

(19)



(11)

EP 2 240 679 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:

14.03.2018 Bulletin 2018/11

(21) Numéro de dépôt: **08872752.4**

(22) Date de dépôt: **18.12.2008**

(51) Int Cl.:

F02M 26/52^(2016.01)

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2008/001780

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2009/106726 (03.09.2009 Gazette 2009/36)

(54) **BOUCLE EGR D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE D'UN VEHICULE AUTOMOBILE**

AGR-KREISLAUF EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG

MOTOR VEHICLE INTERNAL COMBUSTION ENGINE EGR LOOP

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(30) Priorité: **03.01.2008 FR 0800026**

(43) Date de publication de la demande:

20.10.2010 Bulletin 2010/42

(73) Titulaire: **Valeo Systèmes de Contrôle Moteur
95892 Cergy Pontoise (FR)**

(72) Inventeurs:

• **LEROUX, Samuel
F-78300 Poissy (FR)**

• **ALBERT, Laurent
60640 VERDERIE (FR)**
• **ADENOT, Sébastien
F-95300 Pontoise (FR)**

(74) Mandataire: **Tran, Chi-Hai**

**Valeo Systèmes Thermiques
8, rue Louis Lormand
CS 80517 La Verrière
78322 Le Mesnil Saint Denis Cedex (FR)**

(56) Documents cités:

**WO-A-2007/089771 FR-A- 2 806 448
US-A1- 2005 145 229 US-A1- 2005 241 702**

EP 2 240 679 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne, en référence à la figure 7 en annexe, la boucle EGR d'un moteur à combustion interne d'un véhicule automobile, comprenant le moteur 21, un collecteur d'échappement 22 des gaz de combustion, une turbine 25 de turbo-compresseur 24, la boucle de recirculation des gaz d'échappement (EGR) 28, avec un refroidisseur 29 et la vanne trois voies 30 basse pression disposée en amont du compresseur 26 du turbo-compresseur 24 et reliée à lui par sa sortie et comportant deux entrées pour recevoir de l'air frais et les gaz d'échappement refroidis, en un mélange dont la pression est augmentée dans le compresseur 26, et un collecteur d'admission 23 du moteur pour recevoir les gaz d'échappement et l'air du compresseur.

[0002] La boucle EGR vise à réduire l'émission de dioxyde d'azote, par diminution de la température de combustion, par ralentissement de la combustion du mélange comburant et absorption d'une partie des calories. Le refroidisseur de la boucle EGR permet de faire chuter la température de combustion à fort régime (forte charge).

[0003] Plusieurs modes opératoires de la vanne trois voies et donc du moteur peuvent être envisagés. Deux dispositifs de réglage du débit de gaz EGR sont présentés dans le US 2005/02 41 702 A1 et le FR 2 806 448 A1. Le moteur peut ne recevoir que de l'air frais, sans gaz d'échappement recirculés. Le moteur peut recevoir de l'air frais mélangé à une partie des gaz d'échappement, la différence de pression entre l'échappement et l'entrée du compresseur du turbo-compresseur étant suffisante pour assurer la recirculation des gaz d'échappement. Quand la différence de pression n'est pas suffisante pour la recirculation des gaz d'échappement et pour assurer le bon taux EGR, on peut créer une contre-pression par étranglement de la voie d'échappement en aval de la boucle EGR, pour ainsi forcer une partie des gaz d'échappement vers la voie d'admission du moteur. Cette solution, par sa complexité, n'est toutefois pas très satisfaisante et l'invention de la présente demande est une autre solution au problème de la création d'une contre-pression pour assurer un débit EGR correct.

- Ainsi, l'invention concerne un mode d'utilisation particulier de la boucle EGR ci-dessus, caractérisé par le fait que
- le débit de l'air frais dans la voie d'arrivée de l'air de la vanne EGR étant maximum,
- on ouvre progressivement la voie des gaz EGR dans la vanne et,
- avant que le débit des gaz EGR dans la vanne n'augmente plus,
- on ferme progressivement la voie d'arrivée de l'air frais pour continuer de faire croître le débit des gaz EGR, suivant une courbe monotone croissante.

L'invention est mise en oeuvre avec une vanne trois voies

à deux volets pour les deux voies air frais et gaz EGR, respectivement. Le déphasage de la fermeture de la voie d'arrivée d'air frais, peut également être réalisé avec une vanne trois voies monovolet, impliquant des zones angulaires beaucoup plus étroites.

