



(51) Classification internationale des brevets :

F02D 41/00 (2006.01) F02D 19/02 (2006.01)
F02D 41/02 (2006.01) F02D 19/08 (2006.01)
F01N 3/08 (2006.01) F01N 3/20 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2010/050908

(22) Date de dépôt international :

11 mai 2010 (11.05.2010)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

0953676 4 juin 2009 (04.06.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :

PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SA [FR/FR];
Route de Gisy, F-78140 Vélizy Villacoublay (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : QUINEY,
Anne-Sophie [FR/FR]; 10, rue Alibert, F-75010 Paris
(FR).

(74) Mandataire : FOSSE, Danièle; Peugeot Citroën

Automobiles SA, Propriété Industrielle - LG081, 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, 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, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasién (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, 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))

Publiée :

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

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND OPERATION METHOD ASSOCIATED WITH SUCH AN ENGINE

(54) Titre : MOTEUR A COMBUSTION INTERNE ET PROCEDE DE FONCTIONNEMENT ASSOCIE A UN TEL
MOTEUR

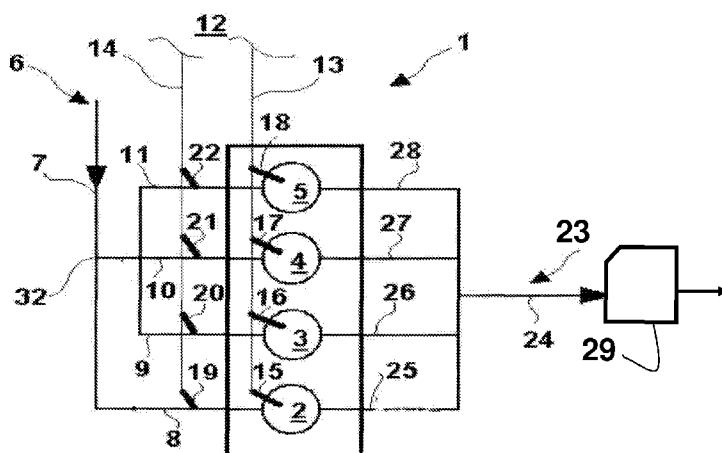


Figure 1

(57) Abstract : The invention relates to an internal combustion engine (1) with at least two cylinders (2, 3, 4, 5) including air intake means (6), fuel supply means (12), means (23) for exhausting the combustion gases generated by the cylinders (2, 3, 4, 5), said engine comprising a first cylinder (2) capable of operating using a rich mixture in order to generate hydrogen-laden combustion gases, the supply means (12) being provided for supplying at least the first cylinder (2) with a secondary fuel containing a hydrocarbon or hydrocarbon mixture having 1 to 4 carbon atoms, and for supplying the other cylinders (3, 4, 5) with a primary fuel different from the secondary fuel. The engine of the invention comprises means (29) for treating NOx built into the gas exhaust line.

(57) Abrégé : L'invention concerne un moteur (1) à combustion interne à au moins deux cylindres (2, 3, 4, 5) comprenant des moyens (6) d'admission d'air, des moyens d'alimentation (12) en carburant, des moyens d'échappement

[Suite sur la page suivante]



(23) des gaz de combustion produits par les cylindres (2, 3, 4, 5), ledit moteur comportant un premier cylindre (2) apte à fonctionner en mélange riche afin de générer des gaz de combustion chargés en hydrogène, les moyens d'alimentation (12) étant prévus pour alimenter au moins le premier cylindre (2) avec un carburant secondaire à base d'un hydrocarbure, ou d'un mélange d'hydrocarbures, ayant entre 1 et 4 atomes de carbone et au moins le ou les autres cylindres (3, 4, 5) avec un carburant primaire différent du carburant secondaire. L'invention consiste en ce que le moteur comporte des moyens de traitement (29) des NOx intégrés dans le circuit d'échappement des gaz.

Moteur à combustion interne et procédé de fonctionnement associé à un tel moteur

[0001] La présente invention revendique la priorité de la demande française
5 0953676 déposée le 4 Juin 2009 dont le contenu (texte, dessins et revendications)
est ici incorporé par référence.

