

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①1 N° de publication :

3 051 843

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

16 54850

⑤1 Int Cl⁸ : **F 02 M 26/42** (2016.01), F 02 M 26/05, F 02 M 26/06,
F 02 M 26/33

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 **SYSTEME DE RECIRCULATION DES GAZ D'ECHAPPEMENT POUR UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE D'UN VEHICULE AUTOMOBILE.**

②2 **Date de dépôt** : 30.05.16.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 01.12.17 Bulletin 17/48.

④5 **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 10.06.22 Bulletin 22/23.

⑤6 **Liste des documents cités dans le rapport de recherche** :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦1 **Demandeur(s)** : *RENAULT S.A.S Société par actions simplifiée* — FR.

⑦2 **Inventeur(s)** : MORIN PASCAL, BECQUET ESTELLE et GIMENES THOMAS.

⑦3 **Titulaire(s)** : *RENAULT S.A.S Société par actions simplifiée*.

⑦4 **Mandataire(s)** : CASALONGA.

FR 3 051 843 - B1



Description

Titre de l'invention : Système de recirculation des gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne d'un véhicule automobile

- [0001] La présente invention concerne le domaine des moteurs à combustion interne, notamment pour véhicules automobiles, comportant un système de recirculation partielle des gaz d'échappement.
- [0002] Les normes d'émission de polluants des moteurs à combustion interne tels que les moteurs diesel étant de plus en plus strictes, ces moteurs sont généralement conçus avec des systèmes de recirculation de gaz d'échappement, dit en termes anglo-saxons « Exhaust Gas Recirculation » ou « EGR ». De tels systèmes EGR comprennent, généralement, un circuit de recirculation pour le conduit haute pression prélevant les gaz d'échappement en amont de la turbine du turbo-compresseur, un circuit de recirculation pour le conduit basse pression prélevant les gaz d'échappement en aval d'un organe de dépollution de la ligne d'échappement, et un échangeur thermique afin de refroidir les gaz présents dans le circuit de recirculation basse pression et de les réinjecter en entrée du moteur.
- [0003] Un système de commande, piloté par le calculateur du moteur, permet de commander sélectivement les vannes basse pression et haute pression du système EGR afin de réguler le débit des gaz brûlés vers le collecteur d'admission.
- [0004] De tels systèmes EGR permettent de réduire les substances polluantes émises par le véhicule et principalement les oxydes d'azote (NOx). En effet, les gaz d'échappement recirculés sont pauvres en oxygène, de sorte que les réinjecter à l'entrée du moteur à combustion interne permet de diminuer la quantité d'oxygène disponible et ainsi la formation d'oxydes d'azote.
- [0005] Toutefois, les nouvelles normes d'émission de polluants des moteurs à combustion interne conduisent à une complexité croissante des systèmes de recirculation des gaz et de dépollution afin de réduire d'avantage les oxydes d'azote et la consommation de carburant.
- [0006] Pour cela, il sera également nécessaire de refroidir les gaz recirculés dans le circuit de recirculation haute pression. Les groupes moto-propulseur devront, à l'avenir, être dotés de deux systèmes de recirculation des gaz refroidis distincts pour le circuit haute pression et pour le circuit basse pression. Ainsi, les deux systèmes EGR étant indépendants, il est nécessaire de dupliquer les composants et les câblages pour commander la recirculation des gaz haute pression ou basse pression. Cela implique une augmentation du nombre d'étages de commande du calculateur du moteur.