[0004] Dans le mode de mise en oeuvre selon l'invention, avec une vanne trois voies à deux volets, le débit de gaz EGR dans la voie d'entrée EGR de la vanne commençant à décliner après une rotation du volet correspondant d'environ 55°, c'est dans cette position angulaire du volet des gaz EGR qu'on commence à faire tourner le volet d'admission de l'air frais pour fermer la voie d'arrivée d'air frais dans la vanne EGR. La rotation du volet d'admission (5) peut être effectuée jusqu'à le faire tourner de 90°. Cette rotation peut conduire à obturer totalement la voie d'arrivée d'air (2). En variante, la conduite n'est obturée que partiellement, par exemple grâce à un volet dont le diamètre est inférieur au diamètre de la conduite.

[0005] On notera que dans le moteur du document US 2005/0193978, la surpression définie par une vanne déterminée est toujours au niveau correspondant au fonctionnement du moteur ; si la surpression varie par cette vanne, la quantité d'air admise varie aussi.

[0006] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante du mode d'utilisation de la vanne trois voies et donc de la boucle EGR, ainsi que de la vanne trois voies elle-même, en référence au dessin en annexe, sur lequel

- les figures 1a, 1b, 1c, 1d illustrent les quatre modes d'utilisation de la vanne trois voies de la boucle EGR dont l'utilisation particulière est revendiquée par la présente demande ;
- les figures 2a, 2b, 2c représentent les courbes de débit d'air (1a), de débit naturel de gaz d'échappement EGR (dgn) et de débit, forcé selon l'invention, de gaz d'échappement EGR (dgnf), en fonction des positions angulaires (α) des volets correspondants ;
- la figure 3 est une vue en perspective de la cinématique de la vanne trois voies à deux volets, volet d'air ouvert et volet des gaz fermé ;
- la figure 4 est une vue de la vanne de la figure 3, volet des gaz en position d'ouverture partielle ;
- la figure 5 est une vue de la vanne de la figure 3, volet des gaz ouvert et volet d'air fermé ;
- la figure 6 est une vue partielle en perspective de la cinématique d'une vanne trois voies selon une variante du mécanisme de déphasage temporel de la fermeture du volet d'air par rapport à l'ouverture du volet des gaz et
- la figure 7 représente de façon simplifiée, la boucle EGR utilisée selon l'invention.

[0007] La vanne EGR 1 des figures 1a, 1b, 1c, schématiquement, comporte une entrée d'air 2, une entrée de gaz d'échappement recirculés 3 et une sortie d'air et de gaz 4.

[0008] La vanne 1 est ici une vanne à deux volets, un volet 5 dans la voie d'entrée d'air 2 et un volet 6 dans la voie d'entrée de gaz 3.

[0009] Tout d'abord, le volet d'air 5 est dans une position angulaire (0°) permettant un débit d'air maximal dans la voie 2 et le volet d'arrivée des gaz 6, dans une position angulaire (90°) obturant la voie 3.

[0010] Puis, sans que le volet d'air 5 ne pivote, le volet d'arrivée des gaz 6 - commence à pivoter pour ouvrir progressivement la voie 3 aux gaz d'échappement EGR (figure 1a). Il s'agit de la zone I des courbes 2. Puis, le volet d'air 5 restant dans la même position d'ouverture maximale de l'entrée d'air 3, le volet des gaz 6 pivote pour considérablement ouvrir la voie des gaz 6 (figure 1b). Il s'agit de la zone II des courbes 2. Dans une certaine position angulaire du volet des gaz 6, ici de 35° , c'est-à-dire après une rotation de 55° , le débit des gaz dans la voie 3 n'augmente pratiquement plus et, tout en continuant à faire pivoter le volet des gaz 6, on commence alors à faire pivoter le volet d'air 5 pour fermer la voie d'arrivée d'air 2, avec un déphasage temporel correspondant, et, ainsi, forcer le moteur à aspirer d'avantage de gaz EGR (figure 1c).

[0011] On entre dans la zone III des courbes 2, la courbe de débit des gaz d'échappement s'infléchissant pour continuer de monter.

[0012] Cette zone III s'étend jusqu'à ce que le volet des gaz 6 atteigne la position angulaire 0° d'ouverture maximale de la voie d'entrée de gaz 3 et que le volet d'air se trouve dans la position angulaire (90°) d'obturation totale ou partielle de la voie d'entrée d'air 2.

