

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/114006 A1

(43) Date de la publication internationale
30 août 2012 (30.08.2012)

(51) Classification internationale des brevets :
F02B 21/00 (2006.01) B60K 5/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2012/050105

(22) Date de dépôt international :
18 janvier 2012 (18.01.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1151460 23 février 2011 (23.02.2011) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : PEU-
GEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR/FR]; Route
de Gisy, F-78140 Velizy Villacoublay (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : VIDAL, Fa-
brice [FR/FR]; 12 All. de l' Université, F-92130 Issy les
Moulineaux (FR).

(74) Mandataire : BOURGUIGNON, Eric; Peugeot Citroen
Automobiles SA, Propriété Industrielle, 18 rue des Fau-
velles, 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, 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, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

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

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND DEVICE FOR SUPPLYING AIR TO A PNEUMATIC-COMBUSTION ENGINE

(54) Titre : PROCÉDÉ ET DISPOSITIF D'ALIMENTATION EN AIR D'UN MOTEUR PNEUMATIQUE-THERMIQUE

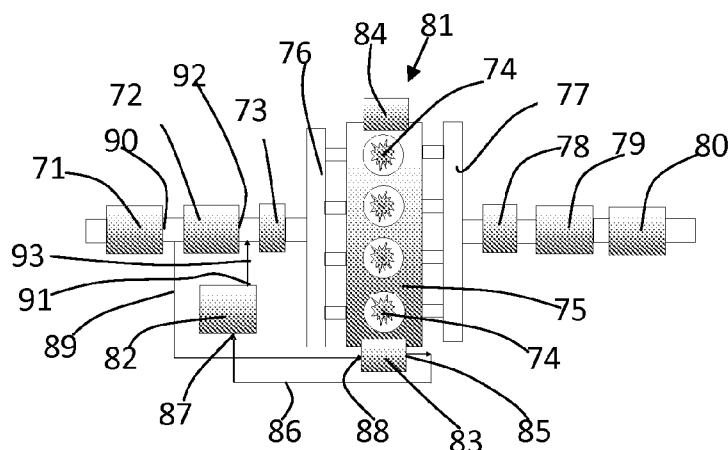


Figure 8

(57) Abstract : The invention relates to a method and a device for supplying air to a hybrid pneumatic-combustion engine (81) of a vehicle, the said hybrid engine comprising a combustion engine provided with combustion chambers (74) and with a compressed-air reservoir (82) which can be placed in communication with the said combustion chambers in such a way as to inject compressed air into the said chambers. According to the invention: - the vibrational energy due to the vibrations of the combustion engine when it is running is converted into pneumatic energy, and - the said pneumatic energy is stored in the said reservoir.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/114006 A1



Publiée :

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

L'invention concerne un procédé et un dispositif d'alimentation en air d'un moteur hybride pneumatique-thermique (81) d'un véhicule, ledit moteur hybride comportant un moteur thermique muni de chambres de combustion (74) et d'un réservoir d'air comprimé (82) qui peut être mis en communication avec lesdites chambres de combustion de façon à injecter de l'air comprimé dans lesdites chambres. Selon l'invention: - l'énergie vibrationnelle due aux vibrations du moteur thermique en fonctionnement est convertie en énergie pneumatique et - ladite énergie pneumatique est stockée dans ledit réservoir.

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF D'ALIMENTATION EN AIR D'UN MOTEUR
PNEUMATIQUE-THERMIQUE

La présente invention concerne un procédé et un dispositif
5 d'alimentation en air d'un moteur hybride pneumatique-thermique.

De façon à diminuer la consommation en carburant des moteurs
thermiques et à augmenter leur rendement, plusieurs solutions ont été
proposées et certaines sont déjà utilisées commercialement. Ainsi, un
turbocompresseur est utilisé afin de récupérer une partie de l'énergie des
10 gaz d'échappement des moteurs thermiques. La turbine du
turbocompresseur, actionnée par les gaz d'échappement, fait fonctionner un
compresseur qui comprime l'air admis dans les cylindres du moteur.
Cependant, lorsque le moteur fournit un couple faible, la réaction du
turbocompresseur pour délivrer un supplément de couple est relativement
15 lente. De plus, le turbocompresseur ne fonctionne bien entendu que lorsque
le moteur est en marche. Il ne procure donc aucune assistance pour le
redémarrage du moteur thermique lorsque le véhicule est équipé d'un
système d'arrêt et de redémarrage automatique du moteur.

D'autre part, des moteurs hybrides ont été développés. Les plus
20 connus sont des moteurs hybrides du type électrique-thermique. Ces
moteurs nécessitent une ou plusieurs batterie(s) pour le stockage de
l'énergie électrique. Cependant, ces batteries sont onéreuses, lourdes et
difficiles à recycler.

Une solution alternative pour assister le moteur thermique consiste à
25 utiliser un moteur hybride pneumatique-thermique. Ce type de moteur se
compose d'un moteur thermique auquel un réservoir d'air comprimé a été
ajouté. Ce type de moteur est par exemple décrit dans les demandes de
brevet FR 2 865 769 et WO 2009036992.

La demande de brevet FR 2 865 769 concerne plus particulièrement
30 un moteur hybride pneumatique-thermique à suralimentation par
turbocompresseur. Afin d'accroître le couple fourni par le moteur, on injecte
dans les chambres de combustion, lors de la phase de compression du cycle

habituel d'un moteur thermique à quatre temps, à partir d'un réservoir d'air comprimé, une quantité supplémentaire d'air suffisante pour obtenir instantanément le couple moteur demandé. Le réservoir d'air comprimé peut être rempli lors de la phase de compression du cycle habituel d'un moteur
5 quatre temps et préférentiellement pendant les phases de freinage du véhicule (frein moteur). De ce fait, l'efficacité énergétique du procédé est très performante pour les utilisations en ville (nombreuses phases de freinage permettant de récupérer de l'énergie dans le réservoir) et moins performante sur circuit autoroutier (pour des raisons opposées).