- [0007] La présente invention a donc pour but de résoudre ces inconvénients.
- [0008] Plus particulièrement, l'invention vise à prévoir un système de recirculation des gaz d'échappement répondant aux nouvelles normes de dépollution tout en limitant le nombre de composants afin de réduire les dimensions, le coût et le poids des moteurs à combustion interne. Avantageusement, la conception même d'un tel système de recirculation permet une intégration simplifiée des composants le constituant.
- [0009] L'invention a également pour but de limiter le nombre d'étages de commande du calculateur du moteur.
- [0010] L'invention a pour objet un système de recirculation des gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne de véhicule automobile comprenant un collecteur d'admission d'air frais, un collecteur d'échappement et un système de turbo-compression. Ledit système de recirculation comprend un premier circuit de recirculation des gaz d'échappement haute pression apte à prélever une partie des gaz d'échappement en sortie du collecteur d'échappement et à les réinjecter dans le collecteur d'admission d'air, et un deuxième circuit de recirculation des gaz d'échappement basse pression, apte à prélever une partie des gaz d'échappement en aval d'un filtre à particules et à les réinjecter dans le système de turbo-compression.
- [0011] Ledit système de recirculation comprend un module de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés commun aux circuits de recirculation haute pression et basse pression.
- [0012] Avantageusement, le module de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés comprend une vanne d'entrée de type trois voies reliant des portions d'entrée des gaz recirculés respectivement haute pression et basse pression et une vanne de sortie de type trois voies reliant des portions de sortie des gaz recirculés respectivement haute pression et basse pression.
- [0013] Dans un mode de réalisation, les vannes d'entrée et de sortie sont actionnées par un actuateur entre une première position de passage des gaz recirculés provenant du circuit de recirculation haute pression et une deuxième position de passage des gaz recirculés provenant du circuit de recirculation basse pression, tel que par exemple une électrovanne, un actuateur pneumatique ou électrique, commandé à son tour par une unité électronique de commande ou « UCE » reliée au calculateur du moteur.
- [0014] Les vannes d'entrée et de sortie sont, par exemple, par défaut dans la première position.
- [0015] La vanne d'entrée est, de préférence, configurée pour résister à une différence de pression entre la pression en amont de la turbine et la pression en aval du filtre à particules supérieure ou égale à trois bars.
- [0016] Dans un mode de réalisation, le module de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés comprend une vanne de recirculation des gaz d'échappement

disposée entre la vanne d'entrée et la vanne de sortie. Ladite vanne de recirculation des gaz d'échappement étant actionnée, par exemple, par un moteur électrique. La vanne EGR permet le réglage du flux de gaz d'échappement recirculés refroidis respectivement vers le collecteur d'admission en cas de gaz haute pression et vers le compresseur en cas gaz basse pression.

- [0017] Avantageusement, le module de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés comprend un échangeur thermique relié à un circuit de refroidissement traversé par un fluide de refroidissement, ledit échangeur thermique étant disposé entre la vanne d'entrée et la vanne de recirculation des gaz d'échappement.
- [0018] Avantageusement, le module de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés comprend un conduit non refroidi et une vanne by-pass reliant la vanne d'entrée audit conduit non refroidi, ladite vanne by-pass étant commandée par un actuateur entre une première position de passage des gaz recirculés vers l'échangeur thermique et une deuxième position de passage des gaz recirculés vers le conduit non refroidi.
- [0019] La portion de sortie des gaz recirculés dans la conduite basse pression comprend, par exemple, un filtre disposé en amont du compresseur.
- [0020] Selon un autre aspect, l'invention concerne un moteur à combustion interne de véhicule automobile comprenant un collecteur d'admission d'air frais, un collecteur d'échappement, un système de turbo-compression et un système de recirculation des gaz d'échappement tel que décrit précédemment.
- [0021] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :
- [0022] [Fig 1] illustre, de manière schématique, la structure d'un moteur à combustion interne d'un moteur automobile pourvu d'un module de refroidissement selon l'invention ;
- [0023] [Fig 2] illustre en détail le module de refroidissement selon la [Fig 1], ledit module fonctionnant en mode basse pression ; et
- [0024] [Fig 3] illustre en détail le module de refroidissement selon la [Fig 1], ledit module fonctionnant en mode haute pression.
- [0025] Tel qu'illustré sur la [Fig 1], un moteur à combustion interne d'un véhicule automobile référencé 10 dans son ensemble comprend, par exemple, quatre cylindres 12 en ligne, un collecteur d'admission d'air frais 14, un collecteur d'échappement 16 et un système de turbo-compression 18.
- [0026] Comme on le voit sur cette figure, les cylindres 12 sont alimentés en air par l'intermédiaire du collecteur d'admission 14, lui-même alimenté par une conduite d'admission d'air frais 20 pourvue d'un filtre à air 22 et du turbocompresseur 18 de

suralimentation du moteur 10 en air.

