hydraulique avec des modules hydrauliques avec lesquels elle est connectée fluidiquement, de sorte à permettre la transmission de puissance hydraulique entre lesdits modules hydrauliques. La transmission hydraulique 46 s'étend selon la direction longitudinale sur le plancher 4, à l'intérieur du tunnel de transmission 12.

La transmission hydraulique 46 est connectée fluidiquement à un module hydraulique 48 incorporé sur le premier différentiel 22. Le

module hydraulique 48 est capable de prélever la totalité ou une partie de la puissance mécanique transitant par le premier différentiel 22, de transformer cette puissance mécanique prélevée en puissance hydraulique et de fournir la puissance hydraulique transformée à la transmission hydraulique 46. A l'inverse, le module hydraulique 48 est par ailleurs capable de recevoir de la puissance hydraulique fournie par la transmission hydraulique 46, de transformer cette puissance hydraulique reçue en puissance mécanique et d'ajouter la puissance mécanique transformée à la puissance mécanique transitant au sein du premier différentiel 22.

La transmission hydraulique 46 est aussi connectée fluidiquement avec un module hydraulique 49 capable de transformer de manière réversible une partie de la puissance mécanique transitant par le second différentiel 32 en puissance hydraulique et à la transmettre à la transmission hydraulique 46, comme l'est le module hydraulique 48 par rapport au premier différentiel 22.

L'agencement et le fonctionnement du module hydraulique 48 va être détaillé par la suite, en référence à la figure 2. Le module hydraulique 49 est de préférence réalisé de manière analogue au module 48, de sorte à faciliter la fabrication du véhicule automobile.

En référence à la figure 2, il est représenté une partie du premier différentiel 22 en coupe axiale par rapport à l'axe X_1-X_1 qui coïncide avec l'axe transversal du véhicule 2. L'axe X_1-X_1 coïncide de ce fait avec la direction des demi-arbres 18 et 20, non représentés sur la figure 2 par souci de clarté. Il est aussi représenté la machine électrique 34, le module mécanique 40 et le module hydraulique 48.

Le différentiel 22 comporte un carter 50 et un porte-satellite 51 entrainant des satellites en rotation autour de l'axe X_1-X_1, de manière à entrainer à leur tour les demi-arbres 18 et 20. Le porte-satellite 51 comporte une première excroissance cylindrique 52 et une deuxième excroissance cylindrique 53. Les excroissances cylindriques 52 et 53 sont coaxiales et dirigées selon l'axe X_1-X_1. En outre, les excroissances cylindriques 52 et 53 sont creuses, de sorte que les

demi-arbres 18 et 20 sont normalement logés à l'intérieur de celles-ci et pivotent autour de l'axe X_1-X_1, par rapport au porte-satellite 51.

Le module hydraulique 48 comprend un corps de pompe 54 fixé au carter 50. Un unique moteur hydraulique 55 d'axe X_1–X_1 est logé dans le corps de pompe 54. Le moteur hydraulique 55 convertit l'énergie provenant d'un fluide sous pression, en énergie mécanique sous la forme d'un couple entraînant le différentiel 22.

Dans cet exemple de réalisation, le moteur hydraulique 55 comprend une came de pompe 56 fixée au porte-satellite 51. La came 56 présente une forme de bague annulaire entourée par le porte-satellite 51. De la sorte, la surface cylindrique interne (non référencée) du porte-satellite 51 est solidaire de la surface externe (non référencée) de la came de pompe 56. La surface interne (non référencée) de la came de pompe 56 présente une forme ondulée.

Le moteur hydraulique 55 comprend en outre un distributeur hydraulique 60, monté à l'intérieur d'un logement prévu dans le corps de pompe 54, et entrainé en rotation par la première excroissance cylindrique 52. Le distributeur hydraulique 60 est en appui axial contre un barillet 62 solidaire du corps de pompe 54. Le barillet 62 comporte une pluralité de cylindres 63, chacun associé à un piston radial 64 en contact par une de ses extrémités à la surface interne de la came de pompe 56 et destiné à coulisser à l'intérieur du cylindre 63 correspondant. Ainsi, les pistons radiaux 64 sont actionnés par la came de pompe 56, notamment par la forme particulière de la surface interne de la came de pompe 56.

