

(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
24 avril 2014 (24.04.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/060665 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F02B 21/02 (2006.01) F02M 31/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/052139

(22) Date de dépôt international :
18 septembre 2013 (18.09.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1259896 17 octobre 2012 (17.10.2012) FR

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

(72) Inventeur : LECOCQ, Aurelien; 6 All de Vilvert, F-
78350 Jouy en Josas (FR).

(74) Mandataire : RENOUS-CHAN, Veronique; Peugeot Ci-
troen Automobiles SA, Propriété Industrielle, 18 rue des
Fauvelles, F-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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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 :

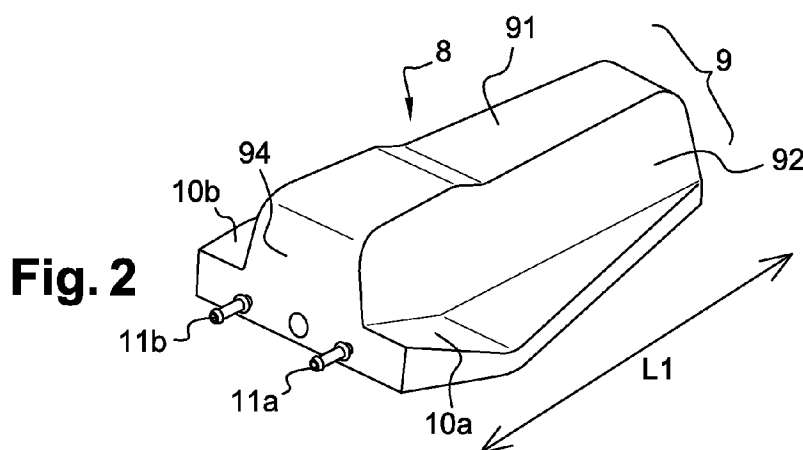
— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

Publiée :

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

(54) Title : HYBRID PNEUMATIC-COMBUSTION ENGINE

(54) Titre : MOTEUR HYBRIDE PNEUMATIQUE-THERMIQUE



(57) Abstract : The invention relates to an arrangement comprising: a hybrid pneumatic-combustion engine, in which at least one combustion chamber is connected to at least one pressurised storage tank (8); and an exhaust line connected to the engine and intended to release the exhaust gases discharged by the engine. The engine is characterised in that a portion of the exhaust line, known as the through portion, is thermally coupled to the tank, and in that another portion of the exhaust line, known as the bypass portion, bypasses the through portion, with means being provided to distribute the flow of the exhaust gases between the through portion and the bypass portion of the exhaust line.

(57) Abrégé : L'invention a pour objet un agencement comprenant - un moteur hybride pneumatique-thermique dont au moins une chambre de combustion est reliée

[Suite sur la page suivante]



WO 2014/060665 A1



à au moins un réservoir (8) de stockage de gaz sous pression, et - une ligne d'échappement reliée au moteur et destinée à évacuer les gaz d'échappement émis par ledit moteur, caractérisé en ce qu'une portion de la ligne d'échappement, dite traversante, est en couplage thermique avec ledit réservoir, et en ce qu'une autre portion, dite de dérivation, de la ligne d'échappement est disposée en dérivation de ladite portion traversante, des moyens étant prévus pour répartir le flux des gaz d'échappement entre la portion traversante et la portion en dérivation de ladite ligne d'échappement.

MOTEUR HYBRIDE PNEUMATIQUE-THERMIQUE

[0001] La présente invention se rapporte à un moteur hybride pneumatique-thermique. Elle se rapporte plus particulièrement, sans s'y limiter, à l'utilisation de ce type de moteur dans le domaine automobile, pour les véhicules de transport de passagers individuels ou collectifs, ou de transport de fret ... C'est donc en référence à cette application que les explications suivantes seront données, bien que l'invention ne s'y limite pas.

[0002] On désigne sous l'appellation de moteurs hybrides pneumatiques-thermiques les moteurs à combustion interne, essence ou diesel, qui utilisent le couple résistif en entrée du groupe motopropulseur lors des phases de freinage/décélération pour stocker de l'énergie sous forme pneumatique, qui permettra au moteur de fonctionner hors de ces phases de freinage au moins en partie par la seule force motrice pneumatique ainsi stockée. Concrètement, il s'agit d'air comprimé, issu de la chambre de combustion par le mouvement inertiel des pistons lors des freinages, qui est stocké dans un réservoir pour ensuite être réinjecté dans la chambre de combustion quand le moteur sort de ses phases de freinage, notamment lors des phases d'accélération et de roulage à faible vitesse, pour produire un couple positif, et ainsi permettre au véhicule de rouler sur une certaine distance uniquement grâce à cet air comprimé injecté, sans consommer de carburant. Le pilotage du stockage de l'air comprimé de la chambre de combustion vers un réservoir puis de sa restitution du réservoir directement dans la chambre de combustion se fait par commande de soupapes dites de charge-décharge dédiées à cette fonction, disposées sur un ou plusieurs des cylindres du moteur. Un mode de réalisation de ce concept est connu par exemple du document FR-2 865 769.

[0003] On a ainsi une alimentation en gaz (comburant) de la chambre de combustion qui est mixte, et qui provient,

- soit du circuit d'admission d'air extérieur usuel des moteurs à combustion interne, en vue de brûler du carburant du type essence ou diesel, pour faire fonctionner le moteur en mode combustion,

- soit sous forme d'air comprimé provenant du réservoir évoqué plus haut, air comprimé qui a été stocké et qui est réinjecté pour faire fonctionner le moteur en mode pneumatique, la seule pression de l'air comprimé servant de force motrice, par exemple lors des redémarrages en mode « stop and start », sans recourir à des équipements électriques.

[0004] Ce type de moteur accepte ainsi au minimum trois modes de fonctionnement :

- le mode thermique : il convertit l'énergie contenue dans le carburant en travail mécanique

- le mode pompe : il convertit l'énergie mécanique (couple, régime) en énergie thermodynamique (pression, température) que l'on nommera énergie pneumatique, et

- 5 - le mode pneumatique : il convertit l'énergie pneumatique en travail mécanique. La gestion des modes est assurée par un calculateur qui interprète la demande conducteur et la converti en commandes pour les différents actionneurs.