[0013] Pour la mise en oeuvre de l'alimentation de la vanne EGR trois voies 1, telle que définie ci-dessus, cette vanne trois voies présente la cinématique qui va maintenant être décrite en référence aux figures 3 à 5.

[0014] La cinématique de la vanne trois voies 1 comporte un engrenage s'étendant, ici, entre un moteur à courant continu 7 et deux arbres 51, 61 d'entraînement en rotation du volet d'air 5 et du volet des gaz 6, respectivement. Les deux arbres 51, 61 s'étendent parallèlement l'un à l'autre.

[0015] De l'arbre 14 du moteur 7 est solidaire un pignon 8 d'entraînement d'une roue dentée intermédiaire 9 portant une denture périphérique 10 et une denture centrale 11.

[0016] La denture périphérique 10 de la roue intermédiaire engrène avec une couronne dentée 12 d'entraînement en rotation du volet d'air 5. La couronne dentée 12 est libre en rotation par rapport à l'axe 51 du volet 5. L'entraînement en rotation de ce volet 5 par la couronne 12 se fait par l'intermédiaire d'un doigt d'entraînement 15 qui est, lui, solidaire en rotation de l'axe 51 du volet 5. Ce doigt 15 est disposé au repos contre une butée réglable 16 solidaire du corps de la vanne (non représenté). La couronne 12 comporte une échancrure angulaire 17 adaptée à permettre la rotation libre de la couronne 12 sur un secteur angulaire défini, sans entraîner le doigt 15, c'est-à-dire le volet 5. C'est lorsque la cou-

ronne 12 est entraînée en rotation au-delà de ce secteur angulaire, dans un sens ou dans l'autre, que le bord de l'échancrure 17 entraîne alors le doigt 15.

[0017] La denture centrale 11 de la roue intermédiaire 9 engrène quant à elle avec une couronne dentée 13 d'entraînement en rotation du volet des gaz 6. La couronne dentée 13 est solidaire en rotation de l'axe 61 du volet 6.

[0018] Le volet 6 est donc entraîné en rotation directement par la rotation de la couronne 13, tandis que le volet 5 est entraîné en rotation seulement lorsque la couronne 12 entraîne en rotation le doigt 15.

[0019] Dans l'exemple considéré, le moteur 7, par son pignon 8, entraîne en rotation dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, entraîne la roue intermédiaire 9 en rotation dans le sens des aiguilles d'une montre. A son tour, la roue 9, par ses dentures 10, 11 entraîne, dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, les deux couronnes dentées 12, 13, qui sont donc entraînées en rotation par la même roue intermédiaire 9, mais via deux dentures différentes 10, 11. Le rapport d'engrenage entre l'arbre 14 du moteur 7 et le volet des gaz 6 est ici de 15,67, le rapport entre l'arbre 14 et le volet d'air 5 lorsqu'il est entraîné étant de 6,67.

[0020] Le mécanisme de déphasage de la fermeture du volet d'air 5 va maintenant être décrit.

[0021] Les figures 3, 4, et 5 montrent les couronnes et roues dentées à différentes étapes de la rotation du pignon 8.

[0022] De la figure 3 à la figure 4, les couronnes 12 et 13 sont entraînées dans le sens contraire des aiguilles d'une montre de sorte provoquant l'ouverture du volet 6 tandis que le volet 5 reste immobile et ce grâce à l'échancrure angulaire 17. Sur la position de la figure 4, l'un des bords de cette échancrure 17 vient en contact avec le doigt 15.

[0023] La rotation de la couronne 12 se poursuit alors en direction de la position représentée figure 5, le doigt 15 (et par conséquent le volet 5) étant alors entraîné en rotation. Le volet 5 se ferme donc avec un déphasage temporel permis par l'échancrure 17.

[0024] Une variante de réalisation du mécanisme de déphasage est représentée à la figure 6. Selon cette variante, une traverse 50 à deux bras radiaux 52, 53 est montée sur l'arbre 51 du volet 5. Chacun des bras 52, 53 comporte à son extrémité un doigt d'entraînement 54, 55, s'étendant sensiblement parallèlement à l'arbre 51.

[0025] Dans la couronne dentée 12 sont ménagées deux lumières circulaires 56, 57 d'entraînement des doigts 54, 55 en translation circulaire. Les doigts 54, 55 s'étendent respectivement dans ces deux lumières 56, 57.