Une extrémité des cylindres 63 est en communication fluidique avec le distributeur hydraulique pour le passage de fluide en mode aspiration ou en mode refoulement du moteur hydraulique 55. Le flux d'écoulement du fluide dans le mode aspiration est représenté par la flèche F_1 et le flux d'écoulement du fluide dans le mode refoulement est représenté par la flèche F_2. La direction des flèches F_1 et F_2 s'inverse lorsque le sens de rotation du différentiel 22 est inversé.

Le module hydraulique 48 peut ainsi échanger de la puissance mécanique avec le différentiel 22. En d'autres termes, il peut prélever

de la puissance mécanique transitant par le différentiel 22, ou ajouter une puissance mécanique supplémentaire à la puissance mécanique transitant par le différentiel 22. Les flux de fluide F_1 et F_2 permettent le transfert réversible de puissance hydraulique avec la transmission hydraulique 46.

Le module mécanique 40 comporte un arbre primaire 66 lié en rotation avec la machine électrique 34. Dans cet exemple de réalisation, l'arbre primaire 66 est confondu avec l'arbre moteur de la machine électrique 34. L'arbre primaire 66 est monté rotatif par rapport au carter 50 du différentiel 22 au moyen d'une paire de paliers rotatifs 68. L'arbre primaire 66 comporte un premier pignon fixe 70 et un second pignon fixe 72, le diamètre du second pignon fixe 72 étant strictement inférieur au diamètre du premier pignon fixe 70.

Le module mécanique 40 comporte par ailleurs un arbre secondaire 74 monté rotatif par rapport au carter 50 du différentiel 22 parallèlement à l'arbre primaire 66. L'arbre 74 est maintenu au moyen d'une paire de paliers rotatifs 76. Un premier pignon fou 78 est monté de manière rotative sur l'arbre secondaire 74. Le diamètre du pignon fou 78 est tel que celui-ci engrène avec le premier pignon fixe 70 de l'arbre primaire 66. De la même façon, un second pignon fou 80 est monté de manière rotative sur l'arbre secondaire 74 et engrenant avec le deuxième pignon fixe 72 de l'arbre primaire 66. Un dispositif de crabotage 82 des pignons fou 78 et 80 est prévu, comprenant un baladeur à crabots (non référencé) monté sur et entraîné en rotation par l'arbre secondaire 74 et capable d'être entraîné en translation par une fourche d'actionnement (non représentée) par rapport à l'arbre secondaire 74, selon la direction axiale de cet arbre. De cette façon, le dispositif de crabotage 82 est apte à enclencher le crabotage de l'un des pignons fous 78 et 80 par rapport à l'arbre secondaire 74, en décalant selon la direction axiale le baladeur à crabots pour le rendre solidaire dudit pignon fou, et lier ainsi en rotation ledit pignon fou avec l'arbre secondaire 74. Il en résulte une transmission de puissance mécanique entre les arbres 66 et 74, avec un rapport de réduction

différent, selon que l'un ou l'autre des pignons fous 78 et 80 a été craboté.

Le module mécanique 40 comporte en outre un manchon 84 solidaire de la seconde excroissance cylindrique 53 du porte-satellite 51. En l'espèce, le manchon 84 comporte des cannelures (non représentées) coopérant avec des cannelures complémentaires (non représentées) prévues sur l'excroissance 53. Le manchon 84 est maintenu par une paire de paliers rotatifs 86. Le manchon 84 comprend une couronne dentée 90 qui engrène avec un pignon de descente 88 prévu sur l'arbre secondaire 74. Cet agencement permet de lier en rotation l'arbre secondaire 74 avec le manchon 84.

Au moyen d'un tel dispositif, la machine électrique 34 peut fournir de la puissance mécanique à l'arbre primaire 66. Cette puissance mécanique fournie peut être transmise à l'arbre secondaire 74 au moyen de la transmission mécanique constituée des pignons fixes 70 et 72, des pignons fous 78 et 80 et du dispositif de crabotage 82. En outre, compte tenu du fait que cette transmission comporte deux pignons fixes de diamètres différents et engrenant respectivement avec deux pignons fous, le rapport de réduction défini par le ratio de la vitesse de rotation de l'arbre secondaire 74 sur la vitesse de rotation de l'arbre primaire 66 peut prendre deux valeurs distinctes. La puissance mécanique transmise à l'arbre secondaire 74 est ensuite transmise au porte-satellite 51 au moyen du pignon de descente 88 et du manchon 84. Cette puissance mécanique peut alors être répartie entre les demi-arbres 18 et 20 grâce au différentiel 22. La transmission de puissance mécanique entre la machine électrique 34 et les demi-arbres 18 et 20 peut se faire dans un sens, comme détaillé précédemment, comme dans l'autre.