- [0027] Le turbocompresseur 18 comporte essentiellement une turbine 24 entraînée par les gaz d'échappement et un compresseur 26 monté sur le même axe que la turbine 24 et assurant une compression de l'air distribué par le filtre à air 22, dans le but d'augmenter la quantité d'air admise dans les cylindres 12 du moteur. Un échangeur thermique 28 peut être placé après la sortie du compresseur 26 équipant la conduite 20 d'alimentation du collecteur d'admission 14 en air frais.
- [0028] Tel qu'illustré et à titre d'exemple non limitatif, la conduite d'admission d'air 20 comporte une soupape d'admission principale 20a de régulation du débit du flux d'air entrant dans le collecteur d'admission 14.
- [0029] En ce qui concerne le collecteur d'échappement 16, celui-ci récupère les gaz d'échappement issus de la combustion et évacue ces derniers vers l'extérieur, par l'intermédiaire d'un conduit d'échappement des gaz haute pression 30 débouchant sur la turbine 24 du turbocompresseur 18 et par une ligne d'échappement 32.
- [0030] La ligne d'échappement 32 comprend un filtre à particules 34 ainsi qu'un convertisseur catalytique d'oxydation (non représenté), dit « Diesel oxidation catalyst » en termes anglo-saxons, disposé en amont du filtre à particules 34 et assurant essentiellement une oxydation des molécules réductrices constituées par le monoxyde de carbone (CO) et les hydrocarbures imbrûlés (HC). Ce convertisseur catalytique est connu de l'homme du métier et ne sera pas davantage décrit. En variante du convertisseur catalytique d'oxydation, on pourrait prévoir un autre organe de traitement d'effluents de gaz d'échappement, notamment un piège à oxydes d'azote associé au filtre à particules 34, permettant de réduire les oxydes d'azote (NOx) émis par le moteur 10 en molécules inoffensives d'azote et d'eau sous l'action d'hydrocarbures provenant du moteur. La ligne d'échappement 32 est pourvue d'un volet d'échappement 36 des gaz brûlés.
- [0031] Tel qu'illustré, le moteur comporte en outre un système de recirculation des gaz d'échappement comportant un premier circuit de recirculation 40 des gaz d'échappement haute pression et un deuxième circuit de recirculation 42 des gaz d'échappement basse pression. Le premier circuit de recirculation 40 des gaz d'échappement haute pression prélève une partie des gaz d'échappement en sortie du collecteur d'échappement 16 et les réinjecte dans le collecteur d'admission d'air 14, afin de limiter la quantité d'oxydes d'azote produits par la combustion tout en évitant la formation de fumée dans les gaz d'échappement. Le deuxième circuit de recirculation 42 des gaz d'échappement basse pression prélève une partie des gaz d'échappement en aval du filtre à particules 34 et les réinjecte dans le système de turbo compression 18.
- [0032] Tel qu'illustré, le système de recirculation des gaz d'échappement comporte en outre

un module 50 de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés « EGR » par les circuits de recirculation haute pression 40 et basse pression 42. Le module 50 de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés intègre dans un seul élément tous les composants nécessaires au refroidissement et au dosage des gaz recirculés haute pression et basse pression.

[0033] Ainsi, on réduit le poids, le volume et le coût du système de recirculation des gaz, permettant une implantation aisée sur des véhicules disposant de petits compartiments moteurs.

[0034] Tel qu'illustré, le module 50 de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés comprend une vanne d'entrée 52, de type trois voies, reliant les portions d'entrée des gaz recirculés respectivement de la conduite haute pression 40a et de la conduite basse pression 42a et une vanne de sortie 54, de type trois voies, reliant les portions de sortie des gaz recirculés respectivement de la conduite haute pression 40b et de la conduite basse pression 42b. L'intégration de deux vannes de type trois voies en entrée et en sortie du module de refroidissement 50 permet une indépendance complète des deux circuits de gaz recirculés 40, 42. En effet, pour des raisons de fiabilité du moteur, il n'est pas souhaitable de mélanger les gaz recirculés dans les deux circuits EGR 40, 42.

[0035] Les vannes d'entrée et de sortie 52, 54 sont commandées par un actuateur 56, tel que par exemple une électrovanne, un actuateur pneumatique ou électrique, commandé à son tour par une unité électronique de commande 58 ou « UCE » reliée au calculateur du moteur (non représenté). Les vannes d'entrée et de sortie 52, 54 sont actionnées par l'actuateur entre une première position de passage des gaz recirculés provenant du circuit de recirculation haute pression 40 et une deuxième position de de passage des gaz recirculés provenant du circuit de recirculation basse pression 42.