[0002] La présente invention concerne le domaine de l'automobile, et plus
particulièrement le domaine des moteurs à combustion interne comprenant un
système de traitement des émissions polluantes tel qu'un piège à NOx à
10 stockage/déstockage, intégré dans une ligne d'échappement d'un tel moteur.

[0003] Toute combustion pauvre et incomplète entraîne la production de NOx qui
sont envoyés à l'échappement. Les NOx sont des polluants particulièrement nocifs à
la fois pour la santé et pour l'environnement notamment ils:

- sont irritants pour les voies respiratoires,
- 15 - favorisent la formation d'ozone dans les basses couches de l'atmosphère,
- participent à la formation des retombées acides et à l'eutrophisation des sols.

[0004] En outre, les contraintes dues aux normes, par exemple les normes
européennes dites Euro (euro 5, euro 6, euro 7...etc...), relatives aux niveaux
d'émissions polluantes générées par le fonctionnement des moteurs à combustion
20 interne, deviennent de plus en plus sévères, notamment en ce qui concerne ces
oxydes d'azote (NOx) émis et rejetés à l'échappement.

[0005] Dans les moteurs Diesel à injection directe, parmi les moyens mis en œuvre
pour dépolluer les gaz d'échappement, la réduction des émissions de NOx par un
piège à NOx à stockage/déstockage est une solution technique.

25 [0006] Ainsi, on peut envisager d'utiliser un piège à NOx constitué par exemple de
sulfate de Baryum destiné à absorber les NOx pendant le fonctionnement standard
d'un moteur Diesel. Quand le piège est saturé, on déclenche une phase de
déstockage transitoire en basculant momentanément le moteur de ce mode de
fonctionnement standard à un mode de régénération à mélange riche pour produire
30 des réducteurs comme par exemple HC et CO, ce qui permet de réduire les NOx qui

sont alors désorbés du piège. Un tel système de régénération d'un piège à NOx intégré dans une ligne d'échappement d'un moteur Diesel de véhicules est notamment décrit dans FR 2 846 370.

[0007] Une autre manière de réduire les NOx consiste à utiliser la réduction catalytique sélective (SCR). Dans le système SCR, l'ammoniaque est utilisé comme agent réducteur sélectif, en présence d'un excès d'oxygène, pour convertir plus de 70% (jusqu'à 95%) des NOx (NO et NO₂) en N₂ grâce à un système catalytique adapté. Différents précurseurs d'ammoniaque peuvent être utilisés et le plus souvent on utilise une solution aqueuse d'urée précisément dosée depuis un réservoir séparé et vaporisée dans le système d'échappement en amont du catalyseur SCR, où elle est hydrolysée en ammoniaque. Toutefois, se pose alors le problème de la gestion d'un fluide complémentaire notamment au niveau de son stockage dans le véhicule.

[0008] Dans le document DE 103 32 047 est décrit un procédé de réduction catalytique sélective des NOx dans les gaz d'échappement d'un véhicule comportant un moteur à combustion fonctionnant à l'hydrogène. Les NOx, en particulier lors du fonctionnement du moteur avec un rapport air-carburant d'environ 1, sont éliminés en formant de l'ammoniaque (NH₃) par réaction des NOx avec de l'hydrogène provenant du réservoir de carburant et ce, sur un catalyseur de synthèse de NH₃. L'ammoniaque formée est ensuite utilisée sur un catalyseur SCR pour réduire les NOx en excès qui ne sont pas captés par la synthèse de l'ammoniaque. On propose donc ici à l'aide d'un moteur fonctionnant à l'hydrogène de synthétiser « à bord » l'ammoniaque servant à la réduction catalytique sélective. Toutefois, ceci implique un fonctionnement du moteur à l'hydrogène.

[0009] Afin de pallier ces inconvénients, la présente invention a donc pour but de proposer un moteur à combustion interne à au moins deux cylindres dont le fonctionnement permet de respecter les normes actuelles de niveau d'émissions polluantes. En particulier, la présente invention tend à proposer un moteur à au moins deux cylindres à combustion interne fonctionnant en mélange pauvre, et dans lequel au moins un cylindre dudit moteur est agencé pour fonctionner en mélange riche pour produire en plus des produits de combustion habituels tels que HC, CO, CO₂, NOx, O₂ et N₂, de l'H₂ utilisable pour le post-traitement des NOx. L'invention a pour

principal avantage de proposer un moteur dont le mode de fonctionnement est dédié à des émissions de NOx ultra-basses.