Il est bien entendu possible, sans sortir du cadre de l'invention, d'intervertir la position d'une partie ou de la totalité des pignons fixes et des pignons fous. Par exemple, l'arbre primaire peut comprendre les deux pignons fous et l'arbre secondaire les deux pignons fixes. Selon une autre alternative, l'arbre primaire peut comprendre un pignon fixe et un pignon fou engrenant respectivement avec un pignon fou et un

pignon fixe de l'arbre secondaire. Toutefois, les pignons fous sont préférentiellement tous situés sur le même arbre primaire ou secondaire, et les pignons fixes tous situés sur l'autre arbre, de sorte à pouvoir utiliser un seul dispositif de crabotage pour enclencher le crabotage de deux pignons fous.

Ainsi, au moyen du module mécanique 40, de la puissance mécanique transitant par le différentiel 22 entre les deux demi-arbres 18 et 20 peut être prélevée et fournie à la machine électrique 34, par exemple pour être transformée en énergie électrique afin de recharger les batteries 36 et 38. Dans le sens inverse, de la puissance mécanique fournie par la machine électrique 34 peut être ajoutée, au moyen du module mécanique 40, à la puissance mécanique transitant par le différentiel 22 afin d'entrainer les roues motrices 14 et 16. Grâce au module hydraulique 48, de la puissance mécanique transitant par le différentiel 22 entre la machine électrique 34 et les demi-arbres 18 et 20 peut être prélevée, transformée en énergie hydraulique par le moteur hydraulique 55 et fournie à la transmission hydraulique 46. Dans le sens inverse, de la puissance hydraulique provenant de la transmission hydraulique 46 peut être récupérée par le module hydraulique 48, transformée en puissance mécanique par le moteur hydraulique 55 et ajoutée à la puissance mécanique transitant par le différentiel 22.

Grâce à un tel dispositif, le véhicule automobile 2 permet de rouler avec quatre roues motrices avec un couple plus important sur l'arrière. En faisant craboter le pignon fou 80, on diminue le rapport de réduction ce qui permet d'additionner un couple plus important sur les roues arrière du véhicule en cas de besoin d'un pic de couple pour franchir un obstacle. Toujours lorsque le pignon fou 80 est craboté, il est possible de rouler à faible vitesse en actionnant la machine électrique 34 et en désactivant le moteur à combustion interne 42.

Par ailleurs, cet agencement permet d'améliorer la récupération d'énergie cinétique par freinage régénératif par la machine électrique 34. En particulier, la récupération d'énergie est rendue plus efficiente du fait qu'il est possible de récupérer une plus grande

quantité de couple transmissible par le train avant en phase de décélération, par l'intermédiaire de la transmission hydraulique 46.

En crabotant le pignon fou 78, il est possible d'apporter une puissance mécanique d'appoint au train arrière du véhicule 2 pour des vitesses élevées. En particulier, cette disposition permet de mettre en place une fonction « boost » pour des manœuvres de dépassement.

Au vu de ce qui précède, l'utilisation d'un différentiel comprenant un module hydraulique connecté avec une transmission hydraulique et un module mécanique connecté avec une machine électrique permet d'obtenir une transmission à quatre roues motrices efficace et particulièrement adaptée à une propulsion hybride. En particulier, les plusieurs rapports de réduction permettent d'adapter la transmission à quatre roues motrices à différents terrains ou situations de fonctionnement.

Par ailleurs, l'utilisation d'une transmission hydraulique et d'un module hydraulique associé permet d'éviter l'utilisation d'une transmission mécanique entre les différentiels du véhicule, ce dont il résulte une économie de place importante, en particulier au sein du tunnel de transmission 12. Il est alors possible de disposer les batteries d'alimentation 36 et 38 de la machine électrique 34 dans le tunnel de transmission 12. On peut de ce fait augmenter le volume de batteries embarquées dans le véhicule 2, ce qui accroît l'autonomie de la machine électrique 34 et de la propulsion hybride du véhicule 2. On peut également augmenter le dimensionnement de la machine électrique 34, de sorte à améliorer le comportement général du véhicule.