[0005] Cependant, la quantité d'air comprimé qu'on peut stocker ainsi dans un réservoir est limitée, car elle est fonction de la durée des décélérations. Elle est particulièrement
10 réduite dans certaines conditions de roulage stabilisées, sur autoroutes par exemple. En outre, quand bien même les conditions de roulage seraient optimales, le réservoir d'air comprimé présente un volume donné limité, son implantation dans le véhicule n'étant pas toujours aisée.

[0006] L'invention a alors pour but d'augmenter le rendement énergétique global de ce
15 type de moteur pneumatique-thermique. Accessoirement, elle cherche à atteindre ce but sans augmenter la taille du réservoir et/ou en améliorant/facilitant son implantation dans le véhicule.

[0007] L'invention a tout d'abord pour objet un agencement comprenant - un moteur hybride pneumatique-thermique dont au moins une chambre de combustion est reliée à au
20 moins un réservoir de stockage de gaz sous pression, et - une ligne d'échappement reliée au moteur et destinée à évacuer les gaz d'échappement émis par ledit moteur. Selon l'invention, une portion de la ligne d'échappement, dite traversante, est en couplage thermique avec ledit réservoir, et une autre portion, dite de dérivation, de la ligne d'échappement est disposée en dérivation de ladite portion traversante. Des moyens sont
25 également prévus pour répartir le flux des gaz d'échappement entre la portion traversante et la portion en dérivation de ladite ligne d'échappement.

[0008] L'invention consiste donc à exploiter la chaleur des gaz d'échappement pour modifier/ augmenter de façon contrôlée la température du gaz contenu dans le réservoir, et ainsi en augmenter la pression afin que le véhicule puisse rouler plus vite/plus loin en
30 mode pneumatique. A noter également que cette augmentation de rendement s'accompagne d'une meilleure maîtrise de consommation de carburant, et, donc, d'une diminution des émissions de gaz de type CO₂ du moteur. On opère ainsi un échange thermique entre les gaz d'échappement et le gaz du réservoir. L'existence de la dérivation permet de diminuer/stopper/réguler l'apport thermique des gaz d'échappement au gaz du

réservoir, notamment pour éviter d'atteindre une pression trop élevée. On exploite ainsi la relation entre température et pression selon la loi des gaz parfaits $PV = nRT$, en considérant par approximation que le gaz est de type gaz parfait.

5 [0009] De préférence, la portion de la ligne d'échappement traversante est couplée thermiquement au réservoir en le traversant ou en l'entourant. Ainsi, le réservoir peut être conçu de façon à pouvoir être traversé de part en part par la portion de ligne d'échappement, en assurant l'étanchéité entre le réservoir et la portion de ligne. On peut aussi prévoir que la portion de ligne d'échappement longe le réservoir ; en étant en contact avec sa paroi extérieure sur une surface suffisamment grande pour permettre un échange
10 thermique significatif.

[0010] De préférence, la portion de la ligne d'échappement traversante est couplée thermiquement au réservoir en le traversant et ladite portion traversante est raccordée dans le réservoir à un échangeur thermique air-air. La présence d'un échangeur air-air va favoriser encore plus le transfert thermique des gaz d'échappement vers le gaz sous
15 pression du réservoir.

[0011] De préférence, les moyens de répartition comprennent au moins une vanne, notamment en tout ou rien ou progressive : la commande de cette vanne permet d'envoyer tout le flux de gaz d'échappement vers la portion traversante, ou tout le flux vers la portion en dérivation, ou encore, si elle est progressive, partager en deux flux égaux ou non le flux
20 des gaz d'échappement entre ces deux portions.

[0012] Cette vanne peut être disposée dans la zone de jonction entre la portion de dérivation et le reste de la ligne d'échappement en amont de la portion de dérivation, ou dans la portion de dérivation.

25 [0013] De préférence, l'agencement selon l'invention comprend également une unité de contrôle apte à piloter les moyens de répartition.

[0014] De préférence, il comprend également des moyens de mesure ou d'estimation de paramètres physiques, dont la pression dans le réservoir de gaz sous pression et/ou la température des gaz d'échappement circulant dans la portion traversante, et qui sont connectés à l'unité de contrôle. L'unité de contrôle est ainsi apte à piloter la vanne en
30 utilisant des données transmises par les moyens de mesure ou d'estimation du type capteurs.

[0015] De préférence, l'agencement comprend également une structure de caisse de véhicule comprenant un plancher d'habitacle présentant un tunnel, ledit tunnel logeant au moins une partie du réservoir de gaz sous pression. Cette implantation est avantageuse, en ce sens que le réservoir peut être ainsi intégré au véhicule sans impact négatif sur le volume disponible dans le coffre arrière, et elle résout le problème de manque d'espace dans l'environnement immédiat du moteur à l'avant du véhicule.

[0016] L'invention a également pour objet un procédé de mise en œuvre de l'agencement décrit plus haut, où l'on régule la pression du gaz du réservoir sous pression en pilotant les moyens de répartition, notamment quand le moteur est en mode thermique.

[0017] On peut ainsi piloter les moyens de répartition en fonction d'au moins la pression de gaz dans le réservoir de gaz sous pression et/ou la température des gaz d'échappement circulant dans la portion traversante.

[0018] On peut piloter les moyens de répartition pour que le flux de gaz d'échappement passe majoritairement, notamment entièrement, dans la portion de dérivation quand la pression dans le réservoir de gaz sous pression dépasse une pression seuil P_s .

[0019] On peut piloter les moyens de répartition pour que le flux de gaz d'échappement passe majoritairement, notamment entièrement, dans la portion traversante pour augmenter la pression du réservoir quand le moteur est en mode thermique, notamment une fois la phase de stockage de gaz terminée, d'une pression P_1 jusqu'à une pression donnée P_2 . On a donc P_1 inférieur à P_2 .