10 D'autre part, il est connu de récupérer l'énergie due aux vibrations d'un moteur thermique. Par exemple, la demande de brevet FR 2 932 034 décrit un générateur à base d'un polymère électroactif disposé entre la caisse du véhicule et le moteur. La déformation du polymère, due aux vibrations du moteur, transforme une partie de l'énergie vibrationnelle en
15 énergie électrique.

La récupération de l'énergie vibrationnelle du moteur thermique est également décrite dans le brevet US 5,570,286. Ce brevet décrit un mode de réalisation, illustré par la figure 13 de ce brevet, qui fait appel à des dispositifs électromagnétiques ou piézoélectriques, transformant l'énergie
20 vibrationnelle en énergie électrique.

Les dispositifs décrits dans ces documents pourraient éventuellement être associés à un moteur hybride électrique-thermique, mais ils ne conviennent pas pour une utilisation avec un moteur hybride pneumatique-thermique.

25 La présente invention concerne un procédé d'alimentation en air d'un moteur hybride pneumatique-thermique d'un véhicule, ledit moteur hybride comportant un moteur thermique muni de chambres de combustion et d'un réservoir d'air comprimé qui peut être mis en communication avec lesdites chambres de combustion de façon à injecter de l'air comprimé dans
30 lesdites chambres. Selon l'invention:

- l'énergie vibrationnelle due aux vibrations du moteur thermique en fonctionnement est convertie en énergie pneumatique et en ce que

- ladite énergie pneumatique est stockée dans ledit réservoir

Lorsque le moteur thermique est suralimenté, et donc muni d'un compresseur et d'une turbine, l'air comprimé en provenance dudit réservoir peut être injecté entre le compresseur et les chambres de combustion, et
5 lorsque ledit moteur thermique comporte un échangeur thermique destiné à refroidir l'air admis dans les chambres de combustion, ledit air comprimé peut être injecté entre ledit compresseur et ledit échangeur thermique.

Alternativement, l'air comprimé en provenance dudit réservoir peut être injecté en amont dudit compresseur de suralimentation.

10

Selon un autre mode de mise en œuvre du procédé, l'air comprimé peut être injecté dans les chambres de combustion lorsque le moteur est à l'arrêt et doit être redémarré ou a besoin de fournir un supplément de couple.

L'invention concerne également un dispositif d'alimentation en air
15 d'un moteur thermique d'un véhicule comportant des chambres de combustion, chacune d'elles comprenant au moins une soupape d'admission d'air, au moins une soupape d'échappement et au moins une soupape de charge, une boîte à air reliée aux chambres de combustion par un collecteur d'admission d'air, un réservoir d'air comprimé muni d'une entrée et d'une
20 sortie. Selon l'invention, ledit dispositif d'alimentation comporte en outre:

- des moyens de conversion de l'énergie due aux vibrations du moteur en fonctionnement en énergie pneumatique, lesdits moyens étant reliés à l'entrée du réservoir par au moins une canalisation de façon à stocker l'énergie pneumatique dans le réservoir, et
- 25 - des moyens pour fournir l'énergie pneumatique au moteur.

Lesdits moyens de conversion de l'énergie due aux vibrations comportent avantageusement au moins un compresseur intercalé entre la caisse du véhicule et le moteur.

Selon un mode de réalisation, ledit compresseur comporte une entrée
30 pour aspirer de l'air venant de l'extérieur et une sortie par laquelle sort l'air comprimé par le compresseur, ladite sortie étant reliée audit réservoir d'air

comprimé. Le compresseur peut être par exemple un compresseur à membrane ou un compresseur à soufflet.

Lesdits moyens pour fournir l'énergie pneumatique au moteur peuvent comporter une conduite reliant la sortie dudit réservoir au collecteur
5 d'admission d'air.

Selon un mode de réalisation particulier, le moteur est suralimenté et donc muni d'un turbocompresseur, lesdits moyens pour fournir l'énergie pneumatique au moteur pouvant alors comporter une conduite reliant la sortie du réservoir d'air comprimé à l'entrée du compresseur du
10 turbocompresseur.

Alternativement, le moteur étant suralimenté, les moyens pour fournir l'énergie pneumatique au moteur peuvent comporter une conduite connectant la sortie du réservoir entre le compresseur de suralimentation et le collecteur d'admission d'air.

15 Lorsque le véhicule comporte un échangeur de chaleur placé entre le compresseur de suralimentation et le collecteur d'admission d'air, lesdits moyens pour fournir l'énergie pneumatique au moteur peuvent comporter une conduite connectant la sortie du réservoir entre le compresseur de suralimentation et l'échangeur de chaleur.

20 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront au cours de la description qui suit de plusieurs modes de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés et sur lesquels :

- les figures 1 et 2 montrent des exemples de cales de fixation d'un
25 moteur thermique à la caisse du véhicule, la figure 1 concernant une cale transverse et la figure 2 une cale verticale,

- la figure 3 représente schématiquement la fixation avec des cales de l'ensemble moteur thermique-boîte de vitesses, à la caisse du véhicule,

- la figure 4 illustre le fonctionnement d'un compresseur à membrane,

- les figures 5 et 6 représentent schématiquement des compresseurs à membrane,

- la figure 7 illustre le circuit d'air d'un moteur thermique, sans récupération d'énergie,

5 - les figures 8 et 9 représentent schématiquement deux variantes de réalisation du circuit d'air d'un moteur hybride pneumatique-thermique muni d'un turbocompresseur et d'un système de récupération de l'énergie vibrationnelle du moteur thermique,

10 - la figure 10 représente schématiquement un mode de réalisation du circuit d'air d'un moteur hybride pneumatique-thermique muni d'un système de récupération de l'énergie vibrationnelle du moteur thermique sans suralimentation, et

- la figure 11 représente en coupe une partie d'un moteur hybride pneumatique-thermique.

15 Les dessins annexés pourront non seulement servir à compléter l'invention, mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.