[0036] Le module 50 de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés comprend en outre un échangeur thermique 60 relié à un circuit de refroidissement 62 traversé par un fluide de refroidissement, une vanne by-pass 64 commandée par un actuateur by-pass 66 reliant la vanne d'entrée 52 à un conduit non refroidi 68 servant à canaliser les gaz recirculés en mode by-pass. Ladite vanne by-pass 64 est ainsi commandée par l'actuateur 66 entre une première position de passage des gaz recirculés vers le conduit de l'échangeur thermique 60 et une deuxième position de passage des gaz recirculés vers le conduit non refroidi 68.

[0037] Le module 50 de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés comprend en outre une vanne EGR 70 reliant sélectivement le conduit non refroidi 68 et le conduit de l'échangeur thermique 60 et actionnée, par exemple, par un moteur électrique (non représenté) commandé par l'UCE 58. La vanne EGR 70 permet le réglage du flux de gaz d'échappement recirculés refroidis respectivement vers le

collecteur d'admission 14 en cas de gaz haute pression et vers le compresseur 26 en cas gaz basse pression.

- [0038] Tel qu'illustré, la portion de sortie 42b des gaz recirculés dans la conduite basse pression comprend un filtre 72 en amont du compresseur 26.
- [0039] La [Fig 2] illustre le fonctionnement du module de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés en mode de recirculation des gaz basse pression. Tel qu'illustré sur la [Fig 2], la vanne d'entrée 52 laisse passer les gaz d'échappement recirculés prélevés en aval du filtre à particules 34 et la vanne de sortie 54 laisse passer les gaz d'échappement recirculés basse pression refroidis. Les gaz d'échappement recirculés basse pression sont ensuite mélangés à l'air frais admis dans la conduite 20.
- [0040] La [Fig 3] illustre le fonctionnement du module de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés en mode de recirculation des gaz haute pression. Tel qu'illustré sur la [Fig 3], la vanne d'entrée 52 laisse passer les gaz d'échappement recirculés prélevés en aval du collecteur d'échappement 16 et la vanne de sortie 54 laisse passer les gaz d'échappement recirculés haute pression refroidis. Les gaz d'échappement recirculés haute pression sont ensuite mélangés aux gaz comprimés par le compresseur 26 et transmis au collecteur d'admission 14.
- [0041] La position par défaut de ces vannes d'entrée et de sortie 52, 54 est le mode de recirculation des gaz haute pression EGR HP, comme illustré sur la [Fig 3]. Cette position par défaut peut, par exemple, être assurée par un ressort de rappel ou tout autre moyen permettant un fonctionnement par défaut en EGR haute pression.
- [0042] Cette position permet de bénéficier en mode de recirculation des gaz basse pression EGR BP d'une force plus importante procurée par l'effet de la dépression sur l'actuateur 56 des vannes d'entrée et de sortie 52, 54. En effet, la pression P_{avt} en amont de la turbine, par exemple de 4.5 bar, étant supérieure à la pression $P_{\text{échap}}$ en aval du filtre à particules, par exemple de 1.3bar, lorsque le module 50 fonctionne en mode de recirculation des gaz recirculés EGR BP, le volet de la vanne d'entrée 52 tend à pivoter le volet en mode de fonctionnement EGR HP, de sorte qu'un mélange des gaz recirculés haute pression et basse pression peut survenir.
- [0043] Le mélange des gaz EGR basse pression et haute pression, réduit la pression en amont du turbocompresseur avec pour conséquence une perte de puissance et une dégradation de la combustion des gaz de combustion, ainsi que l'encrassement du circuit EGR basse pression car les gaz recirculés haute pression sont chargés de suie. Il est donc primordial d'éviter au maximum un tel mélange.
- [0044] L'actuateur de la vanne d'entrée 52 et son moyen de rappel doivent donc être dimensionnés de manière à maintenir le volet de la vanne d'entrée en butée malgré la différence de pression entre la pression P_{avt} en amont de la turbine et la pression $P_{\text{échap}}$ en aval du filtre à particules. La vanne d'entrée 52 est ainsi configurée pour

résister à une différence de pression entre la pression P_{avt} en amont de la turbine 24 et la pression $P_{échap}$ en aval du filtre à particules 34 supérieure ou égale à trois bars.

[0045] En variante, on pourrait prévoir que le module de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés ne comprennent que la vanne EGR 70 et les vannes d'entrée 52 et de sortie 54 disposées respectivement de part et d'autre de la vanne EGR 70. Dans cette variante de réalisation, ainsi dépourvue du conduit non refroidi 68 et de la vanne by-pass 64, les gaz entrant dans le module de refroidissement 50 traversent intégralement l'échangeur thermique 60.