[0020] L'invention a également pour objet un procédé de contrôle commande du moteur hybride pneumatique/thermique de l'agencement décrit plus haut, comprenant le pilotage du stockage de gaz sous pression de la chambre de combustion vers le réservoir et de sa restitution du réservoir sous pression directement dans la chambre de combustion, et le pilotage des moyens de répartition au moins lors du stockage en vue de réguler la pression des gaz dans ledit réservoir.

[0021] L'invention a également pour objet un procédé de gestion de l'alimentation en gaz du moteur hybride pneumatique/thermique, où l'on alimente en gaz la chambre de combustion par du gaz provenant d'un circuit d'admission d'air pour un fonctionnement du moteur en mode thermique et/ou du réservoir de gaz sous pression pour un fonctionnement du moteur en mode pneumatique, par commande sélective de soupapes d'admission d'air et de soupapes de charge-décharge.

[0022] L'invention a également pour objet tout véhicule, notamment automobile, comprenant l'agencement décrit plus haut.

[0023] Selon l'invention, la (ou les) chambre(s) de combustion est(sont) définie(s) par une culasse et un cylindre accueillant un piston, du gaz sous pression étant apte à être dirigé depuis la chambre de combustion vers le réservoir lors des phases de décélération, et depuis le réservoir vers la chambre de combustion en dehors de ces phases par commande d'une soupape. Le moteur comportant généralement plusieurs chambres de combustion, chacune peut être équipée d'une telle soupape et être susceptible d'alimenter le réservoir, ou seulement certaines d'entre elles, voire une seule. En outre, il est possible que toutes les chambres alimentent (et soient alimentées par) le réservoir alternativement.

[0024] D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'un mode particulier de réalisation, non limitatif de l'invention, faite en référence aux figures très schématiques suivantes :

- La figure 1 représente un schéma de principe d'un moteur hybride pneumatique,

- La figure 2 représente une vue cavalière, vue de dessus, d'un réservoir de stockage de gaz sous pression utilisé pour le moteur hybride de la figure 1,

- La figure 3 est une vue de dessous du réservoir de la figure 1 une fois implanté dans un véhicule automobile,

- La figure 4 est une vue cavalière du véhicule dans lequel est implanté le réservoir selon les figures 2 et 3,

- La figure 5 est une section cavalière selon l'axe longitudinal de la partie avant du véhicule selon la figure 4,

- La figure 6 est une section cavalière selon l'axe transversal de la partie avant du véhicule,

- La figure 7 est une vue de dessous du véhicule des figures précédentes.

[0025] Ces figures sont simplifiées pour en simplifier la compréhension, les éléments représentés ne sont donc pas nécessairement à l'échelle. Chaque référence conserve la même signification d'une figure à l'autre. On ne rentrera pas dans le détail d'une conception de structure de caisse, connue en soi. Des exemples avec tunnel sont décrits notamment dans les brevets WO 2012/130905, WO 2009/130431 et FR 2 955 077.

[0026] La figure 1 représente un moteur hybride pneumatique-thermique connu. Il comporte de façon classique un bloc moteur M comprenant une culasse 1 et quatre cylindres 2. Chaque cylindre comporte dans le cas ici représenté une soupape d'admission d'air 5 alimentée en air par un circuit d'admission d'air usuel selon la flèche f1, deux soupapes d'échappement 4, et une soupape de charge et décharge 6 d'air comprimé. Les soupapes d'admission 5 et d'échappement 4 coopèrent avec un dispositif de distribution, par exemple par arbres à cames, (non représenté) qui permet l'ouverture et la fermeture de ces soupapes en fonction de la position du piston (non représenté) dans le cylindre 2. La soupape de charge et décharge 6 d'air comprimé coopère avec un dispositif de distribution propre, non représenté, qui permet son ouverture et sa fermeture en fonction des besoins de charge et de décharge de gaz sous pression, besoins qui ne dépendent pas essentiellement de la position du piston dans le cylindre 2. Le moteur comprend encore un répartiteur d'air d'admission 3 permettant la distribution d'air d'admission dans les cylindres 2 par l'intermédiaire des soupapes d'admission 5, un collecteur d'échappement 1 permettant l'évacuation des gaz d'échappement des cylindres 2 par l'intermédiaire de la soupape d'échappement 4 vers la ligne d'échappement 9 selon la direction de la flèche f3.

[0027] Le moteur comporte aussi des moyens de stockage en gaz sous pression sous forme d'un réservoir 8 de stockage de gaz sous pression, et un réseau 7 de conduites (une conduite principale et des conduites dérivées pour chacun des cylindres) reliant le réservoir 8 de stockage de gaz sous pression aux cylindres 2 au niveau de leur soupape 6 de charge et de décharge de gaz sous pression. La flèche f2 indique que l'air comprimé vient alimenter le réservoir 8 à partir des chambres de combustion pendant les phases de freinage, en mode de fonctionnement thermique, et que l'air comprimé prend le chemin inverse quand le moteur passe en mode de fonctionnement pneumatique, lors des redémarrages notamment.

[0028] Avec ce type de moteur, la compression est faite en utilisant les cylindres 2, la pression maximale dans le réservoir 8 dépend directement du taux de compression du moteur. Par exemple, pour un moteur essence avec un taux de compression de 11, la pression maximum atteinte dans le réservoir sera de l'ordre de 20 bars. Au-delà de cette pression, le moteur en mode pompe pneumatique, c'est à dire de récupération d'énergie par compression d'air, ne sera plus en mesure de chasser l'air vers le réservoir d'air comprimé.

[0029] A ces niveaux de pression et pour des volumes de réservoir compatibles pour une application automobile du type véhicule léger, par exemple inférieurs à 50 litres, la capacité de stockage est de l'ordre de grandeur de l'énergie cinétique disponible sur un petit freinage (30 km/h à 0 km/h). La quantité d'énergie stockée étant relativement faible, il s'agit ici de récupérer et d'utiliser l'énergie dans des temps courts. Cette technologie repose sur la réactivité et la capacité du système à passer rapidement d'un mode moteur thermique à un mode pompe pneumatique ou d'un mode moteur pneumatique à un mode moteur thermique.