Le groupe motopropulseur (moteur thermique et boîte de vitesses) d'un véhicule est fixé à la caisse du véhicule par des cales. Le moteur est généralement suspendu à la caisse. En fonctionnement, le moteur thermique
20 vibre et les cales de fixation ont non seulement pour fonction de solidariser le moteur à la caisse du véhicule mais aussi de filtrer ces vibrations. Ces cales comportent donc une partie filtrante, généralement en caoutchouc. Les figures 1 et 2 illustrent deux modes de réalisation de ces cales.

Par la suite, le terme "moteur" désignera indifféremment le moteur
25 thermique ou le groupe motopropulseur constitué par le moteur thermique et la boîte de vitesses. Sur la figure 1, qui représente en coupe verticale une cale transverse 10, cette dernière est intercalée entre la caisse 11 d'un véhicule et le moteur thermique non représenté. Une pièce 12, solidaire du moteur est vissée à une coupelle de compression 13. La tête d'un goujon 14
30 est prisonnière de la pièce 12 de façon à solidariser le goujon 14 avec le

moteur. Le goujon 14 comporte à son extrémité inférieure un épaulement 15 qui peut venir en butée contre la partie évasée 16 de la pièce 11, limitant ainsi les mouvements longitudinaux du goujon, selon l'axe longitudinal 17. Une ou plusieurs cales flexibles 18, généralement en caoutchouc, est (ou
5 sont) intercalée(s) entre la coupelle de compression 13 et la partie évasée 16, ce qui amortit les mouvements du moteur et évite de transmettre les vibrations du moteur à la caisse (mouvements des pièces 12 et 13 solidaires du moteur par rapport aux parties 11 et 16 solidaires de la caisse). Ce mode de réalisation est particulièrement bien adapté à la filtration des vibrations
10 transverses par rapport à l'axe longitudinal 17.

Un autre mode de réalisation de cales est représenté schématiquement sur la figure 2, mode de réalisation particulièrement bien adapté pour filtrer les vibrations verticales. Il comporte un matériau flexible 20, du caoutchouc par exemple, inséré entre deux pièces 21 et 22 solidaires
15 respectivement du moteur et de la caisse du véhicule. Un goujon 23 permet le déplacement relatif des pièces 21 et 22 l'une par rapport à l'autre dans le sens vertical représenté par l'axe 24.

Selon la présente invention, les cales de fixation du moteur thermique, telles qu'illustrées par les figures 1 et 2, sont remplacées par des
20 moyens permettant de convertir l'énergie vibrationnelle du moteur en énergie pneumatique.

La figure 3 illustre la fixation du groupe motopropulseur, composé du moteur thermique 30 et de la boîte de vitesses 31, par des moyens 32 et 33 permettant, d'une part, de rendre solidaire le groupe motopropulseur 30 et 31
25 avec la caisse 34 du véhicule et, d'autre part, de transformer l'énergie vibrationnelle du moteur en énergie pneumatique. Ces moyens 32 et 33 illustrés sur la figure 3 sont identiques et comportent chacun un compresseur 35 qui comprime l'air aspiré à l'extérieur du véhicule, l'air comprimé est ensuite stocké dans un réservoir.

La figure 4 illustre schématiquement le fonctionnement d'un compresseur à membrane. Ce dernier comporte une enceinte 40 munie d'une paroi flexible 41, d'une entrée d'air 42 munie d'une soupape 43 et d'une sortie 44 munie d'une soupape 45. Les parties fixes du compresseur, par exemple la paroi 46 de l'enceinte 40, sont solidaires de la caisse du véhicule alors que la membrane est solidaire du moteur. La soupape 43 laisse entrer l'air par l'entrée 42 mais en interdit la sortie, alors que la soupape 45 laisse sortir l'air lorsque la pression dans l'enceinte 40 atteint une pression prédéterminée. La pression dans l'enceinte 40 varie en fonction des mouvements de la paroi souple 41, mouvements dus aux vibrations du moteur. Bien entendu, d'autres types de compresseur pourraient être utilisés, par exemple des compresseurs à soufflet, les mouvements du soufflet étant provoqués par les vibrations du moteur.

Les figures 5 et 6 représentent schématiquement un compresseur à membrane. Sur la figure 5, le compresseur 50 comprend deux chambres 51 et 52 séparées par une paroi 53. Cette dernière est percée de deux orifices 54 et 55, l'un (54 par exemple) servant à admettre de l'air dans la chambre 51 alors que l'autre (55) sert à expulser l'air comprimé dans la chambre 51. Cette dernière est fermée par un piston 56 solidaire du moteur, le piston se déplaçant en fonction des vibrations du moteur. La chambre 52 est coiffée par un chapeau 57.

Sur la figure 6, qui représente avec plus de détails le compresseur de la figure 5, le compresseur 60 comporte deux chambres 61 et 62 séparée par une cloison 63. Une paroi de la chambre 61 est constituée par un piston 64 muni d'une tige 65, laquelle peut se déplacer selon le sens de la flèche 66. La tige 65 est reliée mécaniquement au moteur du véhicule de telle sorte que les vibrations du moteur sont transmises à la tige 65 et donc au piston 64 lequel se déplace donc en fonction des vibrations du moteur. La chambre 61 est en communication avec la chambre 62 par deux soupapes (ou vannes à clapet) 67 et 68, l'une 67 laissant pénétrer de l'air (flèche 69a) dans la chambre 61 et l'autre, 68, laissant s'échapper l'air (flèche 69b) de la chambre

61 lorsque la pression dans cette chambre atteint une valeur prédéterminée. Des mesures effectuées ont montré que le déplacement de la tige 65 selon le sens de la flèche 66 peut être de l'ordre de 10 ou 15 mm.