[0010] A cet effet, l'invention vise un moteur à combustion interne qui permet de traiter les NOx présents à l'échappement et qui ont été piégés sur un piège à NOx en
5 proposant de purger ledit piège à NOx par production d'H₂, soit pour réduire directement les NOx déstockés soit pour les convertir en ammoniacque utilisable ensuite pour une réduction catalytique sélective.

[0011] L'invention concerne donc un moteur à combustion interne à au moins deux cylindres comprenant des moyens d'admission d'air, des moyens d'alimentation en
10 carburant, des moyens d'échappement des gaz de combustion produits par les cylindres, ledit moteur comportant un premier cylindre apte à fonctionner en mélange riche afin de générer des gaz de combustion chargés en hydrogène, les moyens d'alimentation étant prévus pour alimenter au moins le premier cylindre avec un carburant secondaire à base d'un hydrocarbure, ou d'un mélange d'hydrocarbures,
15 ayant entre 1 et 4 atomes de carbone et au moins le ou les autres cylindres avec un carburant primaire différent du carburant secondaire, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de traitement des NOx intégrés dans le circuit d'échappement des gaz.

[0012] En effet, plus le nombre d'atome de carbone d'un hydrocarbure est bas, plus le ratio entre le nombre d'atomes d'hydrogène et le nombre d'atomes de carbone est
20 élevé, et plus l'excès de carburant se traduira, après combustion, par une présence importante d'hydrogène dans les produits de combustion.

[0013] De manière avantageuse, l'hydrogène produit est utilisable pour le post-traitement des NOx.

[0014] Selon une première forme de réalisation, les moyens de traitement des NOx
25 intégrés dans le circuit d'échappement du moteur selon l'invention sont constitués d'un piège à NOx dans lequel les NOx sont réduits et stockés, le fonctionnement en mode riche dudit au moins un premier cylindre déclenchant la purge du piège à NOx à l'aide de l' H₂ issu de ce cylindre.

[0015] Ainsi, de manière avantageuse, le fonctionnement nominal dudit premier cylindre est en mode pauvre comme les autres cylindres du moteur selon l'invention et dès qu'il passe en mode de fonctionnement riche, la production de réducteurs tels que H_2 mais aussi HC, CO provoquent la purge dudit piège à NOx et leur conversion sous forme de N_2 . Cette production de H_2 favorise avantageusement une réaction de réduction plus rapide et complète, avec un meilleur rendement de conversion que si seuls HC et CO étaient produits.

[0016] Selon une deuxième forme de réalisation, les moyens de traitement des NOx intégrés dans le circuit l'échappement sont constitués d'un piège à NOx suivi en aval d'un catalyseur SCR, le fonctionnement en mode riche dudit au moins un premier cylindre déclenchant la purge du piège à NOx, le piège à NOx étant du type capable de libérer les NOx sous forme de NO_2 qui sont convertis à l'aide de l' H_2 issu de ce cylindre en NH_3 capté par le catalyseur SCR. Ainsi, le piège à NOx lors des passages en mode de fonctionnement riche dudit premier cylindre est purgé, les oxydes d'azote étant déstockés sous la forme de NO_2 non réduits et étant convertis grâce à l' H_2 présent, en ammoniac stocké ensuite sur un catalyseur SCR pour être ainsi actif pour réduire les NOx à l'échappement, notamment ceux n'ayant pas été piégés sur le piège à NOx.

[0017] De préférence, le carburant secondaire est à base de méthane. En effet, en tant qu'hydrocarbure, le méthane est apte à fournir la plus grande quantité d'hydrogène dans le cadre de l'invention car il représente le meilleur ratio hydrogène /carbone.

[0018] En outre, le moteur est du type à allumage par compression. En effet, les moteurs à allumage par compression ont les meilleurs rendements de combustion. Le premier cylindre est alimenté par un mélange de carburant primaire et de carburant secondaire, pour obtenir un mélange riche dont les produits de combustion seront, grâce à la formulation du carburant secondaire chargés en hydrogène. De manière avantageuse, le carburant primaire est à base de gazole ou de biodiesel.