REVENDICATIONS

1. Véhicule automobile (2) à quatre roues motrices (14, 16, 24, 26) et à propulsion hybride, comprenant deux roues (14, 16) situées à une première extrémité longitudinale (6) et deux roues (24, 26) situées à une deuxième extrémité longitudinale (8), opposée à la première extrémité (6), une première source d'énergie rotative (34) située à la première extrémité (6) et mécaniquement reliée à un premier différentiel (22), ledit premier différentiel (22) étant mécaniquement relié à deux demi-arbres (18, 20) respectivement solidaires de chacune des deux roues (14, 16) situées à la première extrémité (6), une seconde source d'énergie rotative (42) située à la seconde extrémité (8) et mécaniquement reliée à un second différentiel (32), ledit second différentiel (32) étant mécaniquement relié à deux demi-arbres (28, 30) respectivement solidaires de chacune des deux roues (24, 26) situées à la seconde extrémité (8), une transmission (46) étant prévue pour permettre l'échange de puissance entre le premier différentiel (22) et le second différentiel (32), caractérisé en ce que la transmission (46) comprend une transmission hydraulique, au moins l'un des premier et second différentiels (22, 32) comprenant un module hydraulique (48, 49) capable de transformer de manière réversible au moins une partie de la puissance mécanique transitant par ledit différentiel (22, 32) en puissance hydraulique et à la transmettre à la transmission hydraulique (46).

2. Véhicule (2) selon la revendication 1, dans lequel la première source d'énergie rotative (34) comprend une machine électrique et la seconde source d'énergie rotative (42) comprend un moteur à combustion interne.

3. Véhicule (2) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la première extrémité longitudinale (6) est l'extrémité arrière du véhicule, la deuxième extrémité longitudinale (8) étant l'extrémité avant du véhicule.

4. Véhicule (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le premier différentiel (22) comprend un module mécanique (40) capable d'échanger de la puissance mécanique entre la première source d'énergie rotative (34) et un porte-satellite (51) dudit premier différentiel (22).

5. Véhicule (2) selon la revendication précédente, dans lequel le module mécanique (40) comprend un réducteur à au moins deux rapports de réduction différents.

6. Véhicule (2) selon la revendication précédente, dans lequel le réducteur comporte exactement deux rapports de réduction différents.

7. Véhicule selon la revendication 5 ou 6, dans lequel le réducteur comporte un arbre primaire (66) lié en rotation avec la première source d'énergie rotative (34) et un arbre secondaire (74) lié en rotation avec le porte-satellite (51), l'un des deux arbres primaire et secondaire (66) comprenant au moins deux pignons fixes (70, 72) engrenant respectivement avec au moins deux pignons fous (76, 80) montés sur l'autre des deux arbres primaire et secondaire (74), le réducteur comprenant en outre un dispositif de crabotage (82) de l'un des pignons fous (78, 80).

8. Véhicule (2) selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, dans lequel le réducteur comporte un manchon (84) formant un assemblage cannelé avec une excroissance cylindrique (53) solidaire du porte-satellite (51), un arbre primaire (66) lié en rotation avec la première source d'énergie rotative (34) et un arbre secondaire (74) comprenant un pignon de descente (80) engrenant avec une couronne dentée (90) solidaire du manchon (84).

9. Véhicule (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le deuxième différentiel (32) comprend un module mécanique (44) capable d'échanger de la puissance mécanique entre la deuxième source d'énergie rotative (42) et un porte-satellite dudit deuxième différentiel (32).

10. Véhicule (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un tunnel de transmission (12)

s'étendant selon la direction longitudinale, la première source d'énergie rotative comprenant une machine électrique (34) et une batterie d'alimentation (36, 38), la batterie d'alimentation (36, 38) étant disposée à l'intérieur du tunnel de transmission (12).