La figure 7 montre schématiquement le circuit d'air classique d'un
5 moteur thermique suralimenté (donc avec un turbocompresseur), sans récupération de l'énergie vibrationnelle. Le circuit d'admission d'air 70 comporte successivement une boîte à air 71 par laquelle de l'air extérieur au véhicule est aspiré, un compresseur de suralimentation 72 et un échangeur de chaleur 73, ce dernier étant généralement un refroidisseur d'air comprimé.
10 L'air comprimé pénètre dans les chambres de combustion 74 d'un moteur thermique 75 par l'intermédiaire d'un collecteur d'admission 76. Les gaz brûlés sortent par un collecteur des gaz d'échappement 77 comportant successivement une turbine 78 d'un turbocompresseur, un ou plusieurs éléments de post-traitement 79 des gaz brûlés et un silencieux 80.

15 Les figures 8 et 9 représentent schématiquement le circuit de la figure 7 (les mêmes éléments étant indiqués par les mêmes numéros de référence), mais modifié pour représenter un moteur hybride pneumatique-thermique conforme à l'invention. Selon l'invention, les circuits des figures 8 et 9 sont équipés d'au moins un dispositif de récupération de l'énergie
20 vibrationnelle comprenant principalement un compresseur d'air.

Ainsi sur les figures 8 et 9 on retrouve la boîte à air 71, le compresseur de suralimentation 72, l'échangeur de chaleur 73, le collecteur d'admission d'air 76, le moteur thermique 75, le collecteur d'échappement 77, la turbine 78 (turbine du turbocompresseur), les éléments de post-
25 traitement 79 et le silencieux 80. Le moteur hybride pneumatique-thermique 81 est composé principalement du moteur thermique 75 auquel on a ajouté un réservoir d'air comprimé 82. Le circuit comporte en plus au moins un compresseur d'air 83 ou 84 situé en remplacement des cales de fixation du moteur du véhicule. Ce compresseur, qui peut être semblable à celui
30 représenté sur la figure 6, a donc une double fonction: le maintien du moteur et la transformation de l'énergie vibrationnelle générée par les vibrations du

moteur thermique en énergie pneumatique. Chacun des compresseur 83 ou 84 est connecté de la même façon: la sortie 85 du compresseur 83 est reliée par une canalisation 86 à l'entrée 87 du réservoir à air comprimé 82 et l'entrée 88 du compresseur 83 est reliée par une conduite 89 à la sortie 90 de la boîte à air 71, entre la boîte à air 71 et le compresseur 72 du turbocompresseur. La sortie 91 du compresseur 82 est reliée à la sortie 92 du compresseur de suralimentation 72 à l'aide d'une conduite 93, entre le compresseur 72 et l'échangeur de chaleur 73.

Ainsi, une partie de l'air frais provenant de la boîte à air 71 est aspiré par le compresseur 83, puis comprimé dans le compresseur 83 actionné par les vibrations du moteur thermique. L'air comprimé est accumulé dans le réservoir 82, puis injecté dans le circuit d'admission en aval du compresseur de suralimentation 72

Selon un autre mode de réalisation représenté sur la figure 9, une partie de l'air frais provenant de la boîte à air 71 est aspiré par le compresseur 83, lequel comprime l'air, puis l'air comprimé est accumulé dans le réservoir 82, comme dans le mode de réalisation de la figure 8. Par contre, l'air comprimé issu du réservoir 82 est acheminé, à l'aide d'une canalisation 90, vers le circuit d'admission, non plus en aval, mais en amont du compresseur 72 du turbocompresseur, entre la boîte à air 71 et le compresseur 72.

La figure 10 représente un mode de réalisation d'un moteur hybride pneumatique-thermique sans suralimentation 105, donc sans le compresseur de suralimentation 72 ni la turbine 78 des modes de réalisation des figures 8 et 9. On retrouve certains des éléments des modes de réalisation précédents, à savoir la boîte à air 71 par laquelle l'air est aspiré et filtré, le collecteur d'admission d'air 76, le collecteur d'échappement 77, les éléments de post-traitement 79 et le silencieux 80. Comme précédemment, au moins l'une des cales de fixation du moteur à la caisse du véhicule comporte un compresseur, par exemple un compresseur à membrane tel que représenté schématiquement sur la figure 6. L'entrée 100 du compresseur 83 est reliée

à la sortie de la boîte à air 71 par une canalisation 101. La sortie 102 du compresseur est connectée au réservoir 82 par la conduite 86 et la sortie 103 du réservoir 82 est reliée au collecteur d'admission 76 par une conduite 104. Une partie de l'air frais aspiré par la boîte à air est donc acheminé vers
5 le compresseur 83, lequel comprime l'air et l'air comprimé est dirigé vers le réservoir d'air comprimé 82 avant d'être injecté dans les chambres à combustion du moteur thermique atmosphérique 105.

La gestion des paramètres de suralimentation et de la pression d'air comprimé est réalisée à partir de cartographies de fonctionnement du
10 moteur. Ces cartographies peuvent être réalisées au banc d'essais. Un calculateur, par exemple le calculateur de bord du véhicule, gère le fonctionnement du moteur pneumatique-thermique, en fonction notamment de la pression d'air comprimé dans le réservoir 82.

La description des différents modes de réalisation a été faite avec
15 une seule cale de fixation du moteur équipée d'un compresseur. Bien entendu, il est possible d'équiper toutes les cales de fixation du moteur (en général au nombre de trois) avec un compresseur d'air. Dans ce cas, les sorties des compresseurs de cales sont reliées en parallèle au réservoir d'air comprimé 82.

20 La capacité du réservoir d'air comprimé 82 peut par exemple être comprise entre 10 et 50 litres.

La figure 11 représente schématiquement et en coupe transversale une partie d'un moteur hybride pneumatique-thermique 110. Comme tout moteur thermique, le moteur 110 comporte un carter de cylindres 111 fermé
25 par une culasse 112. Un bloc cylindre avec une chemise 113 et un piston 114 délimitent une chambre de combustion 115 qui peut être fermée ou ouverte par des soupapes: dans l'exemple représenté, le moteur comporte, par cylindre, une soupape d'admission 116 et une soupape d'échappement 117. De plus, le moteur hybride comporte un réservoir d'air comprimé 118
30 qui peut communiquer avec la chambre de combustion 115 par

l'intermédiaire d'une conduite 119 et d'une soupape 120, appelée soupape de charge. Le fonctionnement d'un tel moteur hybride pneumatique-thermique est bien connu et décrit par exemple dans la demande de brevet FR 2 865 769, déposée le 30/01/2004 et publiée le 05/08/2005.