[0046] Grâce à l'invention il est possible de respecter les objectifs de réduction des émissions d'oxydes d'azote et de CO_2 de futures normes de dépollution. De plus, l'intégration dans un module commun des systèmes de recirculation des gaz haute pression et basse pression permet de réduire les dimensions, le poids, le coût et la complexité des systèmes de recirculation des gaz.

Revendications

[Revendication 1]

Système de recirculation des gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne (10) de véhicule automobile comprenant un collecteur d'admission d'air frais (14), un collecteur d'échappement (16) et un système de turbo-compression (18), ledit système de recirculation comprenant un premier circuit de recirculation (40) des gaz d'échappement haute pression apte à prélever une partie des gaz d'échappement en sortie du collecteur d'échappement (16) et à les réinjecter dans le collecteur d'admission d'air (14), et un deuxième circuit de recirculation (42) des gaz d'échappement basse pression, apte à prélever une partie des gaz d'échappement en aval d'un filtre à particules (34) et à les réinjecter dans le système de turbo-compression (18), le système de recirculation des gaz comprenant un module (50) de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés commun aux circuits de recirculation haute pression (40) et basse pression (42), caractérisé en ce que le module (50) de refroidissement et de dosage des gaz d'échappement recirculés intègre dans un seul élément:

- une vanne d'entrée (52) de type trois voies reliant des portions d'entrée des gaz recirculés respectivement haute pression (40a) et basse pression (42a),
- une vanne de sortie (54) de type trois voies reliant des portions de sortie des gaz recirculés respectivement haute pression (40b) et basse pression (42b),
- une vanne de recirculation des gaz d'échappement (70) disposée entre la vanne d'entrée (52) et la vanne de sortie (54),
- un échangeur thermique (60) disposé entre la vanne d'entrée (52) et la vanne de recirculation des gaz d'échappement (70) et relié à un circuit de refroidissement (62) traversé par un fluide de refroidissement, un conduit non refroidi (68) et
- une vanne by-pass (64) reliant la vanne d'entrée (52) audit conduit non refroidi (68), ladite vanne by-pass (64) étant commandée par un actuateur (66) entre une première position de passage des gaz recirculés vers l'échangeur thermique et une deuxième position de passage des gaz recirculés vers le conduit non refroidi (68) et ladite vanne de recirculation des gaz d'échappement (70) reliant sélectivement le conduit non refroidi (68) et le conduit de l'échangeur thermique (60).

[Revendication 2]

Système de recirculation des gaz d'échappement selon la revendication

1, dans lequel les vannes d'entrée et de sortie (52, 54) sont actionnées par un actuateur (56) entre une première position de passage des gaz recirculés provenant du circuit de recirculation haute pression (40) et une deuxième position de passage des gaz recirculés provenant du circuit de recirculation basse pression (42).