[0019] Par ailleurs, l'invention a aussi pour objet un procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne selon l'invention, caractérisé en ce que l'on alimente au moins périodiquement le premier cylindre en mélange riche, les gaz de combustion

chargés d'hydrogène produits par le premier cylindre étant envoyés dans le circuit d'échappement au moins pour purger un piège à NOx.

[0020] L'invention concerne également un véhicule automobile comportant un moteur selon l'invention ainsi qu'un tel véhicule comportant en outre un moteur électrique.

[0021] 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 dans lesquelles :

- La figure 1 est une représentation schématique d'un premier mode de réalisation du moteur selon l'invention.

- La figure 2 est une représentation schématique d'un piège à NOx en fonctionnement mélange pauvre.

- La figure 3 est une représentation schématique du piège à NOx en fonctionnement mélange riche.

[0022] Sur la figure 1 est présenté un moteur à combustion interne 1 selon un mode de réalisation préféré de l'invention.

[0023] Le moteur 1 est un moteur multicylindres, de préférence, du type à allumage par compression, tel qu'un moteur Diesel. Le moteur 1 comprend quatre cylindres 2, 3, 4 et 5. Les cylindres 2, 3, 4 et 5 sont alimentés en air par des moyens d'admission 6. Les moyens d'admission 6 comprennent un conduit 7 d'air principal relié à des conduits ou tubulures d'admission 8, 9, 10, 11. Les tubulures d'admission 8, 9, 10, 11 répartissent l'air du conduit 7 respectivement dans les cylindres 2, 3, 4 et 5.

[0024] Les cylindres 2, 3, 4 et 5 sont alimentés en carburant par des moyens d'alimentation 12.

[0025] Les moyens d'alimentation 12 comprennent un premier circuit d'alimentation 13 relié à des injecteurs 15, 16, 17, 18 implantés de manière à injecter directement ledit carburant respectivement dans les cylindres 2, 3, 4 et 5. De préférence le carburant primaire est à base de gazole ou de biodiesel.

[0026] Alors que le gazole est un produit pétrolier, on entend ici par biodiesel, un biocarburant apte à faire fonctionner un moteur de type Diesel obtenu à partir d'huile végétale ou animale, transformée par un procédé chimique tel que de la transestérification en faisant réagir cette huile avec un alcool ou d'hydrogénation. Le biodiesel peut être utilisé seul dans le moteur ou mélangé avec du gazole.

[0027] Les moyens d'alimentation 12 comprennent aussi un second circuit d'alimentation 14 d'un carburant secondaire relié à des injecteurs 19, 20, 21, 22. Les injecteurs 19, 20, 21, 22 sont implantés dans leur tubulure d'admission respective 8, 9, 10, 11 de manière à injecter indirectement ledit carburant secondaire dans les cylindres correspondants 2, 3, 4 et 5. On pourrait envisager également que les injecteurs 19, 20, 21, 22 sont implantés de manière à injecter directement le carburant secondaire dans les cylindres correspondants.

[0028] De préférence, le carburant secondaire est à base d'un hydrocarbure ou d'un mélange d'hydrocarbures ayant entre 1 et 4 atomes de carbone et le carburant secondaire est différent du carburant primaire. De préférence encore, le carburant secondaire est à base de méthane. En pratique, un gaz naturel, tel que du gaz de ville convient donc fort bien.

[0029] Par ailleurs, le moteur 1 comprend des moyens d'échappement 23 des gaz produits par la combustion du mélange d'air et de carburant introduits dans les cylindres. Les moyens d'échappement comprennent une ligne d'échappement 24 reliée à des tubulures d'échappement 25, 26, 27, 28. Les tubulures d'échappement 25, 26, 27, 28 collectent les gaz d'échappement pour les transmettre aux moyens d'échappement 23, celle-ci comportant en aval un piège à NOx 29 selon une première forme de réalisation.

[0030] Ce piège à NOx 29 est représenté à la figure 2a où dans le mode de fonctionnement normal ou mode de fonctionnement en mélange pauvre dont la richesse est inférieure à 1, les NOx sont piégés selon le mécanisme et les réactions visibles sur la figure 2.

[0031] De manière classique, le piège à NOx est doté d'un revêtement catalytique contenant du platine et/ou du palladium, du Rhodium et au moins un composé choisi

parmi les alcalins et/ou les alcalinoterreux tels que le Baryum. La fonction du platine et/ou du palladium est de catalyser l'oxydation des hydrocarbures HC, du monoxyde de carbone CO et du monoxyde d'azote NO, le rhodium quant à lui étant destiné à catalyser la réaction de réduction des NOx en azote N₂ tandis que le baryum permet d'adsorber les NOx sous forme de nitrates.

[0032] Un tel piège 29 qui stocke les NOx doit être régulièrement purgé pour continuer à être efficace et les NOx libérés doivent être convertis en N₂, notamment en présence de réducteurs tels que HC, CO et H₂ (cf. figure 3).

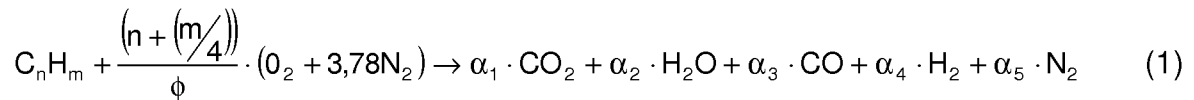
[0033] Dans ce mode de réalisation, la production d'H₂ favorisée permet une réaction de réduction plus rapide et plus complète des NOx déstockés du piège à NOx, le rendement de conversion des NOx en N₂ étant meilleur avec H₂ comme agent de réduction qu'avec HC ou CO simplement.

[0034] Ainsi pour favoriser la réduction des polluants NOx (NO, NO₂) qui sont présents à l'échappement, on effectue périodiquement une purge du piège à NOx avec des points de fonctionnement moteur périodiques pour lesquels il est requis que les gaz d'échappement soient enrichis en hydrogène, et ainsi on alimente le premier cylindre 2 avec un mélange riche de première richesse Φ_1 supérieure à 1, les autres cylindres 3, 4 et 5 avec un mélange pauvre de seconde richesse Φ_2 inférieure à 1.

[0035] Dans un moteur 1 tel que représenté à la figure 1, le premier cylindre est alimenté de préférence par un mélange de carburant primaire et de carburant secondaire. Plus précisément, la première richesse Φ_1 est obtenue en admettant dans le premier cylindre 2 un mélange d'air issu de la tubulure 8 et de gaz naturel injecté par l'injecteur de gaz 19 dans les proportions requises. Le mélange est ensuite comprimé et une injection de gazole par l'injecteur 15 permet d'allumer le mélange riche. Cette injection de gazole, peut être réduite au juste nécessaire pour assurer l'allumage du mélange, ce qui est favorable au bilan d'émission de CO₂ du premier cylindre 2 et donc du moteur.

[0036] D'une manière générale, l'excès de carburant se traduit après combustion par la présence importante dans les produits de combustion de monoxyde de carbone (CO), et d'hydrogène (H₂). L'équation de combustion d'un hydrocarbure de formule

générale C_nH_m , avec n et m , respectivement le nombre d'atomes de carbone et le nombre d'atome d'hydrogène dans la molécule d'hydrocarbure est la suivante :



- 5 avec α_1 à α_5 les fractions molaires des produits de combustion, et Φ la richesse du mélange déterminé par la relation, connue en soi, suivante :

$$\phi = \frac{\left(\frac{M_{CARBURANT}}{M_{AIR}} \right)_{REEL}}{\left(\frac{M_{CARBURANT}}{M_{AIR}} \right)_{STOECHIO}} \quad (2)$$

- 10 [0037] L'invention, selon ce premier mode de réalisation, permet grâce à l'usage de gaz naturel, de produire une plus grande quantité molaire d'hydrogène (H_2). En effet, l'avantage à générer de l'hydrogène à partir du gaz naturel est le suivant :

- [0038] Le gaz naturel est classiquement constitué à plus de 90% de méthane (CH_4). La molécule CH_4 possède un rapport H/C entre nombre d'atomes d'hydrogène (H) sur le nombre d'atomes de carbone (C) de 4, soit plus élevé que n'importe quel autre carburant à base d'hydrocarbures. A titre indicatif, le rapport H/C d'une essence est typiquement compris entre 1.7 et 1.9. Le méthane est donc le composé le plus favorable pour la plus grande production de quantité molaire de H_2 .

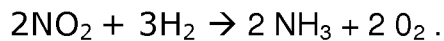
- [0039] La présence d'hydrogène issu des gaz d'échappement du premier cylindre 2 favorise le déstockage des NO_x piégés dans un piège à NO_x .

[0040] Pour les points de fonctionnement moteur pour lesquels des gaz d'échappement enrichis en hydrogène n'est pas requis, les quatre cylindres 2, 3, 4, 5 fonctionnent à même richesse.

- [0041] Le second mode de réalisation du moteur selon l'invention diffère du premier mode de réalisation en ce qu'il comprend de plus dans la ligne d'échappement un

catalyseur SCR en aval du piège à NOx, ce dernier étant capable de déstocker les oxydes d'azote sous forme de NO₂.

[0042] Ainsi, pour permettre la purge du piège à NOx comme dans le premier mode de réalisation, on requiert des points de fonctionnement moteur pour lesquels les gaz d'échappement sont enrichis en hydrogène, le premier cylindre 2 étant alimenté avec un mélange riche de première richesse Φ_1 supérieure à 1, les autres cylindres 3, 4 et 5 étant alimentés avec un mélange pauvre de seconde richesse Φ_2 inférieure à 1. Le piège à NOx est en mesure de déstocker des oxydes d'azote sous forme de NO₂. Le NO₂ déstocké du piège à NOx sans être réduit, réagit en présence de l'hydrogène selon la réaction suivante:



[0043] Le NH₃ produit est alors stocké sur le catalyseur SCR qui est ainsi actif pour réduire les NOx à l'échappement qui n'auraient pas été piégés par le piège à NOx.

[0044] Selon une variante, le moteur 1 peut être du type par allumage commandé essence. Le carburant primaire est alors une essence ou tout autre carburant adapté aux moteurs à allumage commandé tel que par exemple des mélanges comprenant de l'éthanol comme L'E85.

[0045] Selon une autre variante de l'invention, les moyens d'alimentation 12 comprennent un second circuit d'alimentation 14 de carburant secondaire, tel que du gaz naturel, relié à des injecteurs 19, 20, 21, 22. Dans cette variante, chacun des injecteurs 19, 20, 21, 22 est implanté dans son cylindre correspondant 2, 3, 4 et 5 de manière à injecter directement ledit carburant.

[0046] Selon une autre variante, les moyens d'alimentation 12 comprennent un second circuit d'alimentation 14 de carburant secondaire, tel que du gaz naturel, relié seulement au premier cylindre 2. Ainsi tous les cylindres sont alimentés en carburant primaire et seul le premier cylindre 2 est alimenté en carburant secondaire. Cette variante est plus économique car elle ne nécessite qu'un seul injecteur à gaz, toutefois le bilan CO₂ est moins intéressant.

[0047] Selon une autre variante, le gaz naturel peut être remplacé par du GPL. En effet ce carburant permet une plus grande capacité de stockage mais comme il est constitué d'hydrocarbures plus chargés en carbone que le méthane du gaz naturel, les bilans hydrogène et CO₂ sont moins intéressants.

- 5 [0048] L'invention a pour principal avantage de proposer un moteur dont le mode de fonctionnement est dédié à des émissions de NOx ultra-basses et d'autoriser la combustion de mélanges pauvres homogènes proches de la limite d'inflammabilité, ce qui permet de réaliser un gain notable en émission de CO₂ tout en dépolluant efficacement à la source les émissions de NOx.

REVENDICATIONS

1. Moteur (1) à combustion interne à au moins deux cylindres (2, 3, 4, 5) comprenant des moyens (6) d'admission d'air, des moyens d'alimentation (12) en carburant, des
5 moyens d'échappement (23) des gaz de combustion produits par les cylindres (2, 3, 4, 5), ledit moteur comportant un premier cylindre (2) apte à fonctionner en mélange riche afin de générer des gaz de combustion chargés en hydrogène, les moyens d'alimentation (12) étant prévus pour alimenter au moins le premier cylindre (2) avec
10 un carburant secondaire à base d'un hydrocarbure, ou d'un mélange d'hydrocarbures, ayant entre 1 et 4 atomes de carbone et au moins le ou les autres cylindres (3, 4, 5) avec un carburant primaire différent du carburant secondaire, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de traitement (29) des NOx intégrés dans le circuit d'échappement des gaz.
- 15 2. Moteur selon la revendication 1,
caractérisée en ce que les moyens de traitement des NOx intégrés dans le circuit d'échappement sont constitués d'un piège à NOx (29) dans lequel les NOx sont réduits et stockés, le fonctionnement en mode riche dudit au moins un premier cylindre (2) déclenchant la purge du piège à NOx (29) à l'aide de l' H₂ issu de ce
20 cylindre (2).
3. Moteur selon la revendication 1,
caractérisé en ce que les moyens de traitement des NOx intégrés dans le circuit d'échappement sont constitués d'un piège à NOx (29) suivi en aval d'un catalyseur
25 SCR, le fonctionnement en mode riche dudit au moins un premier cylindre (2) déclenchant la purge du piège à NOx, ce dernier étant du type capable de libérer les NOx sous forme de NO₂ qui sont convertis à l'aide de l' H₂ issu de ce cylindre en NH₃ capté par le catalyseur SCR.
- 30 4. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que le carburant secondaire est à base de méthane.
5. Moteur à combustion interne selon la revendication 4,

caractérisé en ce que ledit moteur est du type à allumage par compression.

6. Moteur à combustion interne selon la revendication 5,

caractérisé en ce que le premier cylindre (2) est alimenté par un mélange de
5 carburant primaire et de carburant secondaire.

7. Moteur à combustion interne selon la revendication 5 ou la revendication 6,

caractérisé en ce que le carburant primaire est à base de gazole ou de biodiesel.

10 8. Procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne selon l'une des
revendications 1 à 7,

caractérisé en ce que l'on alimente au moins périodiquement le premier cylindre (2)
en mélange riche, les gaz de combustion chargés d'hydrogène produits par le
premier cylindre (2) étant envoyés dans le circuit d'échappement au moins pour
15 purger un piège à NOx.

9. Véhicule automobile caractérisé en ce qu'il comporte un moteur selon l'une des
revendications 1 à 7.

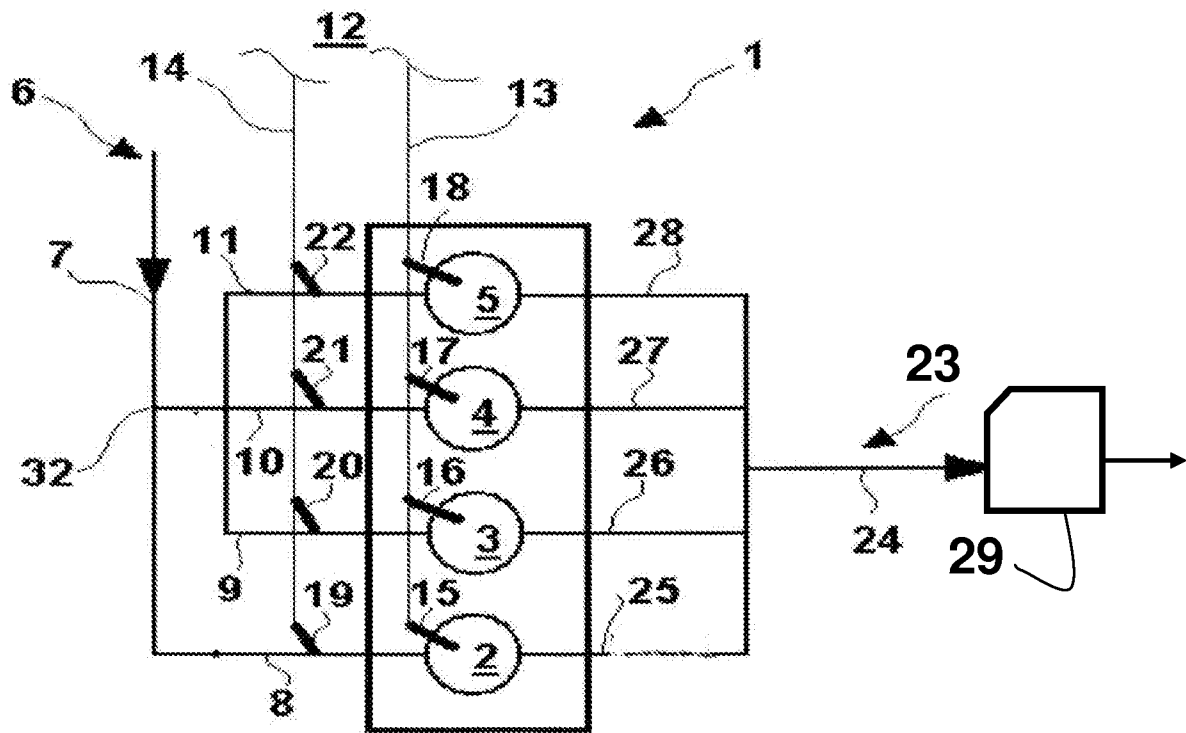


Figure 1

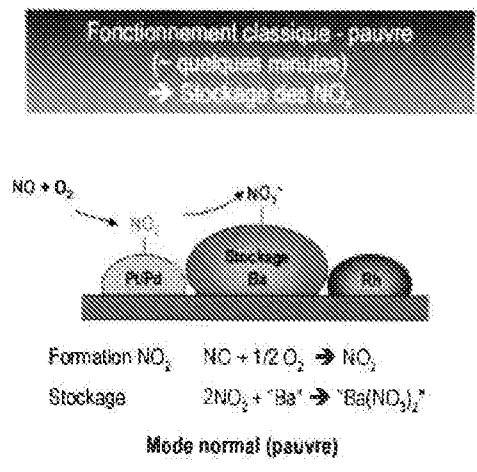


Figure 2

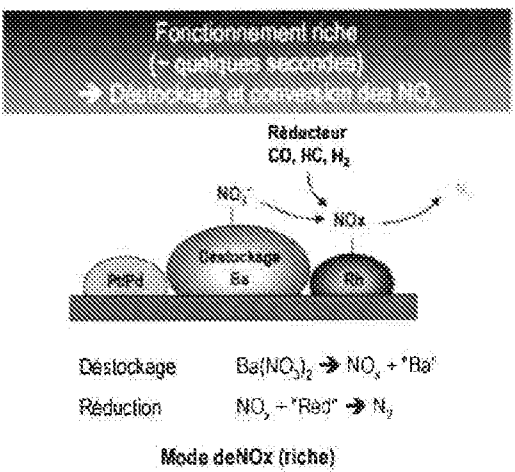


Figure 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2010/050908

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D41/00 F02D41/02 F01N3/08 F02D19/02 F02D19/08
F01N3/20

ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D F01N

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.
X	US 2003/084876 A1 (STANGLMAIER RUDOLF H [US]) 8 May 2003 (2003-05-08) figure 3 paragraph [0010] paragraphs [0017], [0028] -----	1-9
X	DE 103 32 047 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 27 January 2005 (2005-01-27) paragraph [0002] -----	1,9
A	US 2007/180819 A1 (SELLNAU MARK C [US] ET AL) 9 August 2007 (2007-08-09) paragraphs [0006], [0008], [0009] paragraph [0017] -----	1,2,5-9



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

9 September 2010

Date of mailing of the international search report

16/09/2010

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

Parmentier, Hélène

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2010/050908

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003084876	A1	08-05-2003	NONE
DE 10332047	A1	27-01-2005	NONE
US 2007180819	A1	09-08-2007	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2010/050908

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. F02D41/00 F02D41/02 F01N3/08 F02D19/02 F02D19/08
F01N3/20

ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

F02D F01N

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
X	US 2003/084876 A1 (STANGLMAIER RUDOLF H [US]) 8 mai 2003 (2003-05-08) figure 3 alinéa [0010] alinéas [0017], [0028] -----	1-9
X	DE 103 32 047 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 27 janvier 2005 (2005-01-27) alinéa [0002] -----	1,9
A	US 2007/180819 A1 (SELLNAU MARK C [US] ET AL) 9 août 2007 (2007-08-09) alinéas [0006], [0008], [0009] alinéa [0017] -----	1,2,5-9

☐ 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

9 septembre 2010

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

16/09/2010

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

Parmentier, Hélène

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2010/050908

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003084876 A1	08-05-2003	AUCUN	
DE 10332047 A1	27-01-2005	AUCUN	
US 2007180819 A1	09-08-2007	AUCUN	