- 5 De façon classique, le réservoir 118 peut être rempli d'air comprimé, généralement entre 10 et 20 bars, par exemple lors de la phase de compression du cycle classique à quatre temps d'un moteur thermique ou en récupérant de l'énergie au freinage du véhicule en n'injectant pas de carburant dans les cylindres et en comprimant l'air injecté dans les cylindres.
- 10 L'air comprimé est alors stocké dans le réservoir 118. Ce dernier est l'équivalent du réservoir 82 représenté sur les figures 8, 9 et 10.

Selon la présente invention, on obtient de l'air comprimé en transformant l'énergie de vibration du moteur thermique en énergie pneumatique en remplaçant au moins l'une des cales flexibles de fixation du

15 moteur par un compresseur fonctionnant grâce aux vibrations du moteur, et on stocke l'air comprimé ainsi obtenu dans le réservoir 118. Ce dernier est donc relié au circuit d'admission d'air et au(x) compresseur(s) des cales de fixation du moteur thermique de la manière indiquée sur les figures 8 à 10.

L'augmentation de puissance procurée au moteur thermique par

20 l'assistance pneumatique peut être utilisée pour obtenir rapidement plus de couple (effet de "boost"). De plus, l'air comprimé du réservoir peut être utilisé pour redémarrer le moteur thermique, l'air comprimé injecté dans les cylindres faisant alors tourner le vilebrequin. Dans ce cas, il s'agit d'un mode de fonctionnement sans combustion.

25 Un moteur conforme à la présente invention peut être utilisé même s'il n'y a pas de période de freinage (en dehors d'une circulation en ville, par exemple sur autoroute). L'invention permet de réaliser une économie de carburant et de diminuer les rejets de gaz carbonique dans l'atmosphère.

Cette diminution dépend du dimensionnement du réservoir d'air comprimé et du ou des compresseur(s).

D'autres modes de réalisation que ceux décrits et représentés peuvent être conçus par l'homme du métier sans sortir du cadre de la
5 présente invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'alimentation en air d'un moteur hybride pneumatique-thermique(81) d'un véhicule, ledit moteur hybride comportant un moteur thermique muni de chambres de combustion (74) et d'un réservoir d'air comprimé (82) qui peut être mis en communication avec lesdites
5 chambres de combustion de façon à injecter de l'air comprimé dans lesdites chambres, le procédé étant caractérisé en ce que:
 - l'énergie vibrationnelle due aux vibrations du moteur thermique en fonctionnement est convertie en énergie pneumatique et en ce que
 - 10 - ladite énergie pneumatique est stockée dans ledit réservoir
2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que, ledit moteur thermique étant suralimenté, et donc muni d'un compresseur de suralimentation (72) et d'une turbine (78), l'air comprimé en provenance dudit réservoir (82) est injecté entre le compresseur (72) et les
15 chambres de combustion (74).
3. Procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce que, ledit moteur thermique comportant un échangeur thermique (73) destiné à refroidir l'air admis dans les chambres de combustion (74), ledit air comprimé est injecté entre ledit compresseur et ledit échangeur thermique.
- 20 4. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que, ledit moteur thermique (75) étant suralimenté, et donc muni d'un compresseur de suralimentation (72) et d'une turbine (78), l'air comprimé en provenance dudit réservoir (82) est injecté en amont dudit compresseur (72).
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce
25 que ledit air comprimé est injecté dans lesdites chambres de combustion afin de redémarrer le moteur.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que l'air comprimé est injecté dans lesdites chambres de combustion (74) lorsque ledit moteur a besoin de fournir un supplément de couple.
- 30 7. Dispositif d'alimentation en air d'un moteur hybride pneumatique-thermique(81) d'un véhicule comportant des chambres de combustion

- (74), chacune d'elles comprenant au moins une soupape d'admission d'air (116), au moins une soupape d'échappement (117) et au moins une soupape de charge (120), une boîte à air (71) reliée aux chambres de combustion par un collecteur d'admission d'air (76), un réservoir d'air comprimé (82) muni d'une entrée (87) et d'une sortie (91), ledit dispositif d'alimentation étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre:
- des moyens (83, 84) de conversion de l'énergie due aux vibrations du moteur en fonctionnement en énergie pneumatique, lesdits moyens étant reliés à ladite entrée (87) du réservoir par au moins une canalisation (86) de façon à stocker ladite énergie pneumatique dans ledit réservoir (82), et
 - des moyens (90, 93) pour fournir ladite énergie pneumatique audit moteur.
- 8.** Dispositif selon la revendication 7 caractérisé en ce que lesdits moyens de conversion de l'énergie due aux vibrations comportent au moins un compresseur (83, 84) intercalé entre la caisse du véhicule et le moteur.
- 9.** Dispositif selon la revendication 8 caractérisé en ce que ledit compresseur comporte une entrée (88) pour aspirer de l'air venant de l'extérieur et une sortie (85) par laquelle sort l'air comprimé par le compresseur, ladite sortie (85) étant reliée audit réservoir d'air comprimé (82).
- 10.** Dispositif selon la revendication 9 caractérisé en ce que ledit compresseur est un compresseur à membrane (50, 60).
- 11.** Dispositif selon la revendication 9 caractérisé en ce que ledit compresseur est un compresseur à soufflet.
- 12.** Dispositif selon l'une des revendications 7 à 11 caractérisé en ce que lesdits moyens pour fournir ladite énergie pneumatique audit moteur comportent une conduite (90, 93) reliant la sortie (91) dudit réservoir (82) audit collecteur d'admission d'air (76).
- 13.** Dispositif selon l'une des revendications 7 à 11 caractérisé en ce que, ledit moteur étant muni d'un turbocompresseur (72, 78), lesdits moyens pour fournir ladite énergie pneumatique audit moteur comportent une

conduite (90) reliant la sortie dudit réservoir (82) à l'entrée du compresseur (72) dudit turbocompresseur;