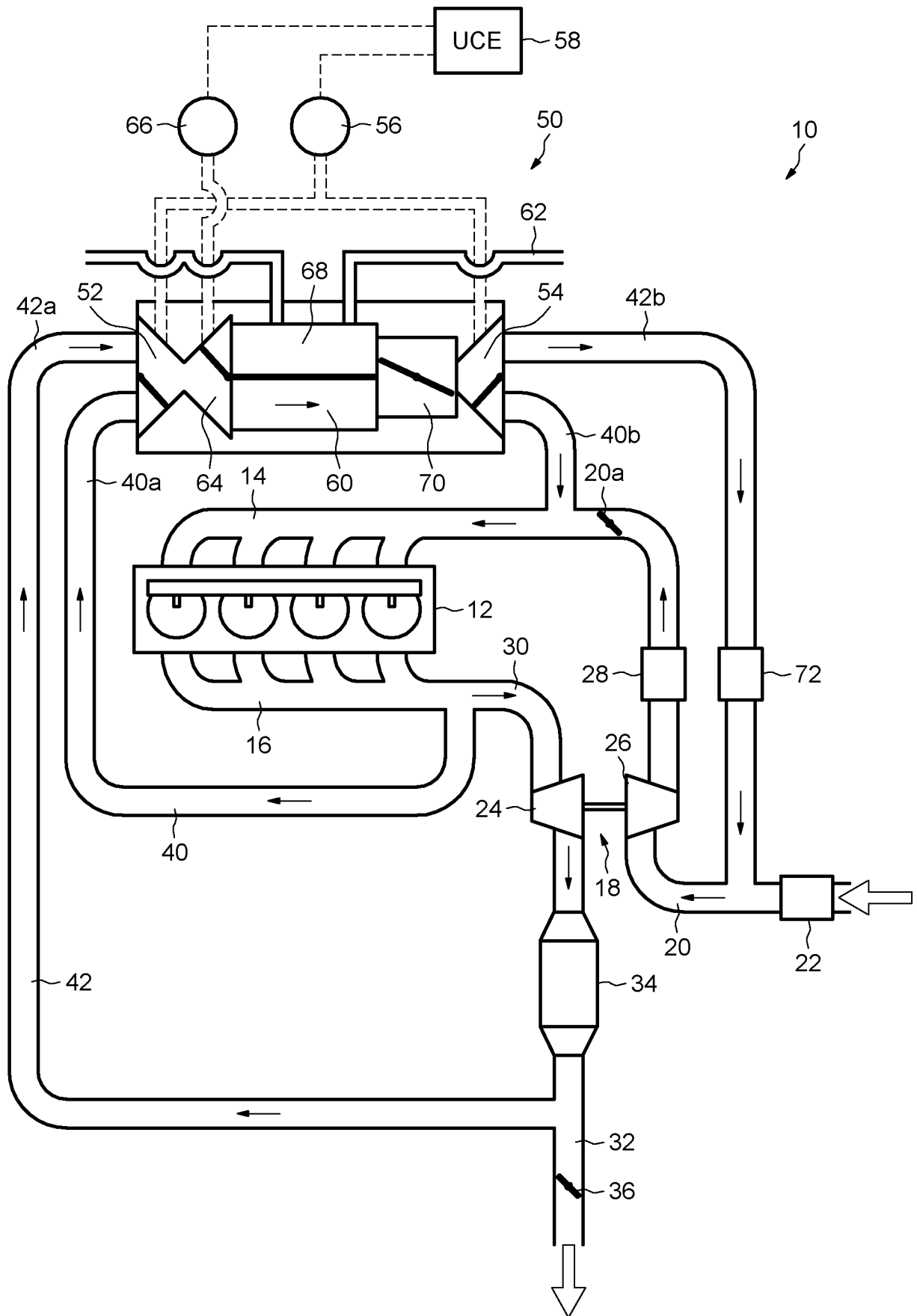
[Revendication 3] Système de recirculation des gaz d'échappement selon la revendication 2, dans lequel les vannes d'entrée et de sortie (52, 54) sont par défaut dans la première position.

[Revendication 4] Système de recirculation des gaz d'échappement selon la revendication 2 ou 3, dans lequel la vanne d'entrée (52) est configurée pour résister à une différence de pression entre la pression P_{avt} en amont de la turbine (24) et la pression ($P_{échap}$) en aval du filtre à particules (34) supérieure ou égale à trois bars.

[Revendication 5] Système de recirculation des gaz d'échappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la portion de sortie (42b) des gaz recirculés dans la conduite basse pression comprend un filtre (72) en amont du compresseur (26).

[Revendication 6] Moteur à combustion interne (10) de véhicule automobile comprenant un collecteur d'admission d'air frais (14), un collecteur d'échappement (16), un système de turbo-compression (18), un système de recirculation des gaz d'échappement selon l'une quelconques des revendications précédentes.