5

FIG.1

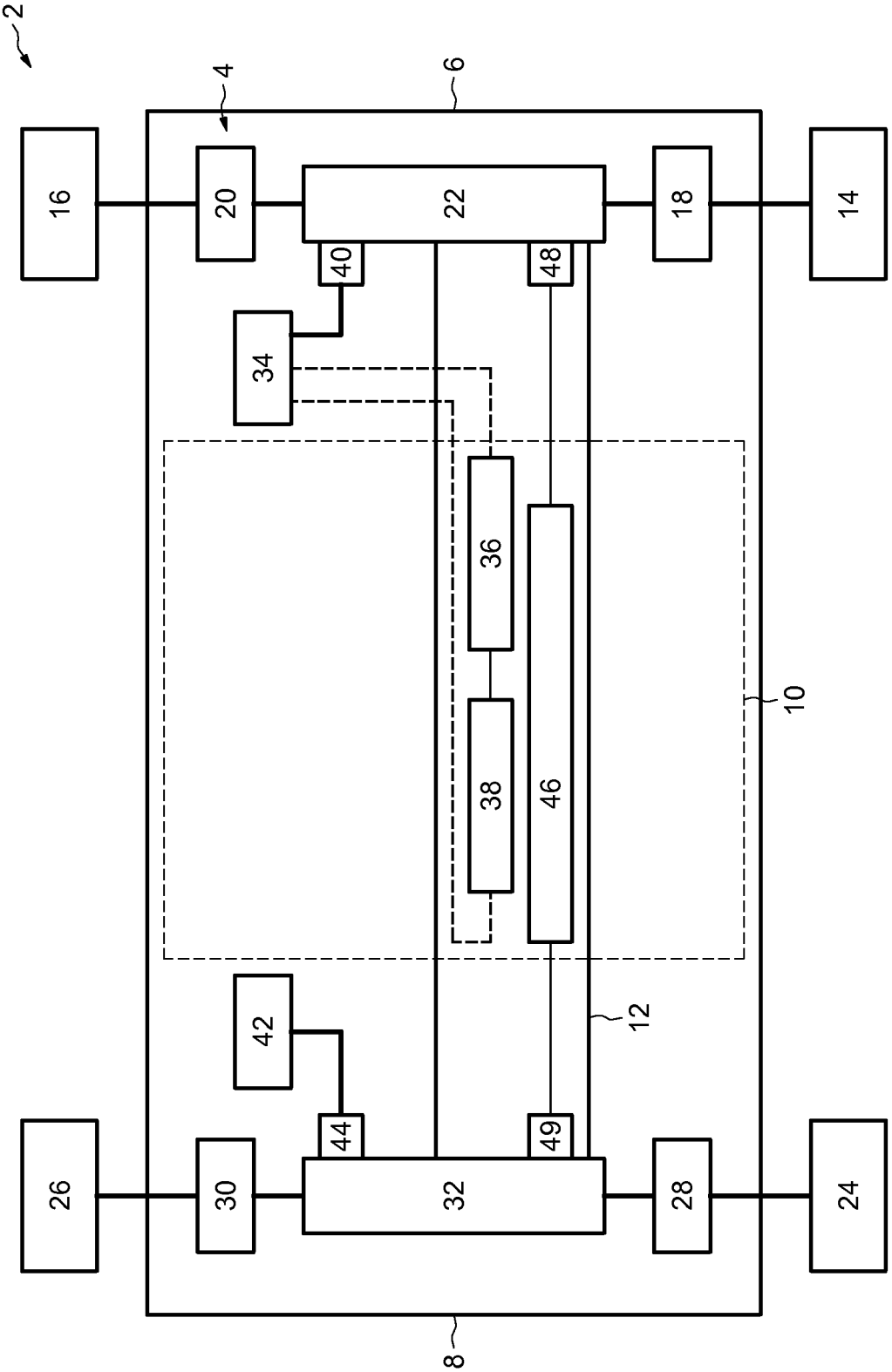