[0030] On décrit tout d'abord l'implantation du réservoir 8 dans le véhicule, qui se comprend au vu de l'ensemble des figures 2 à 7. Ce réservoir, selon l'exemple donné ici, est à parois en tôle métallique, d'une épaisseur de l'ordre de 1 à 10mm, notamment d'environ 5 mm, et il définit un volume compris entre 18 et 25 litres, ici de 20 litres.

[0031] La figure 2 et la figure 3 permettent de visualiser la forme du réservoir 8 selon l'exemple de l'invention : il se définit par une portion dite principale 9 et deux portions latérales symétriques 10a et 10b qui prolongent la portion principale latéralement.

[0032] La portion principale 9 est destinée à être logée dans le tunnel 20 du plancher 21 appartenant à la structure de caisse V (figure 4) d'un véhicule automobile, tunnel représenté notamment en figure 6 et qui est disposé selon l'axe longitudinal X du véhicule. Cette portion principale présente une face supérieure 91 sensiblement horizontale avec un décrochement au tiers de sa longueur L, des faces latérales 92 sensiblement inclinées par rapport à la verticale, comme cela est visible de la figure 6, et une face inférieure 93 sensiblement horizontale, visible aux figures 3 et 7. La section transversale de cette portion principale 9, sensiblement trapézoïdale comme on peut le voir de la figure 6, est de forme voisine de celle du tunnel 20, mais en étant dimensionnée de façon à ce que la distance entre la paroi du réservoir et celle du tunnel reste supérieure ou égale à une distance de sécurité, par exemple d'environ 5 mm. On voit aussi des figures, et notamment de la figure 7, que la section du tunnel 20 se modifie sur sa longueur L1, avec une largeur (mesurée selon l'axe transversal Y du véhicule) qui diminue de l'avant vers l'arrière : la première moitié, à l'avant du véhicule, présente un rétrécissement progressif vers l'arrière, la seconde moitié à l'arrière définit un couloir plus étroit aux parois parallèles. La portion 9 du réservoir est logée dans la première moitié du tunnel, et sa section (largeur) diminue sur sa longueur L1 de façon similaire à celle du tunnel. Quand la hauteur du tunnel varie le long de sa longueur, celle du réservoir peut s'adapter en

conséquence : dans l'exemple illustré, on voit un décrochement dans la paroi supérieure 91 du réservoir qui correspond à un décrochement analogue dans le plafond du tunnel 20.

[0033] En épousant ainsi la forme du tunnel dans ses trois dimensions, la portion principale 9 occupe un volume maximal sous tunnel. La longueur L de cette portion principale 9 est inférieure à celle, L1, du tunnel 20 : la longueur L peut être égale à environ 1/3 à 2/3 de la longueur L1 du tunnel, selon la taille de la section du tunnel et le volume du réservoir voulu. Dans l'exemple représenté, la longueur L est environ moitié de celle de L1, la portion 9 se situant en partie avant du tunnel 20 de façon à ce que la face 94 avant de celle-ci, visible en figure 2, débouche au niveau de la face avant du tunnel 20. On voit des figures 2 et 3 que, de la face avant 94 de la portion 9 de réservoir, saillent deux tiges 11a, 11b, appelées également suspentes de fixation qui sont utilisées pour fixer le réservoir à la structure de caisse. La fixation utilise le berceau 30 - visible à la figure 3 - permettant également, de façon connue, de fixer des trains roulants (non représentés) sur les brancards 40,41, appelés également traverses, visibles à la figure 7 et disposés le long de chacun des bords longitudinaux du tunnel. Le réservoir est fixé par ses suspentes 11a,11b au berceau 30 par l'intermédiaire de cales élastiques non représentées.

[0034] La portion principale 9 du réservoir 8 se prolonge donc latéralement par deux portions latérales 10a, 10b disposées symétriquement par rapport à la portion 9 et dont les faces inférieures sont dans le prolongement de la face inférieure 93 horizontale de la portion principale 9. Leurs faces supérieures sont d'une hauteur nettement moindre que la hauteur moyenne de la portion principale 9 : comme on peut le voir de la figure 6, ces portions latérales viennent se loger de chaque côté du tunnel en dessous du plancher, elles doivent rester suffisamment minces pour ne pas créer un encombrement supplémentaire significatif sous le plancher selon l'axe de la hauteur Z du véhicule.

[0035] Les figures 5, 6 et 7 permettent plus particulièrement de montrer le positionnement relatif entre ce réservoir 8 et la portion 13 de la ligne d'échappement 12 destinée à être logée habituellement dans le tunnel 20. Cette portion 13 est une tubulure métallique généralement de section cylindrique de section bien inférieure à la hauteur du tunnel et à celle de la portion 9 du réservoir 8, et d'épaisseur de parois d'environ 1 à 10 mm, par exemple de 2 à 5 mm. Il est prévu selon l'invention que cette portion 13 traverse la portion 9 du réservoir de part en part, sur toute sa longueur L, ladite portion 13 étant sensiblement rectiligne et orientée également sensiblement selon l'axe longitudinal X du véhicule, comme le tunnel 20 et le réservoir 8. On appellera cette portion de ligne la portion dite traversante, car elle traverse le réservoir. Elle peut cependant ne pas être

complètement alignée avec l'axe de la portion 9, son extrémité arrière débouchant alors de la face arrière de la portion 9 selon une inclinaison par rapport à l'axe X différente de celle de l'extrémité avant débouchant de la face avant de la portion 9. Elle peut être orientée horizontalement ou sensiblement horizontalement. Elle peut aussi, comme représenté plus précisément en figure 5, être inclinée vers le haut ou vers le bas – ici vers le haut – depuis son extrémité avant 13a vers son extrémité arrière 13b.