- 5 **14.** Dispositif selon l'une des revendications 7 à 11 caractérisé en ce que, ledit moteur étant muni d'un turbocompresseur, lesdits moyens pour fournir ladite énergie pneumatique audit moteur comportent une conduite (93) connectant la sortie (91) dudit réservoir (82) entre le compresseur (72) dudit turbocompresseur et ledit collecteur d'admission d'air (76).
- 10 **15.** Dispositif selon la revendication 14 caractérisé en ce que, le véhicule comportant un échangeur de chaleur (73) entre le compresseur (72) dudit turbocompresseur et ledit collecteur d'admission d'air (76), lesdits moyens pour fournir ladite énergie pneumatique audit moteur comporte une conduite (93) connectant la sortie (91) dudit réservoir (82) entre ledit compresseur (72) du turbocompresseur et ledit échangeur de
- 15 chaleur (73).
- 16.** Dispositif selon la revendication 15 caractérisé en ce que ledit échangeur de chaleur (73) est un refroidisseur d'air d'admission.

1/4

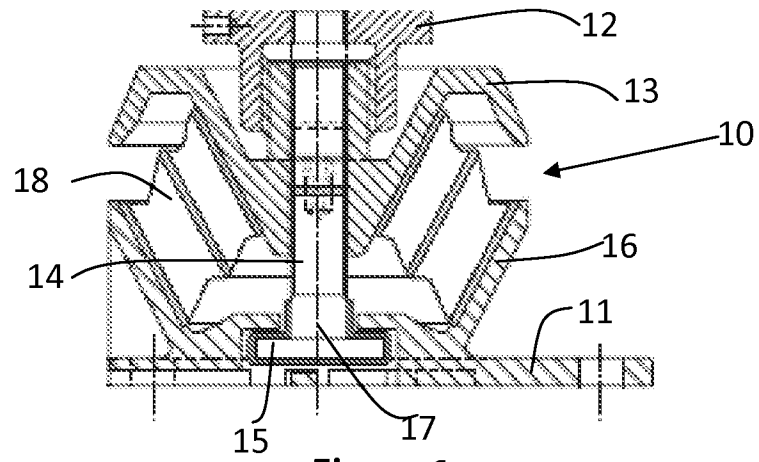


Figure 1

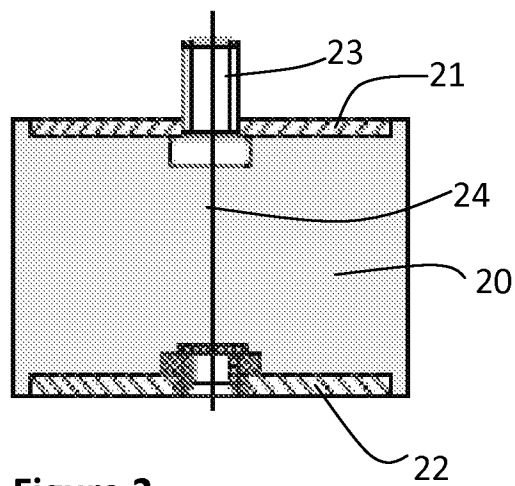


Figure 2

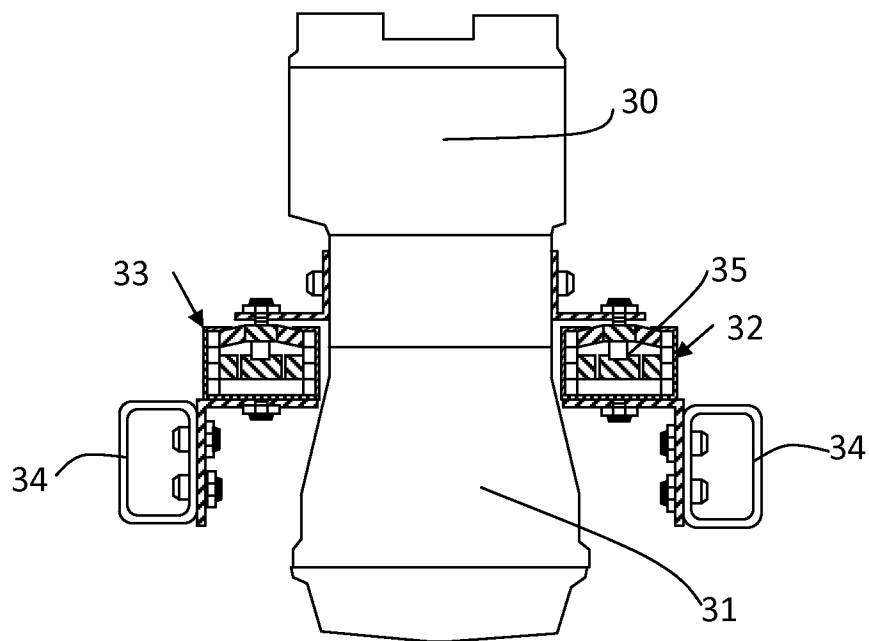


Figure 3

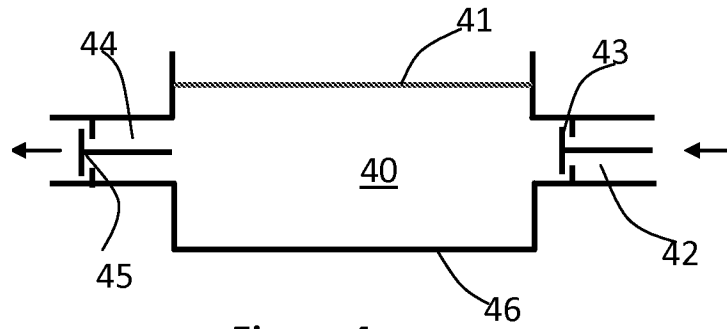


Figure 4

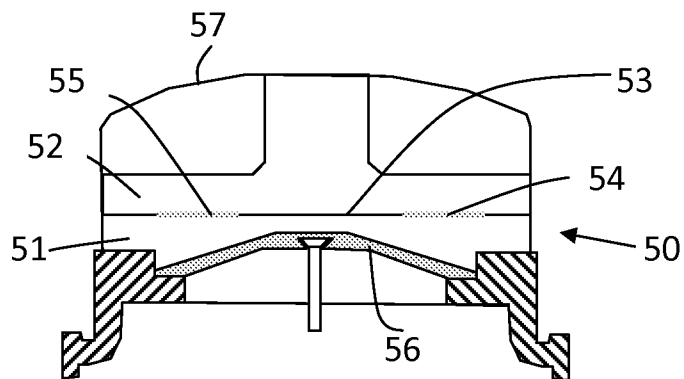


Figure 5

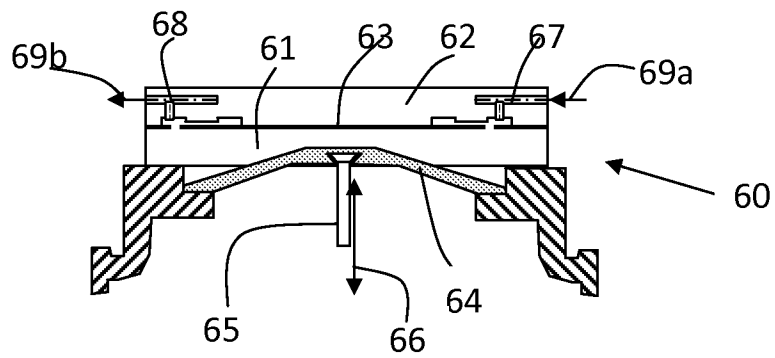


Figure 6

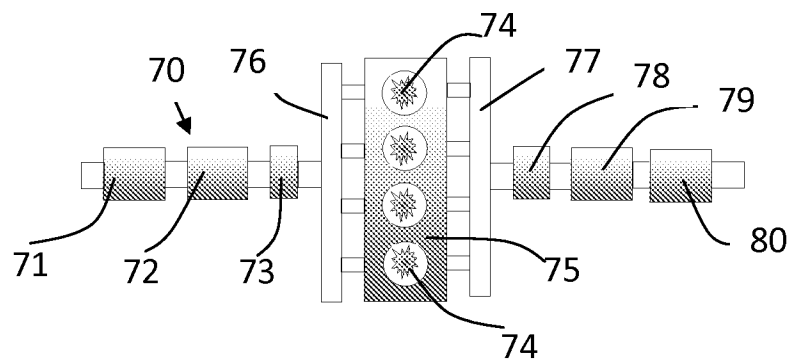


Figure 7

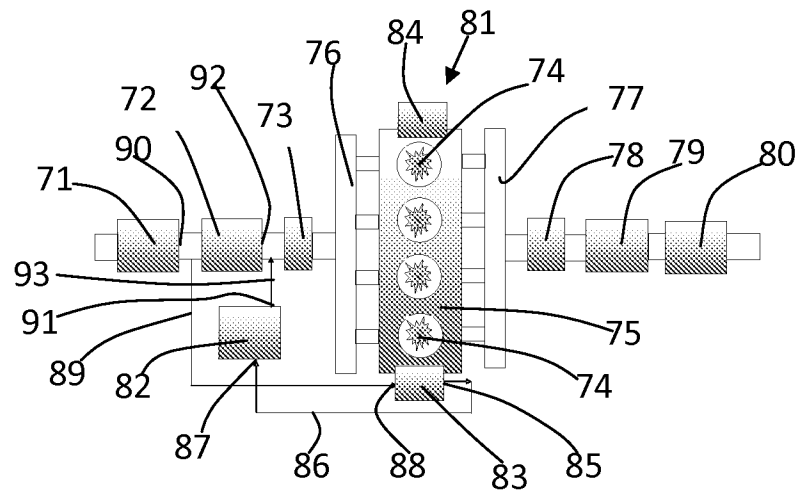


Figure 8

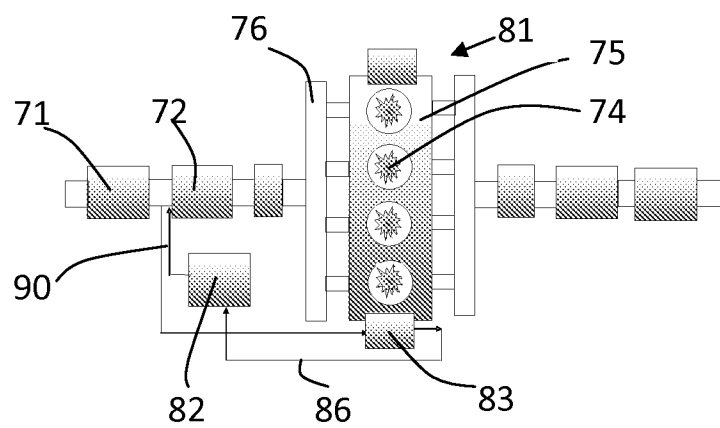


Figure 9

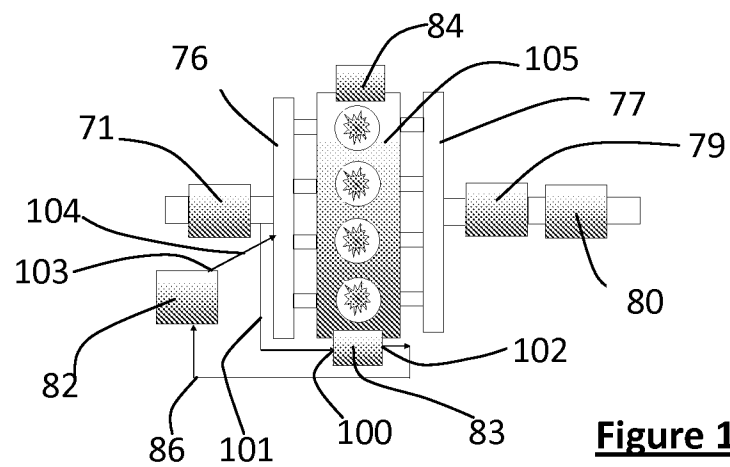


Figure 10

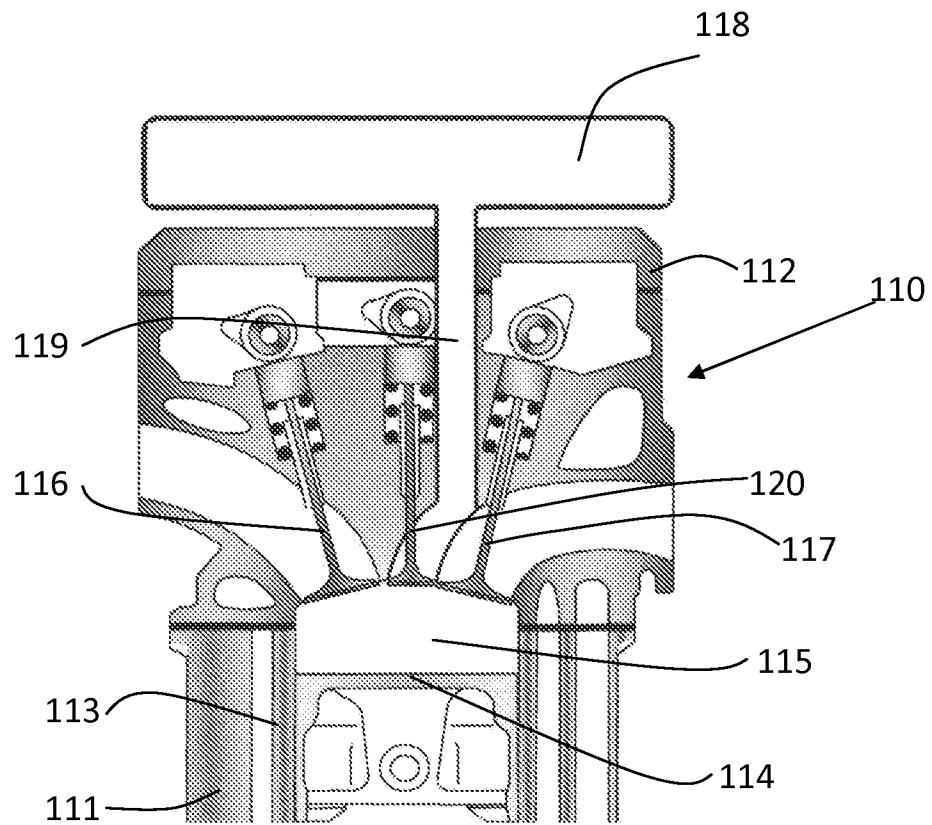


Figure 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2012/050105

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02B21/00 B60K5/00
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)
F02B B60K

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 practical, 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.
Y	FR 2 865 769 A1 (UNIV ORLEANS [FR]) 5 August 2005 (2005-08-05) page 4, line 16 - page 5, line 16; figure 1 -----	1,5-9
Y	DE 199 03 579 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 3 August 2000 (2000-08-03) column 2, line 25 - column 2, line 61; figure 1 -----	1,2,7, 12,14
Y	WO 95/17313 A1 (LORD CORP [US]) 29 June 1995 (1995-06-29) page 10, line 13 - page 11, line 7; figures 4a,4b,13 page 16, line 3 - page 16, line 19 ----- -/--	1,2,5-9, 12,14



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 document 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

23 March 2012

Date of mailing of the international search report

03/04/2012

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

Marsano, Flavio

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2012/050105

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/036992 A1 (ETH ZUERICH [CH]; DOENITZ CHRISTIAN [CH]; ONDER CHRISTOPHER [CH]; VASI) 26 March 2009 (2009-03-26) page 15, line 1 - page 15, line 21; figure 1 -----	1,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2012/050105

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2865769	A1	05-08-2005	NONE
DE 19903579	A1	03-08-2000	DE 19903579 A1 03-08-2000 FR 2789120 A1 04-08-2000 IT RM200000003 A1 05-07-2001
WO 9517313	A1	29-06-1995	CA 2173962 A1 29-06-1995 EP 0735956 A1 09-10-1996 US 5570286 A 29-10-1996 WO 9517313 A1 29-06-1995