1/2
FIG. 1



2/2
FIG.2

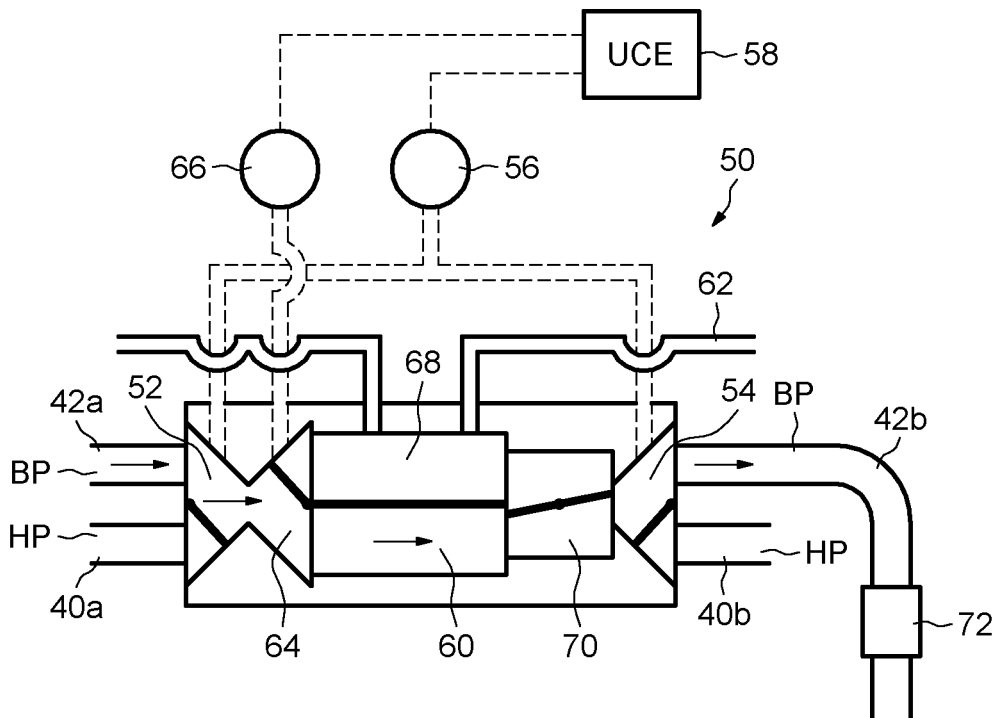
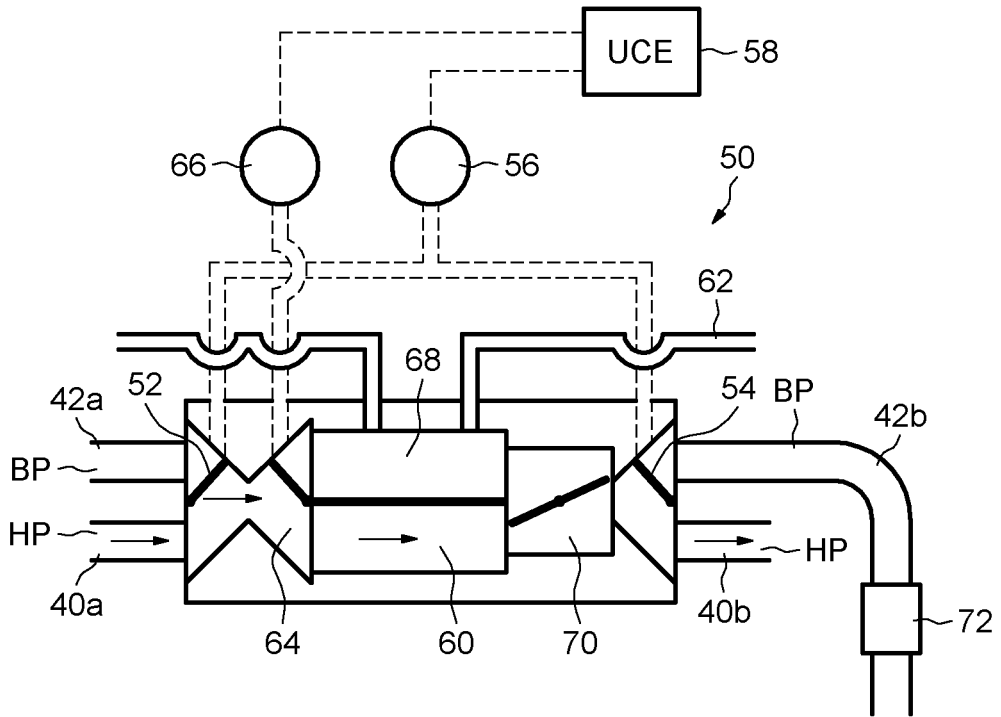


FIG.3



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2006/236693 A1 (WEI PUNING [US] ET AL) 26 octobre 2006 (2006-10-26)

EP 2 395 224 A2 (AUDI AG [DE]) 14 décembre 2011 (2011-12-14)

WO 2006/008600 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; HASHIZUME TAKESHI [JP]) 26 janvier 2006
(2006-01-26)

WO 2012/045673 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]; SAUTER HARTMUT [DE]; SCHWALK BERNHARD
[DE]) 12 avril 2012 (2012-04-12)

WO 2009/105463 A2 (BORGWARNER INC [US]; ROTH DAVID B [US]) 27 août 2009 (2009-08-27)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT