



(51) Classification internationale des brevets :
B60K 6/48 (2007.10) *B60W 30/18* (2012.01)
B60W 20/12 (2016.01) *B60W 10/08* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/050204

(22) Date de dépôt international :
30 janvier 2017 (30.01.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1650795 2 février 2016 (02.02.2016) FR

(71) Déposant : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA
[FR/FR]; Route de Gisy, 78140 Velizy Villacoublay (FR).

(72) Inventeur : DESCHAMPS, Vincent; 17 Rue Jean Pierre
Timbaud, 92130 Issy Les Moulineaux (FR).

(74) Mandataire : LEROUX, Jean Philippe; Peugeot Citroen
Automobiles SA, Propriété Industrielle, 18 rue des Fau-
velles, 92250 La Garenne Colombes (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, KH, 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).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

Publiée :

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

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING THE BRAKING ENERGY RECOVERY FUNCTION OF A HYBRID VEHICLE ON A DOWNWARD SLOPE

(54) Titre : PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE CONTRÔLE DE LA FONCTION DE RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE DE FREINAGE D'UN VÉHICULE HYBRIDE DANS UNE PENTE DESCENDANTE

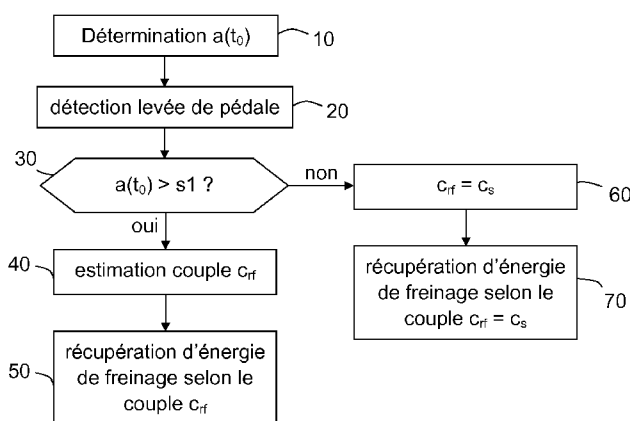


FIG.2

(57) Abstract : The invention relates to a method for controlling a braking energy recovery function of a vehicle (V) comprising a driver-controlled accelerator pedal and a hybrid drive chain including a non-thermal prime mover (MM) with reversible operation. The method comprises a step (10-70) in which the vehicle (V) determines the vehicle acceleration at a time t_0 and, when the vehicle (V) is travelling, or preparing to travel, on a downward slope and the driver is no longer pressing on the accelerator pedal, the vehicle (V) determines a braking energy recovery torque suitable for at least partially cancelling the determined acceleration, and controls the prime mover (MM) such that it recovers the braking energy according to the determined torque.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



-
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

Un procédé permet de contrôler une fonction de récupération d'énergie de freinage d'un véhicule (V) comportant une pédale d'accélérateur contrôlée par un conducteur et une chaîne de transmission hybride comportant une machine motrice (MM) non thermique et à fonctionnement réversible. Ce procédé comprend une étape (10-70) dans laquelle le véhicule (V) détermine son accélération à un instant t_0 , et, lorsque le véhicule (V) circule, ou s'apprête à circuler, sur une voie de circulation en pente descendante et que le conducteur n'appuie plus sur la pédale d'accélérateur, le véhicule (V) détermine un couple de récupération d'énergie de freinage propre à annuler au moins partiellement cette accélération déterminée, puis contrôle la machine motrice (MM) de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ce couple déterminé.

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE CONTRÔLE DE LA FONCTION DE RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE DE FREINAGE D'UN VÉHICULE HYBRIDE DANS UNE PENTE DESCENDANTE

5

L'invention concerne les véhicules, éventuellement de type automobile, et comprenant un système de freinage conventionnel et une chaîne de transmission hybride et à fonction de récupération d'énergie de freinage.

10 On entend ici par « système de freinage conventionnel » un système de freinage hydraulique dans lequel l'effort de freinage fourni par le conducteur est directement transmis, sans modulation permettant de diminuer en temps réel ce freinage hydraulique au profit d'un freinage de récupération (par exemple électrique).

15 Dans les véhicules précités, généralement de type automobile, lorsqu'un effort de freinage doit être généré du fait de la présence d'une pente descendante induisant une accélération alors que la chaîne de transmission est fermée, le conducteur lève tout d'abord le pied de la pédale d'accélérateur, ce qui en général induit un freinage récupératif (ou
20 récupération d'énergie de freinage). Ce freinage récupératif est généralement ressenti par le conducteur comme un frein moteur.

Si le conducteur estime qu'il a besoin de davantage de freinage que celui qui est induit par la fonction de récupération d'énergie de freinage, il doit appuyer sur la pédale de frein, et c'est alors un freinage hydraulique qui vient
25 compléter le freinage récupératif (avec éventuellement un surplus de freinage électrique). Le freinage hydraulique étant totalement dissipatif, l'énergie de freinage, qui complète le freinage récupératif, est donc totalement perdue, ce qui est dommage en termes de consommation.

Par ailleurs, les véhicules hybrides équipés d'un système de freinage
30 conventionnel génèrent actuellement, du point de vue du conducteur, un frein moteur beaucoup plus important qu'un véhicule à chaîne de transmission

purement thermique. Cette caractéristique est destinée à garantir la génération d'un maximum de freinage récupératif avant que le conducteur n'appuie sur la pédale de frein et donc, comme expliqué plus haut, que l'énergie de freinage hydraulique soit totalement perdue. Or, la décélération induite par le frein moteur (et utilisée par la fonction de récupération d'énergie de freinage) est parfois mal ressentie par certains conducteurs.

L'invention a donc notamment pour but d'améliorer la situation, par exemple afin de permettre une augmentation de l'amplitude du freinage récupératif en lever de pied de la pédale d'accélérateur dans certaines situations, comme par exemple lors d'un roulage sur une pente descendante.

Elle propose notamment à cet effet un procédé destiné à permettre le contrôle d'une fonction de récupération d'énergie de freinage d'un véhicule comportant une pédale d'accélérateur propre à être contrôlée par un conducteur et une chaîne de transmission hybride comportant une machine motrice non thermique et à fonctionnement réversible.

Ce procédé se caractérise par le fait qu'il comprend une étape dans laquelle le véhicule détermine son accélération à un instant t_0 , et, lorsque le véhicule circule, ou s'apprête à circuler, sur une voie de circulation en pente descendante et que le conducteur n'appuie plus sur la pédale d'accélérateur, le véhicule détermine un couple de récupération d'énergie de freinage propre à annuler au moins partiellement cette accélération déterminée, puis contrôle sa machine motrice de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ce couple déterminé.

Ainsi, on peut améliorer la récupération de l'énergie de freinage lorsque le véhicule est sur une pente descendante, en permettant au conducteur de ne pas faire appel au freinage hydraulique, ou bien faire moins appel au freinage hydraulique du véhicule (ce qui dépend notamment de la capacité de récupération de la machine motrice).

Le procédé de contrôle selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui peuvent être prises séparément ou en combinaison, et notamment :

- dans un premier mode de réalisation, le véhicule peut déterminer une accélération qu'il aurait à un instant t_0 en présence d'un couple dit standard

de récupération d'énergie de freinage en cas de lever de pied de la pédale d'accélérateur, puis déterminer un couple de récupération d'énergie de freinage en fonction de cette accélération déterminée, puis contrôler sa machine motrice de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ce couple déterminé lorsque le conducteur lève effectivement le pied de la pédale d'accélérateur ;

➤ le véhicule peut déterminer son accélération pour un instant t_0 égal à un instant en cours, puis, si cette accélération déterminée est supérieure à un seuil choisi, le véhicule peut déterminer le couple de récupération d'énergie de freinage qui est propre à rendre l'accélération du véhicule égale à ce seuil d'accélération, tandis que si cette accélération déterminée est inférieure au seuil choisi, le véhicule peut déterminer un couple de récupération d'énergie de freinage égal au couple standard ;

• le seuil choisi peut, à titre d'exemple, être compris entre 0 m.s^{-2} et $0,5 \text{ m.s}^{-2}$;

➤ en variante, le véhicule peut déterminer son accélération pour un instant t_0 égal à un instant en cours, puis peut déterminer si sa vitesse en cours est supérieure ou égale à une vitesse réglementaire imposée sur la voie de circulation, et dans l'affirmative il peut déterminer un couple de récupération d'énergie de freinage propre à rendre sa vitesse en cours inférieure ou égale à cette vitesse réglementaire, tandis que si cette vitesse en cours est inférieure à cette vitesse réglementaire, le véhicule peut ne pas utiliser la fonction de récupération d'énergie de freinage ;

- dans un second mode de réalisation, le véhicule peut déterminer son accélération en cours, à un instant t_0 égal à un instant en cours, puis peut déterminer un couple de récupération d'énergie de freinage propre à annuler cette accélération déterminée pour maintenir une vitesse en cours, puis peut contrôler sa machine motrice de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ce couple déterminé.

L'invention propose également un dispositif, destiné à contrôler une fonction de récupération d'énergie de freinage d'un véhicule comportant une pédale d'accélérateur propre à être contrôlée par un conducteur et une chaîne de transmission hybride comportant une machine motrice non

thermique et à fonctionnement réversible.

Ce dispositif se caractérise par le fait qu'il est agencé pour déterminer une accélération de son véhicule à un instant t_0 , et lorsque son véhicule circule, ou s'apprête à circuler, sur une voie de circulation en pente descendante et que le conducteur n'appuie plus sur la pédale d'accélérateur, pour déterminer un couple de récupération d'énergie de freinage propre à annuler au moins partiellement cette accélération déterminée, puis pour contrôler la machine motrice de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ce couple déterminé.

Par exemple, ce dispositif peut être agencé pour déterminer une accélération que son véhicule aurait à un instant t_0 en présence d'un couple dit standard de récupération d'énergie de freinage en cas de lever de pied de la pédale d'accélérateur, puis pour déterminer un couple de récupération d'énergie de freinage en fonction de cette accélération déterminée, puis pour contrôler la machine motrice de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ce couple déterminé lorsque le conducteur lève effectivement le pied de la pédale d'accélérateur.

L'invention propose également un véhicule, éventuellement de type automobile, et comprenant une chaîne de transmission hybride comportant une machine motrice non thermique et à fonctionnement réversible, une pédale d'accélérateur propre à être contrôlée par un conducteur, une fonction de récupération d'énergie de freinage, et un dispositif de contrôle du type de celui présenté ci-avant.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels:

- la figure 1 illustre schématiquement et fonctionnellement un véhicule comprenant une chaîne de transmission hybride et un calculateur de supervision comprenant un dispositif de contrôle selon l'invention, et
- la figure 2 illustre schématiquement un exemple d'algorithme mettant en œuvre un procédé de contrôle selon l'invention.

L'invention a notamment pour but de proposer un procédé de contrôle, et un dispositif de contrôle DC associé, destinés à permettre un

contrôle de la fonction de récupération d'énergie de freinage d'un véhicule V à chaîne de transmission hybride.

On considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que le véhicule (hybride) V est de type automobile. Il s'agit par exemple d'une voiture. Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de véhicule hybride. Elle concerne en effet tout véhicule terrestre ayant une chaîne de transmission hybride destinée à produire du couple pour faire tourner des roues, une fonction de récupération d'énergie de freinage et un système de freinage conventionnel. Par conséquent, l'invention concerne au moins les voitures, les motocyclettes, les véhicules utilitaires, les cars (ou bus) et les camions.

On entend ici par « système de freinage conventionnel » un système de freinage hydraulique dans lequel l'effort de freinage fourni par le conducteur est directement transmis, sans modulation permettant de diminuer en temps réel ce freinage hydraulique au profit d'un freinage de récupération.

Par ailleurs, on entend ici par « chaîne de transmission hybride » une chaîne de transmission comprenant un groupe motopropulseur (ou GMP) comportant au moins un moteur thermique et au moins une machine motrice non thermique.

On a schématiquement représenté sur la figure 1 un véhicule V comprenant une chaîne de transmission comportant un groupe motopropulseur (ou GMP) de type hybride, un calculateur de supervision CS propre à superviser (ou gérer) le fonctionnement du GMP, un embrayage EM, une boîte de vitesses robotisée BV, un moyen de couplage/découplage MC, et un dispositif de contrôle DC selon l'invention.

Le GMP hybride comprend notamment un moteur thermique MT, une machine motrice non thermique MM, et des moyens de stockage d'énergie MS.

On entend ici par « moteur thermique MT » une machine consommant du carburant ou des produits chimiques.

Par ailleurs, on entend ici par « machine motrice non thermique MM » une machine ou un moteur non thermique destiné(e) à fournir du couple pour déplacer un véhicule, soit seul(e), soit en complément du moteur thermique

MT. On notera que cette machine motrice non thermique MM peut ne pas être couplée au moteur thermique MT ou bien peut être continuellement accouplée au moteur thermique MT (et dans ce cas elle forme avec ce dernier (MT) un bloc indécouplable) ou bien peut être automatiquement
5 découplée.

On considère dans ce qui suit, à titre d'exemple illustratif, que la machine motrice non thermique MM est une machine électrique. Mais dans des variantes de réalisation il pourrait s'agir d'une machine hydraulique, d'une machine pneumatique ou d'un volant d'inertie, dès lors que l'on peut contrôler
10 le couple négatif qu'elle (qu'il) génère.

Le moteur thermique MT comprend un vilebrequin (non représenté) qui est solidarisé fixement à un arbre moteur afin d'entraîner ce dernier en rotation.

La boîte de vitesses BV peut être de tout type. Par conséquent il peut
15 s'agir d'une boîte de vitesses manuelle, d'une boîte de vitesses automatique (ou BVA) ou d'une boîte de vitesses manuelle pilotée (BVMP ou DCT (boîte à double embrayage)).

Cette boîte de vitesses BV comprend au moins un arbre d'entrée (ou primaire) destiné à recevoir le couple produit par le moteur thermique MT via
20 l'embrayage EM, et un arbre de sortie destiné à recevoir ce couple via l'arbre d'entrée afin de le communiquer à un arbre de transmission auquel il est couplé et qui est couplé indirectement aux roues (ici du train avant TV du véhicule V), de préférence via un différentiel avant DV. Par exemple, l'embrayage EM comprend un volant moteur solidarisé fixement à l'arbre
25 moteur et un disque d'embrayage solidarisé fixement à l'arbre d'entrée de la boîte de vitesses BV.

La machine électrique MM est de type réversible et couplée aux moyens de stockage d'énergie MS, éventuellement via un onduleur de type DC/DC (non représenté). Compte tenu de l'hypothèse faite plus haut, les
30 moyens de stockage d'énergie MS sont de type électrique. Par exemple, ils sont de type basse tension (par exemple environ 220 V).

Le moyen de couplage/découplage MC est ici chargé de coupler/découpler la machine électrique MM à un/d'un arbre de transmission afin de

communiquer le couple qu'elle produit grâce à l'énergie stockée dans les moyens de stockage MS. Cet arbre de transmission est chargé d'entraîner en rotation les roues (ici du train arrière TR du véhicule V), de préférence via un différentiel arrière DR. Ce moyen de couplage/découplage MC est par exemple un mécanisme à crabots ou un embrayage ou encore un convertisseur de couple hydraulique.

La chaîne de transmission comprend également une machine électrique AD (démarrreur ou alerno-démarrreur) qui est couplée au moteur thermique MT, éventuellement via une roue libre, notamment pour le lancer lors d'un démarrage. Cette machine électrique AD est également couplée à des moyens de stockage d'énergie, qui sont éventuellement ceux référencés MS, comme illustré non limitativement sur la figure 1, mais qui pourraient être agencés sous la forme d'une batterie, par exemple de type très basse tension (par exemple 12 V, 24 V ou 48V).

Par ailleurs, le véhicule V met en œuvre une fonction de récupération d'énergie de freinage destinée à récupérer de l'énergie de freinage via la machine électrique MM lorsque la chaîne de transmission est en frein moteur et que le conducteur n'appuie pas sur la pédale d'accélérateur (« lever de pied »). Cette récupération se fait grâce au fonctionnement réversible de la machine électrique MM. L'énergie de freinage, ici électrique, qui est récupérée par le couple de la machine électrique MM est stockée dans les moyens de stockage MS.

Les fonctionnements du moteur thermique MT, du moyen de couplage/découplage MC, de la machine électrique MM et de la machine électrique AD sont, ici, contrôlés par le calculateur de supervision CS. Mais ils pourraient être contrôlés par plusieurs (au moins deux) calculateurs. Ce contrôle s'effectue en fonction d'informations et d'instructions fournies par des équipements électroniques embarqués dans le véhicule V, comme par exemple des capteurs et des calculateurs. Par exemple, le véhicule V peut comprendre un réseau de communication, éventuellement de type multiplexé, et permettant à des équipements électroniques embarqués (et notamment le calculateur de supervision CS et l'ordinateur de bord), qui sont connectés à lui, d'échanger des informations et instructions.

Comme indiqué précédemment, l'invention propose de mettre en œuvre dans le véhicule V un procédé de contrôle destiné à permettre le contrôle de sa fonction de récupération d'énergie de freinage en cas de lever de pied de la pédale d'accélérateur.

5 Un tel procédé peut être mis en œuvre par le dispositif de contrôle DC. Dans l'exemple non limitatif illustré sur la figure 1, le dispositif de contrôle DC fait partie du calculateur de supervision CS de la chaîne de transmission. Mais cela n'est pas obligatoire. Ce dispositif de contrôle DC pourrait en effet être un équipement indépendant, éventuellement couplé au calculateur de
10 supervision CS. Par conséquent, le dispositif de contrôle DC peut être réalisé sous la forme de modules logiciels (ou informatiques ou encore « software »), ou bien d'une combinaison de circuits électroniques (ou « hardware ») et de modules logiciels.

Le procédé de contrôle, selon l'invention, comprend une étape dans
15 laquelle le véhicule V commence par déterminer son accélération $a(t_0)$ à un instant t_0 . Il est important de comprendre que cette accélération $a(t_0)$ est fonction, notamment, de la pente descendante de la portion de voie de circulation sur laquelle le véhicule V circule ou s'apprête à circuler.

Il est également important de noter que cette pente peut être
20 déterminée par au moins un capteur embarqué dans le véhicule V ou bien définie par des informations topographiques fournies par un dispositif d'aide à la navigation embarqué dans le véhicule V. On notera que ces informations topographiques peuvent être contenues dans une base de données du dispositif d'aide à la navigation ou peuvent être transmises à ce dernier, par
25 exemple par un réseau de communication par satellites. Par exemple, ce dispositif d'aide à la navigation peut fournir la pente de la portion de voie de circulation à venir via ce que l'homme de l'art appelle l'horizon électronique.

De préférence, l'accélération $a(t_0)$ est déterminée de façon permanente (c'est-à-dire périodiquement), pour une question de réactivité.

30 Puis, si deux conditions sont réunies, à savoir que le véhicule V circule, ou s'apprête à circuler, sur une voie de circulation en pente descendante et que le conducteur n'appuie plus sur la pédale d'accélérateur, le véhicule V (et plus précisément son dispositif (de contrôle) DC) détermine

un couple de récupération d'énergie de freinage c_{rf} propre à annuler au moins partiellement cette accélération déterminée $a(t_0)$. Ensuite, le véhicule V (et plus précisément son dispositif DC) contrôle la machine électrique MM de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ce couple déterminé c_{rf} lorsque le conducteur lève effectivement le pied de la pédale d'accélérateur.

La variation du couple c_{rf} est obtenue en faisant varier un paramètre d'alimentation électrique de la machine électrique MM, comme par exemple son courant d'alimentation ou sa tension d'alimentation.

Cette variation du couple c_{rf} est destinée à adapter le freinage récupératif en fonction de l'accélération $a(t_0)$ lorsque le conducteur n'appuie pas sur la pédale d'accélérateur et donc que le véhicule V est sur une pente descendante.

On notera qu'en l'absence de contrôle du couple de récupération d'énergie de freinage par le dispositif DC, la fonction de récupération d'énergie de freinage impose à la machine électrique MM de récupérer l'énergie de freinage selon un couple dit standard (ou nominal) c_s lorsque le conducteur n'appuie pas sur la pédale d'accélérateur.

Au moins deux modes de réalisation peuvent être envisagés.

Dans un premier mode de réalisation, le véhicule V (et plus précisément son dispositif DC) peut commencer par déterminer l'accélération $a(t_0)$ qu'il aurait à un instant t_0 en présence du couple standard (ou nominal) c_s récupéré par la machine électrique MM en cas de lever de pied de la pédale d'accélérateur.

Puis, le véhicule V (et plus précisément son dispositif DC) peut déterminer un couple de récupération d'énergie de freinage c_{rf} en fonction de cette accélération déterminée $a(t_0)$. Enfin, le véhicule V (et plus précisément son dispositif DC) peut contrôler la machine électrique MM afin qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ce couple déterminé c_{rf} .

Par exemple, l'instant t_0 peut être égal à l'instant en cours (t). Dans ce cas, le véhicule V (et plus précisément son dispositif DC) n'a besoin de connaître que l'accélération $a(t_0 = t)$ en cours.

Cette dernière peut, par exemple, être fournie par au moins un accéléromètre embarqué dans le véhicule V.

En variante, elle peut être déterminée à partir d'informations topographiques fournies par un dispositif d'aide à la navigation embarqué dans le véhicule V, et plus précisément à partir de la pente que présente la portion de voie de circulation sur laquelle circule le véhicule V à l'instant t en cours (et donc pour sa position en cours).

Une fois que le véhicule V (et plus précisément son dispositif DC) connaît l'accélération $a(t_0 = t)$ en cours, il peut déterminer si cette accélération déterminée $a(t_0 = t)$ est supérieure à un seuil choisi s_1 . Dans l'affirmative, le véhicule V (et plus précisément son dispositif DC) peut déterminer le couple de récupération d'énergie de freinage c_{rf} qui est propre à annuler ou compenser au moins partiellement cette accélération déterminée $a(t_0 = t)$, puis peut contrôler la machine électrique MM de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ce couple déterminé c_{rf} . En revanche, si cette accélération déterminée $a(t_0 = t)$ est inférieure au seuil choisi s_1 , le véhicule V (et plus précisément son dispositif DC) peut déterminer un couple de récupération d'énergie de freinage c_{rf} qui est égal au couple standard c_s .

A titre d'exemple le seuil choisi s_1 peut être compris entre 0 m.s^{-2} et $0,5 \text{ m.s}^{-2}$.

On comprendra que dans ce premier mode de réalisation, une fois que l'on a identifié que la pente descendante va nécessiter une augmentation du freinage si l'on veut maintenir la vitesse en cours, on augmente le freinage récupératif par rapport au freinage récupératif standard (ou nominale) en « lever de pied ». On notera que si le conducteur désire accélérer le véhicule V, il peut le faire en appuyant sur la pédale d'accélérateur.

Dans une variante de réalisation du premier mode, une fois que le véhicule V (et plus précisément son dispositif DC) connaît l'accélération $a(t_0 = t)$ en cours et la vitesse $v(t_0 = t)$ en cours, il peut déterminer si cette vitesse en cours $v(t_0)$ est supérieure ou égale à une vitesse réglementaire imposée sur la voie de circulation. Puis, dans l'affirmative, le véhicule V (et plus précisément son dispositif DC) peut déterminer un couple de récupération d'énergie de freinage c_{rf} qui est propre à rendre sa vitesse en cours $v(t_0)$ inférieure ou égale à cette vitesse réglementaire. En revanche, si cette vitesse en cours $v(t_0)$ est inférieure ou égale à cette vitesse réglementaire, le véhicule V (et plus

précisément son dispositif DC) peut ne pas utiliser la fonction de récupération d'énergie de freinage.

Dans cette variante, on effectue une espèce de régulation du freinage récupératif en fonction de l'accélération en cours et donc de la pente en cours, afin que la vitesse en cours demeure inférieure ou égale à la vitesse réglementaire.

On notera que la vitesse réglementaire imposée à l'instant t_0 sur la voie de circulation est définie par des informations qui sont fournies par le dispositif d'aide à la navigation embarqué dans le véhicule V ou par un calculateur embarqué dans le véhicule V et chargé d'analyser l'environnement de ce dernier (V), et notamment de lire les informations inscrites sur les panneaux de limitation de vitesse, par exemple au moyen d'au moins une caméra frontale.

Dans un second mode de réalisation, le véhicule V (et plus précisément son dispositif DC) peut déterminer son accélération en cours $a(t_0)$, à un instant t_0 qui est égal à l'instant en cours (t). Cette accélération $a(t_0)$ en cours peut être obtenue de la même façon que dans le premier mode de réalisation (accéléromètre(s) embarqué(s) ou à partir d'informations topographiques). Puis, le véhicule V (et plus précisément son dispositif DC) peut déterminer un couple de récupération d'énergie de freinage c_{rf} qui est propre à annuler cette accélération déterminée $a(t_0)$ pour maintenir sa vitesse en cours $v(t)$, et contrôler la machine électrique MM de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ce couple déterminé c_{rf} .

Dans ce second mode de réalisation, on effectue une espèce de régulation en boucle fermée du freinage récupératif en fonction de l'accélération en cours et donc de la pente en cours, afin de maintenir la vitesse en cours. On notera que si le conducteur désire accélérer le véhicule V, il peut le faire en appuyant sur la pédale d'accélérateur.

On a schématiquement illustré sur la figure 2 un exemple non limitatif d'algorithme mettant en œuvre un procédé de contrôle selon l'invention. Cet exemple correspond au premier mode de réalisation décrit précédemment.

Dans une sous-étape 10, le dispositif DC d'un véhicule V détermine

l'accélération $a(t_0)$ qu'il aurait à un instant t_0 si le conducteur n'appuyait pas sur la pédale d'accélérateur.

Dans une sous-étape 20, le dispositif DC peut être informé du fait que le conducteur n'appuie pas sur la pédale d'accélérateur. On notera que dans une variante cette sous-étape 20 pourrait survenir après la sous-étape 30.

Dans une sous-étape 30, le dispositif DC effectue un test pour déterminer si cette accélération $a(t_0)$ déterminée dans la sous-étape 10 est supérieure à un seuil choisi $s1$. Dans l'affirmative ($a(t_0) > s1$), le dispositif DC estime dans une sous-étape 40 un couple de récupération d'énergie de freinage c_{rf} qui est propre à annuler cette accélération déterminée $a(t_0)$.

Puis, dans une sous-étape 50, le dispositif DC contrôle la machine électrique MM de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ce couple déterminé c_{rf} .

Si le test effectué à la sous-étape 30 indique que l'accélération $a(t_0)$ déterminée dans la sous-étape 20 est inférieure au seuil choisi $s1$ (soit $a(t_0) < s1$), le dispositif DC détermine dans une sous-étape 60 un couple de récupération d'énergie de freinage c_{rf} qui est égal au couple standard c_s . Puis, dans une sous-étape 70, le dispositif DC contrôle la machine électrique MM de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ce couple déterminé c_{rf} ($= c_s$).

L'invention permet avantageusement d'améliorer la récupération de l'énergie de freinage lorsque le véhicule est sur une pente descendante, en permettant au conducteur de ne pas faire appel au freinage hydraulique.

REVENDICATIONS

1. Procédé de contrôle d'une fonction de récupération d'énergie de freinage d'un véhicule (V) comportant une pédale d'accélérateur propre à être contrôlée par un conducteur et une chaîne de transmission hybride comportant une machine motrice (MM) non thermique et à fonctionnement réversible, caractérisé en ce qu'il comprend une étape (10-70) dans laquelle ledit véhicule (V) détermine son accélération à un instant t_0 , et, lorsque ledit véhicule (V) circule, ou s'apprête à circuler, sur une voie de circulation en pente descendante et que ledit conducteur n'appuie plus sur ladite pédale d'accélérateur, ledit véhicule (V) détermine un couple de récupération d'énergie de freinage propre à annuler au moins partiellement ladite accélération déterminée, puis contrôle ladite machine motrice (MM) de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ledit couple déterminé.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-70) ledit véhicule (V) détermine une accélération qu'il aurait à un instant t_0 en présence d'un couple dit standard de récupération d'énergie de freinage en cas de lever de pied de ladite pédale d'accélérateur, puis détermine un couple de récupération d'énergie de freinage en fonction de ladite accélération déterminée, puis contrôle ladite machine motrice (MM) de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ledit couple déterminé lorsque ledit conducteur lève effectivement le pied de ladite pédale d'accélérateur.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-70) ledit véhicule (V) détermine son accélération pour un instant t_0 égal à un instant en cours, puis, si ladite accélération déterminée est supérieure à un seuil choisi, ledit véhicule (V) détermine ledit couple de récupération d'énergie de freinage propre à rendre l'accélération dudit véhicule (V) égale audit seuil d'accélération, tandis que si ladite accélération déterminée est inférieure audit seuil choisi, ledit véhicule (V) détermine un couple de récupération d'énergie de freinage égal audit couple standard.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit seuil

choisi est compris entre 0 m.s^{-2} et $0,5 \text{ m.s}^{-2}$.

5 Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-70) ledit véhicule (V) détermine son accélération pour un instant t_0 égal à un instant en cours, puis détermine si sa vitesse en cours est supérieure ou égale à une vitesse réglementaire imposée sur ladite voie de circulation, détermine un couple de récupération d'énergie de freinage propre à rendre sa vitesse en cours inférieure ou égale à ladite vitesse réglementaire, tandis que si ladite vitesse en cours est inférieure à ladite vitesse réglementaire, ledit véhicule (V) n'utilise pas ladite fonction de récupération d'énergie de freinage.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-70) ledit véhicule (V) détermine son accélération en cours, à un instant t_0 égal à un instant en cours, puis détermine un couple de récupération d'énergie de freinage propre à annuler ladite accélération déterminée pour maintenir une vitesse en cours, puis contrôle ladite machine motrice (MM) de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ledit couple déterminé.

7. Dispositif (DC) pour contrôler une fonction de récupération d'énergie de freinage d'un véhicule (V) comportant une pédale d'accélérateur propre à être contrôlée par un conducteur et une chaîne de transmission hybride comportant une machine motrice (MM) à fonctionnement réversible, caractérisé en ce qu'il est agencé pour déterminer une accélération dudit véhicule (V) à un instant t_0 , et, lorsque ledit véhicule (V) circule, ou s'apprête à circuler, sur une voie de circulation en pente descendante et que ledit conducteur n'appuie plus sur ladite pédale d'accélérateur, pour déterminer un couple de récupération d'énergie de freinage propre à annuler au moins partiellement ladite accélération déterminée, puis pour contrôler ladite machine motrice (MM) de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ledit couple déterminé.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il est agencé pour déterminer une accélération que ledit véhicule (V) aurait à un instant t_0 en présence d'un couple dit standard de récupération d'énergie de freinage en cas de lever de pied de ladite pédale d'accélérateur, puis pour déterminer un couple de récupération d'énergie de freinage en fonction de ladite

accélération déterminée, puis pour contrôler ladite machine motrice (MM) de sorte qu'elle récupère l'énergie de freinage selon ledit couple déterminé lorsque ledit conducteur lève effectivement le pied de ladite pédale d'accélérateur.

- 5 9. Véhicule (V) comprenant une chaîne de transmission hybride comportant une machine motrice (MM) non thermique et à fonctionnement réversible, une pédale d'accélérateur propre à être contrôlée par un conducteur et une fonction de récupération d'énergie de freinage, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif de contrôle (DC) selon la
- 10 revendication 8.

 10. Véhicule selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il est de type automobile.

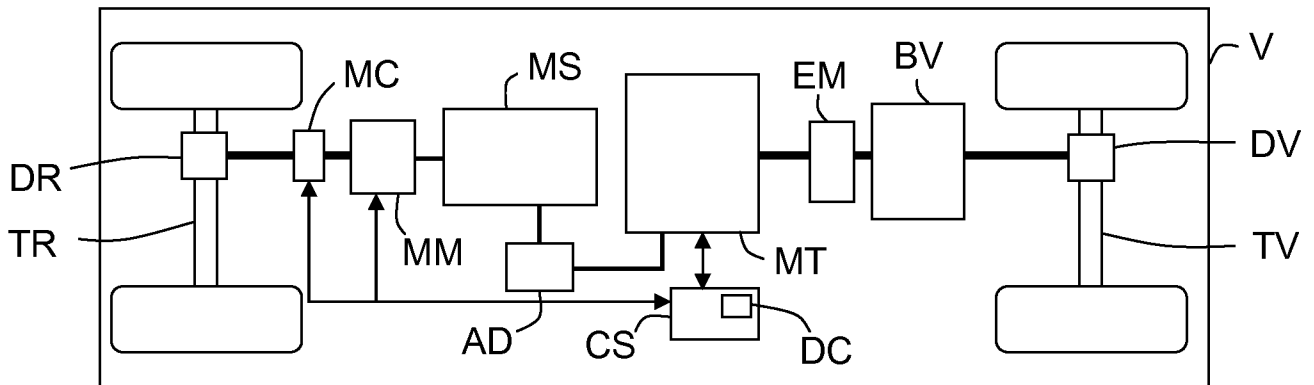


FIG.1

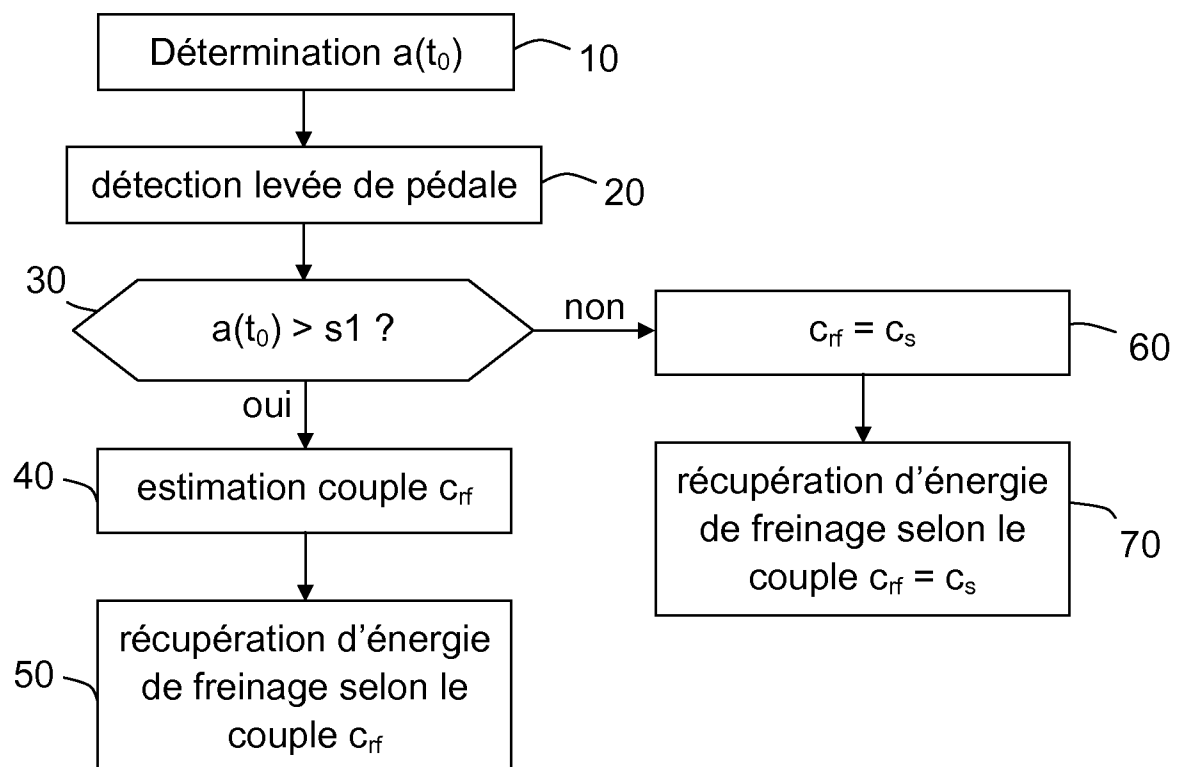


FIG.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/050204

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60K6/48 B60W20/12 B60W30/18 B60W10/08
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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 529 972 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 5 December 2012 (2012-12-05) paragraph [0023] - paragraph [0024]; figure 1 paragraph [0027] paragraph [0033] paragraph [0063] - paragraph [0067]; figure 8	1-10
X	US 2008/300762 A1 (CROMBEZ DALE SCOTT [US]) 4 December 2008 (2008-12-04) paragraph [0020] - paragraph [0029]; figures 1-3 ----- -/--	1-10



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

4 May 2017

Date of mailing of the international search report

21/06/2017

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

Engelhardt, Helmut

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/050204

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014/336860 A1 (SAITOH DAI [JP] ET AL) 13 November 2014 (2014-11-13) paragraph [0038] - paragraph [0045]; figures 1,3 paragraph [0093] the whole document -----	1-10
X	US 2009/112386 A1 (SAITOH DAI [JP] ET AL) 30 April 2009 (2009-04-30) paragraph [0010] - paragraph [0012]; figures 1-5 the whole document -----	1-10
A	DE 10 2013 211340 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 18 December 2014 (2014-12-18) paragraph [0016] - paragraph [0018] -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/050204

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2529972	A1	05-12-2012	CN 102725187 A 10-10-2012
		EP 2529972 A1	05-12-2012
		JP 5267685 B2	21-08-2013
		US 2012330505 A1	27-12-2012
		WO 2011092855 A1	04-08-2011

US 2008300762	A1	04-12-2008	NONE

US 2014336860	A1	13-11-2014	DE 112012005139 T5 20-11-2014
		JP 5324015 B1	23-10-2013
		JP WO2013084681 A1	27-04-2015
		US 2014336860 A1	13-11-2014
		WO 2013084681 A1	13-06-2013

US 2009112386	A1	30-04-2009	JP 4458300 B2 28-04-2010
		JP 2009106130 A	14-05-2009
		US 2009112386 A1	30-04-2009

DE 102013211340	A1	18-12-2014	CN 105121245 A 02-12-2015
		DE 102013211340 A1	18-12-2014
		EP 3010773 A1	27-04-2016
		US 2016101698 A1	14-04-2016
		WO 2014202317 A1	24-12-2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/050204

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60K6/48 B60W20/12 B60W30/18 B60W10/08 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		
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-Internat		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 2 529 972 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 5 décembre 2012 (2012-12-05) alinéa [0023] - alinéa [0024]; figure 1 alinéa [0027] alinéa [0033] alinéa [0063] - alinéa [0067]; figure 8 -----	1-10
X	US 2008/300762 A1 (CROMBEZ DALE SCOTT [US]) 4 décembre 2008 (2008-12-04) alinéa [0020] - alinéa [0029]; figures 1-3 -----	1-10
X	US 2014/336860 A1 (SAITOH DAI [JP] ET AL) 13 novembre 2014 (2014-11-13) alinéa [0038] - alinéa [0045]; figures 1,3 alinéa [0093] le document en entier ----- -/--	1-10
☒ 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 4 mai 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 21/06/2017
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 Engelhardt, Helmut

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	US 2009/112386 A1 (SAITOH DAI [JP] ET AL) 30 avril 2009 (2009-04-30) alinéa [0010] - alinéa [0012]; figures 1-5 le document en entier	1-10
A	----- DE 10 2013 211340 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 18 décembre 2014 (2014-12-18) alinéa [0016] - alinéa [0018] -----	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/050204

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2529972	A1	05-12-2012	CN 102725187 A	10-10-2012
			EP 2529972 A1	05-12-2012
			JP 5267685 B2	21-08-2013
			US 2012330505 A1	27-12-2012
			WO 2011092855 A1	04-08-2011

US 2008300762	A1	04-12-2008	AUCUN	

US 2014336860	A1	13-11-2014	DE 112012005139 T5	20-11-2014
			JP 5324015 B1	23-10-2013
			JP WO2013084681 A1	27-04-2015
			US 2014336860 A1	13-11-2014
			WO 2013084681 A1	13-06-2013

US 2009112386	A1	30-04-2009	JP 4458300 B2	28-04-2010
			JP 2009106130 A	14-05-2009
			US 2009112386 A1	30-04-2009

DE 102013211340	A1	18-12-2014	CN 105121245 A	02-12-2015
			DE 102013211340 A1	18-12-2014
			EP 3010773 A1	27-04-2016
			US 2016101698 A1	14-04-2016
			WO 2014202317 A1	24-12-2014