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/FR2012/050105

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F02B21/00 B60K5/00
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)
F02B B60K

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	FR 2 865 769 A1 (UNIV ORLEANS [FR]) 5 août 2005 (2005-08-05) page 4, ligne 16 - page 5, ligne 16; figure 1	1,5-9
Y	DE 199 03 579 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 3 août 2000 (2000-08-03) colonne 2, ligne 25 - colonne 2, ligne 61; figure 1	1,2,7, 12,14
Y	WO 95/17313 A1 (LORD CORP [US]) 29 juin 1995 (1995-06-29) page 10, ligne 13 - page 11, ligne 7; figures 4a,4b,13 page 16, ligne 3 - page 16, ligne 19	1,2,5-9, 12,14
	----- -/--	



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

23 mars 2012

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

03/04/2012

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

Marsano, Flavio

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050105

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2009/036992 A1 (ETH ZUERICH [CH]; DOENITZ CHRISTIAN [CH]; ONDER CHRISTOPHER [CH]; VASI) 26 mars 2009 (2009-03-26) page 15, ligne 1 - page 15, ligne 21; figure 1 -----	1,7

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050105

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2865769	A1	05-08-2005	AUCUN	
DE 19903579	A1	03-08-2000	DE 19903579 A1	03-08-2000
			FR 2789120 A1	04-08-2000
			IT RM20000003 A1	05-07-2001
WO 9517313	A1	29-06-1995	CA 2173962 A1	29-06-1995
			EP 0735956 A1	09-10-1996
			US 5570286 A	29-10-1996
			WO 9517313 A1	29-06-1995
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