[0036] L'association entre le réservoir 8 et cette tubulure - ou portion traversante - 13 est réalisée de façon à ce qu'il y ait une étanchéité parfaite entre les deux composants, et aucune fuite possible de gaz du réservoir 8 vers la tubulure 13 ou vers l'extérieur et inversement. Soit on prévoit de percer le réservoir d'une ouverture circulaire 95a sur sa paroi avant (figure 2) et sa paroi arrière 95b (visible à la figure 5) et on y insère la tubulure 13, en assurant une étanchéité au niveau des ouvertures circulaires du réservoir. Soit on conçoit le réservoir de façon à ce qu'il définisse un passage cylindrique défini par une paroi interne à l'intérieur du réservoir, passage qui débouche dans des ouvertures circulaires 95a, 95b pratiquées comme dans le cas précédent dans la face avant et dans la face arrière du réservoir. Dans le premier cas, il peut être nécessaire de renforcer la tubulure 13, en prévoyant par exemple une épaisseur de paroi supérieure à celle du reste de la ligne d'échappement. Dans le dernier cas, notamment, le réservoir peut être un assemblage de deux demi-réservoirs, définissant chacun deux demi-coquilles qui, assemblées, constitueront le passage cylindrique. Notamment dans cette configuration, une variante optionnelle intéressante (non représentée aux figures) consiste à raccorder la portion traversante à un échangeur air-air : il est plus facile d'intégrer l'échangeur lors de l'assemblage des deux demi-coquilles, et sa présence renforce le transfert thermique des gaz d'échappement vers le gaz du réservoir.

[0037] Comme évoqué plus haut, on peut prévoir des moyens d'étanchéification spécifiques additionnels dans la zone d'interface entre les deux composants. Pour ce faire, on peut fabriquer le réservoir en plusieurs parties, une fois qu'on vient assembler ensuite avec/autour de la tubulure 13. La tubulure 13 se raccorde ensuite normalement avec des moyens de raccordement conventionnels avec le reste de la ligne d'échappement 12 en avant 12a et en arrière 12b du réservoir 8, quand on vient monter l'ensemble dans le tunnel 20. On peut aussi prévoir de réaliser un réservoir, de le monter sous tunnel puis d'y insérer la tubulure 13.

[0038] Dans le cas, ici proposé à titre d'exemple, où le réservoir 8 est donc au niveau de sa portion principale 9 muni d'un passage cylindrique aux parois étanches, ce passage

peut soit avoir une section très proche de celle de la tubulure 13, qu'on vient insérer en force dans la gaine cylindrique ainsi pratiquée au travers du réservoir 8, soit une section inférieure. Selon le choix dimensionnel fait, on peut avoir une couche d'air intercalaire donnée entre la paroi extérieure de la gaine cylindrique pratiquée dans le réservoir et la paroi extérieure également cylindrique de la tubulure 13, couche intercalaire éventuellement comblée par un matériau donné - compressible par exemple. Ou alors, les parois en question sont en contact direct.

[0039] Selon une variante non représentée, on peut également prévoir que le passage étanche traversant le réservoir soit équipé, à chacune de ses extrémités, d'un raccord de type échappement permettant de raccorder ce passage au reste de la ligne d'échappement, de façon connue, par des colliers de serrage notamment.

[0040] On note, comme représenté en figure 7, que le silencieux 14 entoure la portion 12b de la ligne d'échappement, en dehors du réservoir 8 naturellement mais toujours dans le tunnel 20. Il est également possible de le déplacer au-delà du tunnel, ce qui peut être nécessaire dans des configurations où la longueur du réservoir 8 est proche de celle du tunnel 20.

[0041] On décrit maintenant la façon avec laquelle l'invention propose d'utiliser les gaz d'échappement pour faire un échange thermique contrôlé avec le gaz sous pression du réservoir 8, en revenant aux figures 3 et 7 : ces figures représentent une portion de ligne traversante 13, ainsi qu'une autre portion de ligne d'échappement 50 dite de dérivation. Cette portion de dérivation 50 permet au flux des gaz d'échappement de contourner le réservoir 8 au lieu de le traverser. On dispose dans la zone de jonction amont entre la portion traversante 1 et la portion de dérivation 50 une vanne 60 progressive, commandée par une unité de contrôle non représentée. On prévoit également un capteur de température des gaz d'échappement au niveau de la portion traversante à l'entrée du réservoir et un capteur de pression dans le réservoir 8 (non représentés) qui remontent les mesures à l'unité de contrôle.

[0042] Le principe de l'invention est donc de faire piloter la vanne 60 par l'unité de contrôle, de façon à pouvoir augmenter de façon contrôlée la température du gaz sous pression du réservoir quand le moteur n'est pas en mode pneumatique, afin d'en augmenter la pression. Les flèches à la figure 3 indiquent la direction du flux des gaz d'échappement, qui, selon la position de la vanne, peuvent s'écouler soit uniquement par la portion 13, soit uniquement par la portion 50, soit en partie par l'une et en partie par l'autre.

[0043] Ainsi, quand le moteur passe en mode pneumatique, le gaz sous pression provenant du réservoir, toutes choses égales par ailleurs, est à une pression plus élevée, ce qui augmente le rendement global du moteur.

5 [0044] La dérivation permet de gérer cet échange thermique, notamment en permettant aux gaz d'échappement de passer dans cette dérivation, entièrement ou en partie, quand la pression du gaz dans le réservoir dépasse un seuil de sécurité par exemple, ou quand le réservoir est en phase de remplissage de gaz.

[0045] A titre d'exemple, on peut ainsi avoir les phases successives suivantes dans le fonctionnement d'un moteur tel que décrit plus haut :

10 1) démarrage du moteur en mode thermique ;

2) phase de roulage sur une courte durée avec le moteur en mode thermique, les gaz d'échappement passent entièrement par la portion traversante de la ligne d'échappement afin de préchauffer le réservoir 8 ;

15 3) phase de décélération ou de freinage avec passage en mode pompe et remplissage du réservoir grâce aux soupapes de charge/décharge dédiées et aux actionneurs dédiés correspondants jusqu'à un seuil de pression prédéfini (il n'y a plus de gaz d'échappement) ;

4) arrêt du véhicule et du moteur ;

20 5) redémarrage et restitution de l'énergie stockée sous forme de gaz sous pression par le réservoir 8 au moteur qui passe en mode pneumatique ;

25 6) le moteur repasse en mode thermique pour prendre le relais une fois l'énergie stockée sous forme de gaz sous pression épuisée, et mise en route d'une régulation de la pression dans le réservoir 8 dès que la distance de roulage sans freinage ou décélération est supérieure à une valeur donnée, par exemple 50 km, à l'aide de la vanne de répartition 60 (augmentation d'une pression P1 à une pression P2 sans dépasser une pression seuil Ps).

[0046] La régulation en pression du gaz contenu dans le réservoir est ainsi réalisée de préférence sur une période de roulage suffisante, stabilisée, avec le moteur en mode thermique. A noter que la portion traversante de la ligne d'échappement présente une certaine inertie thermique (conduite généralement métallique), et qu'il peut donc encore y
30 avoir des échanges thermiques, même faibles, hors mode thermique.

[0047] Il est également à noter que l'invention peut s'appliquer aussi bien aux moteurs à injection directe qu'aux moteurs à injection indirecte, l'injection directe permettant cependant de gérer plus facilement la richesse du mélange air/essence en mode thermique.

- 5 [0048] L'invention améliore ainsi le rendement des moteurs hybrides pneumatiques-thermiques, sans modifications majeures dans la conception de ces moteurs : elle ne fait qu'utiliser ou compléter les systèmes de tuyauteries existantes pour faire circuler le gaz sous pression, avec une vanne supplémentaire et utilise un réservoir et une unité de commande qui existent déjà.

Revendications

1. Agencement comprenant - un moteur hybride pneumatique-thermique (M) dont au
5 moins une chambre de combustion est reliée à au moins un réservoir (8) de stockage de
gaz sous pression, et - une ligne d'échappement reliée au moteur et destinée à évacuer
les gaz d'échappement émis par ledit moteur, caractérisé en ce qu'une portion (13) de la
ligne d'échappement, dite traversante, est en couplage thermique avec ledit réservoir, et
10 en ce qu'une autre portion (50), dite de dérivation, de la ligne d'échappement est disposée
en dérivation de ladite portion traversante, des moyens (60) étant prévus pour répartir le
flux des gaz d'échappement entre la portion traversante et la portion en dérivation de
ladite ligne d'échappement.

2. Agencement selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la portion de
la ligne d'échappement traversante (13) est couplée thermiquement au réservoir (8) en le
15 traversant ou en l'entourant.

3. Agencement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la
portion de la ligne d'échappement traversante (13) est couplée thermiquement au
réservoir (8) en le traversant et en ce que ladite portion traversante est raccordée dans le
réservoir à un échangeur thermique air-air.

20 4. Agencement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les
moyens de répartition comprennent au moins une vanne (60), notamment en tout ou rien
ou progressive.

5. Agencement selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la vanne
(60) est disposée dans la zone de jonction entre la portion de dérivation (50) et le reste de
25 la ligne d'échappement en amont de la portion de dérivation, ou dans la portion de
dérivation.

6. Agencement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il
comprend également une unité de contrôle apte à piloter les moyens de répartition (60).

7. Agencement selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend
30 également des moyens de mesure ou d'estimation de paramètres physiques, dont la
pression dans le réservoir de gaz sous pression et/ou la température des gaz

d'échappement circulant dans la portion traversante (13) , et qui sont connectés à l'unité de contrôle.

8. Agencement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en qu'il comprend également une structure de caisse (V) de véhicule comprenant un plancher d'habitacle (21) présentant un tunnel (20), ledit tunnel logeant au moins une partie du réservoir de gaz sous pression (8).

9. Procédé de mise en œuvre de l'agencement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on régule la pression du gaz du réservoir (8) sous pression (8) en pilotant les moyens de répartition (60), notamment quand le moteur est en mode thermique.

10. Procédé de mise en œuvre de l'agencement selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'on pilote les moyens de répartition (60) en fonction d'au moins la pression de gaz dans le réservoir de gaz sous pression (8) et/ou la température des gaz d'échappement circulant dans la portion traversante (13).

11. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'on pilote les moyens de répartition (60) pour que le flux de gaz d'échappement passe majoritairement, notamment entièrement, dans la portion de dérivation (50) quand la pression dans le réservoir de gaz sous pression dépasse une pression seuil P_s .

12. Procédé selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce qu'on pilote les moyens de répartition pour que le flux de gaz d'échappement passe majoritairement, notamment entièrement, dans la portion traversante (50) pour augmenter la pression du réservoir (8) quand le moteur (M) est en mode thermique d'une pression P_1 jusqu'à une pression donnée P_2 .

13. Procédé de contrôle commande du moteur hybride pneumatique/thermique (M) de l'agencement selon l'une des revendications 1 à 8, comprenant le pilotage du stockage de gaz sous pression de la chambre de combustion vers le réservoir (8) et de sa restitution du réservoir sous pression directement dans la chambre de combustion, et le pilotage des moyens de répartition (60) au moins lors du stockage en vue de réguler la pression des gaz dans ledit réservoir.

1/2

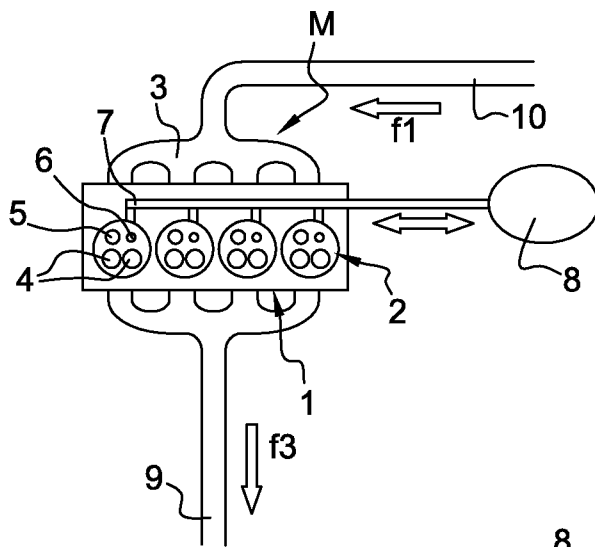


Fig. 1

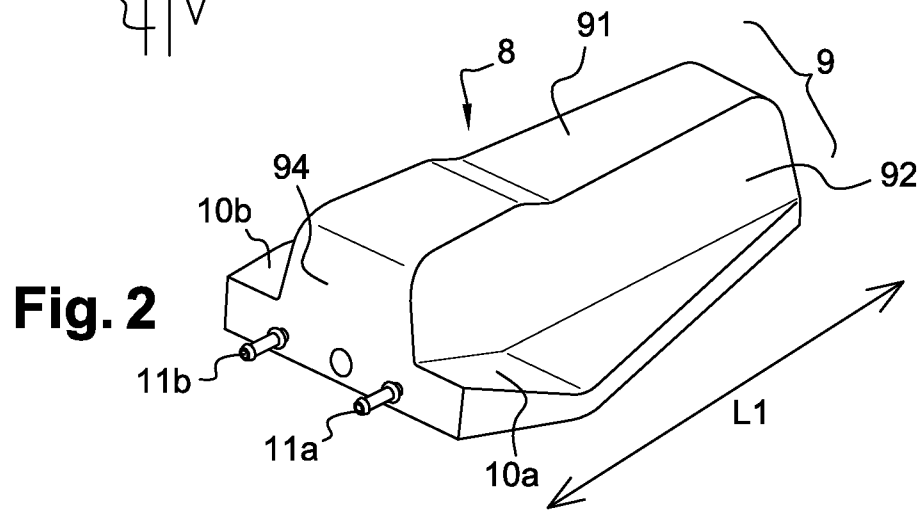


Fig. 2

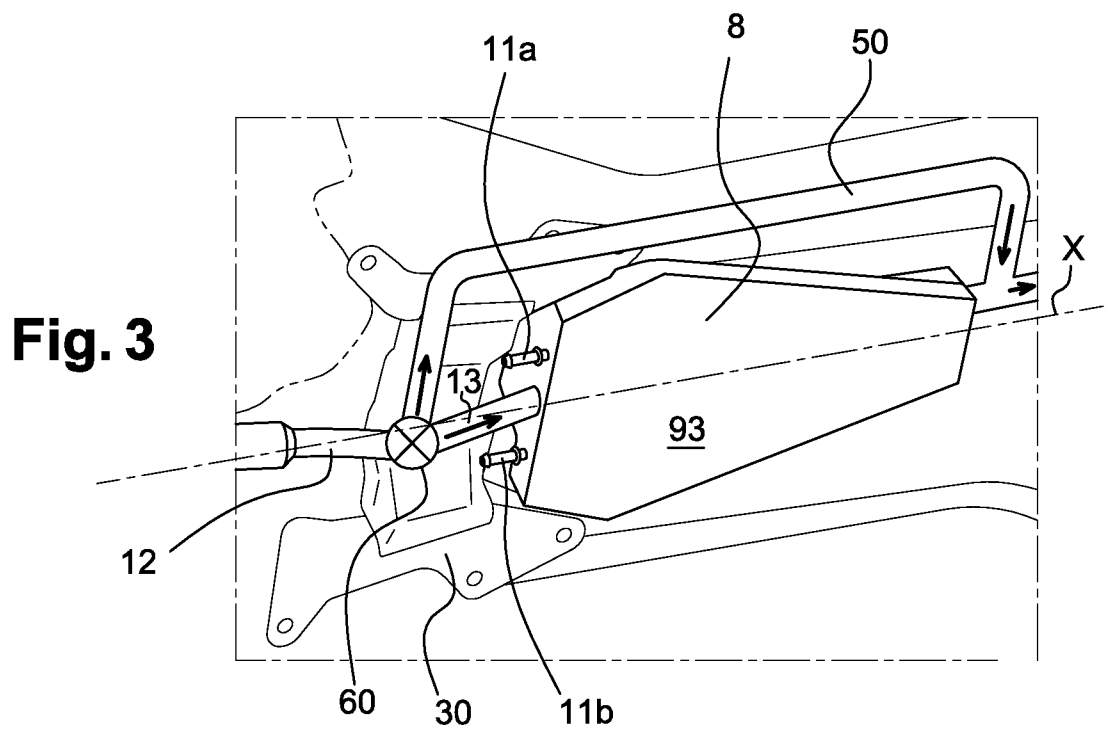


Fig. 3

2 / 2

Fig. 4

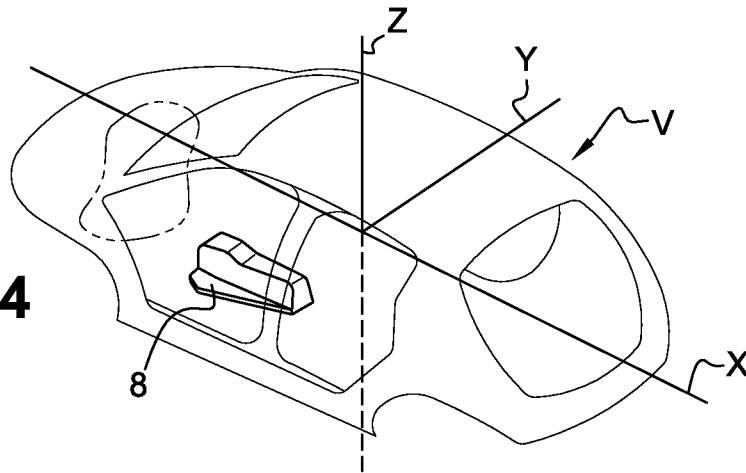


Fig. 5

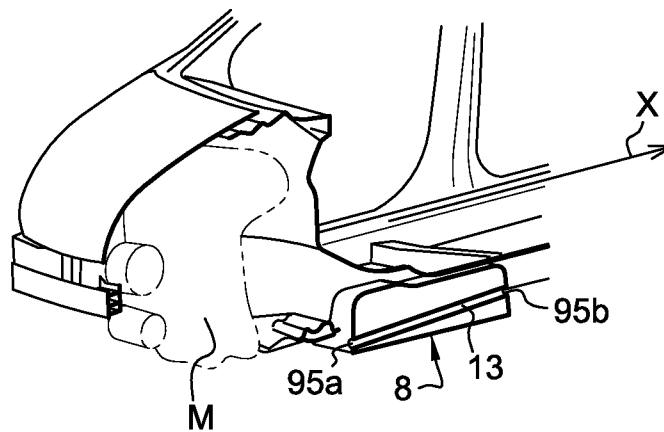


Fig. 6

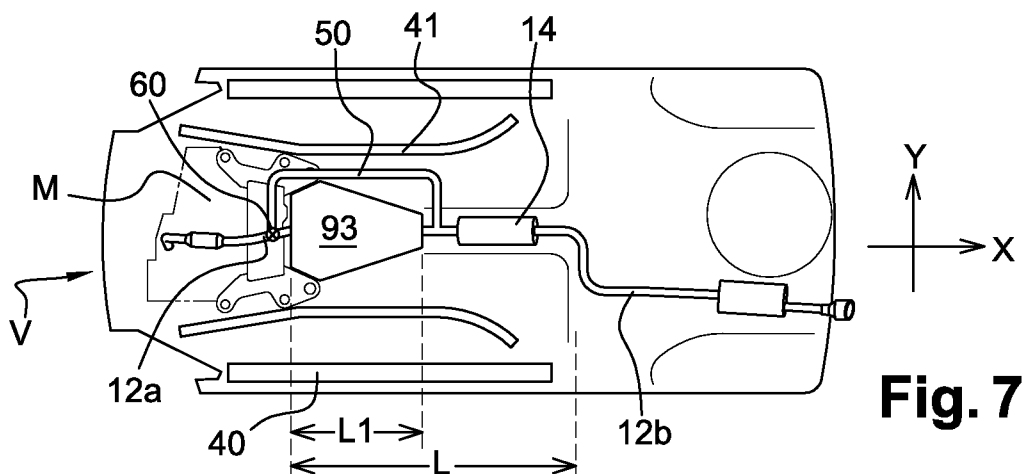
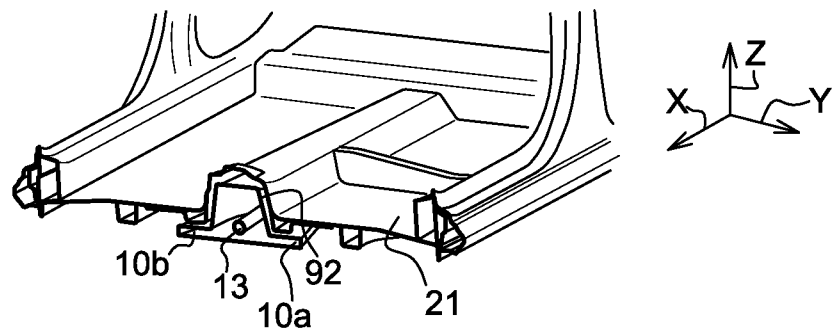


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/052139

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02B21/02 F02M31/02
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)
F02B F02M

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.
A	US 2006/112913 A1 (WARREN EDWARD L [US]) 1 June 2006 (2006-06-01) paragraph [0076] - paragraph [0082]; figures 1-4	1-13
A	----- WO 2008/055329 A1 (VILLELA LUCIO ARLINDO BUENO [BR]) 15 May 2008 (2008-05-15) page 6, line 20 - page 7, line 11; figure 1	1-13
A	----- WO 2009/036992 A1 (ETH ZUERICH [CH]; DOENITZ CHRISTIAN [CH]; ONDER CHRISTOPHER [CH]; VASI) 26 March 2009 (2009-03-26) page 22, line 1 - line 21; figure 1	1-13



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

29 October 2013

Date of mailing of the international search report

07/11/2013

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

Raposo, Jorge

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2013/052139

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006112913	A1	01-06-2006	NONE

WO 2008055329	A1	15-05-2008	BR PI0605059 A 01-07-2008
		WO 2008055329 A1	15-05-2008

WO 2009036992	A1	26-03-2009	EP 2212531 A1 04-08-2010
		JP 2010539384 A	16-12-2010
		US 2011023820 A1	03-02-2011
		WO 2009036992 A1	26-03-2009

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/052139

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F02B21/02 F02M31/02
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)
F02B F02M

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
A	US 2006/112913 A1 (WARREN EDWARD L [US]) 1 juin 2006 (2006-06-01) alinéa [0076] - alinéa [0082]; figures 1-4 -----	1-13
A	WO 2008/055329 A1 (VILLELA LUCIO ARLINDO BUENO [BR]) 15 mai 2008 (2008-05-15) page 6, ligne 20 - page 7, ligne 11; figure 1 -----	1-13
A	WO 2009/036992 A1 (ETH ZUERICH [CH]; DOENITZ CHRISTIAN [CH]; ONDER CHRISTOPHER [CH]; VASI) 26 mars 2009 (2009-03-26) page 22, ligne 1 - ligne 21; figure 1 -----	1-13



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

29 octobre 2013

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/11/2013

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

Raposo, Jorge

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/052139

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2006112913 A1	01-06-2006	AUCUN	
WO 2008055329 A1	15-05-2008	BR PI0605059 A WO 2008055329 A1	01-07-2008 15-05-2008
WO 2009036992 A1	26-03-2009	EP 2212531 A1 JP 2010539384 A US 2011023820 A1 WO 2009036992 A1	04-08-2010 16-12-2010 03-02-2011 26-03-2009