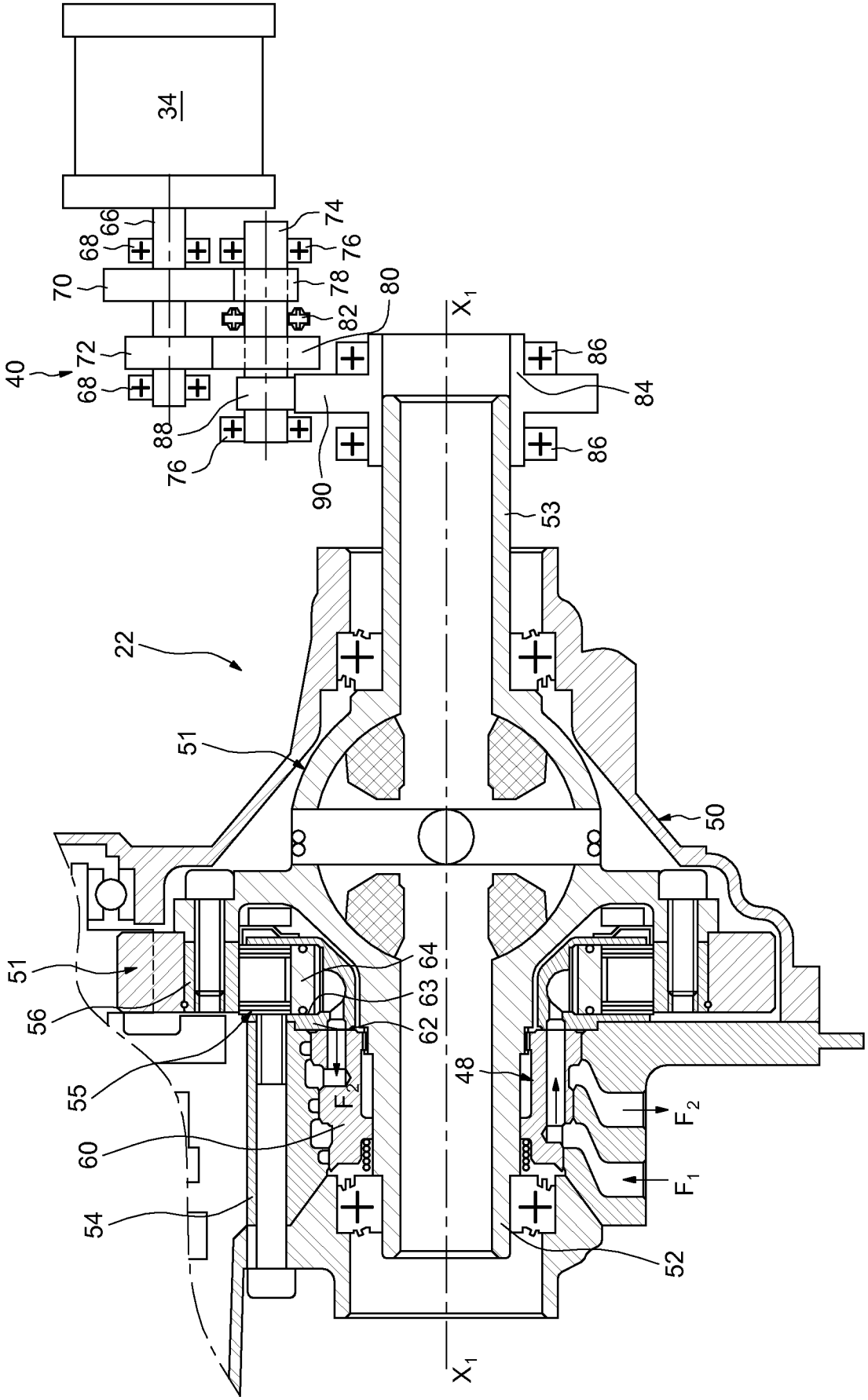


FIG.2


34
66
68
74
76
70
78
80
82
40
72
68
86
84
88
76
90
86
53
22
51
50
51
64
63
56
62
55
48
60
54
52
F_2
F_1
X_1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/052733

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60K6/52 B60K17/356 B60K6/48 B60K17/10 F16H48/26
F16H48/27 F16H39/00 B60K1/00
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)
B60K B60W F16H

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.
X	US 2004/251067 A1 (GRAY CHARLES L [US] ET AL) 16 December 2004 (2004-12-16)	1,3-6,9
Y	abstract figures 2-4 paragraphs [0016], [0018] - [0021], [0031] - [0033], [0036] - [0038], [0041] - [0044], [0055], [0058]	7,8
X	JP H08 20253 A (NISSAN MOTOR) 23 January 1996 (1996-01-23) abstract figure 1	1,3,4,9

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
31 January 2017	16/02/2017

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

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/052733

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2011/051360 A1 (MULLER WILLEM J M [DE]; MULLER KATHERINA [DE]) 5 May 2011 (2011-05-05) figures 1,2 page 5, line 11 - page 7, line 22 page 13, lines 8-14	1-5,9,10
Y	EP 2 819 277 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 31 December 2014 (2014-12-31) figures 2,3,6 paragraphs [0030] - [0032], [0042] - [0051]	7,8
A	WO 2015/132488 A1 (RENAULT SA [FR]) 11 September 2015 (2015-09-11) figure 1 the whole document	1

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2016/052733

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004251067 A1	16-12-2004	AU 2005210614 A1	18-08-2005
		CA 2553031 A1	18-08-2005
		CN 101128335 A	20-02-2008
		CN 102514475 A	27-06-2012
		EP 1740406 A2	10-01-2007
		JP 2007524540 A	30-08-2007
		US 2004251067 A1	16-12-2004
		US 2007278027 A1	06-12-2007
		WO 2005075233 A2	18-08-2005
JP H0820253 A	23-01-1996	NONE	
WO 2011051360 A1	05-05-2011	DE 102009051204 A1	19-05-2011
		EP 2493715 A1	05-09-2012
		WO 2011051360 A1	05-05-2011
EP 2819277 A1	31-12-2014	CN 104054241 A	17-09-2014
		EP 2819277 A1	31-12-2014
		JP 2013176209 A	05-09-2013
		US 2015038277 A1	05-02-2015
		WO 2013125682 A1	29-08-2013
WO 2015132488 A1	11-09-2015	CN 106255612 A	21-12-2016
		EP 3113967 A1	11-01-2017
		FR 3018229 A1	11-09-2015
		WO 2015132488 A1	11-09-2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2016/052733

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B60K6/52 B60K17/356 B60K6/48 B60K17/10 F16H48/26
F16H48/27 F16H39/00 B60K1/00
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)
B60K B60W F16H

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2004/251067 A1 (GRAY CHARLES L [US] ET AL) 16 décembre 2004 (2004-12-16)	1,3-6,9
Y	abrégé figures 2-4 alinéas [0016], [0018] - [0021], [0031] - [0033], [0036] - [0038], [0041] - [0044], [0055], [0058]	7,8
X	JP H08 20253 A (NISSAN MOTOR) 23 janvier 1996 (1996-01-23) abrégé figure 1	1,3,4,9

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] 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
31 janvier 2017	16/02/2017

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Dubreuil, Cédric

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2016/052733

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2011/051360 A1 (MULLER WILLEM J M [DE]; MULLER KATHERINA [DE]) 5 mai 2011 (2011-05-05) figures 1,2 page 5, ligne 11 - page 7, ligne 22 page 13, lignes 8-14	1-5,9,10
Y	EP 2 819 277 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 31 décembre 2014 (2014-12-31) figures 2,3,6 alinéas [0030] - [0032], [0042] - [0051]	7,8
A	WO 2015/132488 A1 (RENAULT SA [FR]) 11 septembre 2015 (2015-09-11) figure 1 le document en entier	1

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2016/052733

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004251067 A1	16-12-2004	AU 2005210614 A1	18-08-2005
		CA 2553031 A1	18-08-2005
		CN 101128335 A	20-02-2008
		CN 102514475 A	27-06-2012
		EP 1740406 A2	10-01-2007
		JP 2007524540 A	30-08-2007
		US 2004251067 A1	16-12-2004
		US 2007278027 A1	06-12-2007
		WO 2005075233 A2	18-08-2005
JP H0820253 A	23-01-1996	AUCUN	
WO 2011051360 A1	05-05-2011	DE 102009051204 A1	19-05-2011
		EP 2493715 A1	05-09-2012
		WO 2011051360 A1	05-05-2011
EP 2819277 A1	31-12-2014	CN 104054241 A	17-09-2014
		EP 2819277 A1	31-12-2014
		JP 2013176209 A	05-09-2013
		US 2015038277 A1	05-02-2015
		WO 2013125682 A1	29-08-2013
WO 2015132488 A1	11-09-2015	CN 106255612 A	21-12-2016
		EP 3113967 A1	11-01-2017
		FR 3018229 A1	11-09-2015
		WO 2015132488 A1	11-09-2015