[0026] Tant que les doigts 54, 55 ne sont pas en appui contre l'un des fonds 58 des lumières 56, 57, l'arbre 51 et le volet d'air 5 ne peuvent pas être entraînés en rotation. Dès que les doigts 54, 55 viennent en butée contre les fonds respectifs des deux lumières 56, 57, la couronne dentée 12 les entraîne avec elle, ce qui provoque la

mise en rotation du volet 5.

[0027] Pour assurer le fonctionnement correct de la vanne trois voies, il faut que l'ouverture angulaire des lumières soit inférieure à 180°. Si α_g est l'angle de rotation du volet des gaz 6, α_a , l'angle de rotation du volet d'air 5, la relation (1) doit être satisfaite

$$(\alpha_g - \alpha_a) \times \frac{\alpha_g}{\alpha_a} < 180 \quad (1)$$

[0028] Si on considère $\alpha_g = 90^\circ$ (figure 2b), alors l'angle de rotation α_a du volet d'air 5 doit satisfaire la relation (2)

$$\alpha_a > 30^\circ \quad (2)$$

[0029] Le rapport d'engrenage $R = \frac{\alpha_g}{\alpha_a}$ doit alors satisfaire la relation (3)

$$R < 3 \quad (3)$$

[0030] Dans l'exemple évoqué ci-dessus, on a considéré

$$R = \frac{15,67}{6,67} = 2,35$$

[0031] Les lumières circulaires 56, 57 sont ménagées dans la couronne 12 par rapport au secteur denté de la couronne 12 en tenant compte de l'amplitude de la rotation angulaire du volet des gaz 6 avant que le volet d'air 5 ne commence sa rotation.

[0032] La vanne qui vient d'être décrite est remarquable par son unicité de commande, au seul niveau du moteur à courant continu 7, ce qui la rend d'un meilleur prix et d'un encombrement réduit.

[0033] Cette commande peut être réalisée à l'aide d'un pont en H, bien connu de l'homme du métier, avec deux paires d'interrupteurs en série et le composant à commander - ici le moteur - relié aux deux points milieux des deux paires d'interrupteurs, les deux paires étant branchées entre une tension batterie et la masse.

Revendications

1. Mode d'utilisation d'une boucle EGR d'un moteur à combustion interne d'un véhicule automobile, comprenant le moteur (21), un collecteur (22) d'échappement des gaz de combustion, une turbine (25) de turbo-compresseur (24), la boucle (28) de recirculation des gaz d'échappement (EGR), avec un refroidisseur (29) et une vanne trois voies basse pression (30) disposée en amont du compresseur (26) du turbo-compresseur et reliée à lui par sa sortie et comportant deux entrées pour recevoir de l'air frais et les gaz d'échappement refroidis en un mélange dont la pression est augmentée dans le compresseur, la vanne trois voies (1) ayant deux volets (5, 6) pour les deux voies air frais (2) et gaz EGR (3) respectivement, et un collecteur d'admission (23) du moteur pour recevoir les gaz d'échappement et l'air du compresseur (26), **caractérisé par le fait que**

- le débit de l'air frais dans la voie d'arrivée de l'air (2) de la vanne EGR (1) étant maximum, - on ouvre progressivement la voie des gaz EGR (3) dans la vanne et, - avant que le débit des gaz EGR dans la vanne n'augmente plus, - on ferme progressivement la voie (2) d'arrivée de l'air frais pour continuer de faire croître le débit des gaz EGR, suivant une courbe monotone croissante,

le débit de gaz EGR dans la voie d'entrée EGR (3) de la vanne (1) commençant à décliner après une rotation du volet correspondant (6) d'environ 55°, c'est de cette position angulaire du volet des gaz EGR (6) qu'on commence à faire tourner le volet d'admission de l'air frais (5) pour fermer la voie d'arrivée d'air frais (2) dans la vanne EGR.

2. Mode d'utilisation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la rotation du volet d'admission (5) est effectuée jusqu'à le faire tourner de 90°.

3. Mode d'utilisation selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la rotation du volet d'admission (5) est effectuée jusqu'à obturer totalement la voie d'arrivée d'air (2).

4. Mode d'utilisation selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la rotation du volet d'admission (5) est effectuée jusqu'à obturer partiellement la voie d'arrivée d'air (2).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Anwendung eines AGR-Kreislaufs einer Verbrennungskraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, umfassend den Motor (21), einen Abgaskrümmer (22), eine Turbine (25) eines Turboladers (24), den Kreislauf (28) der Abgasrückführung (AGR), mit einem Kühler (29) und einem vor dem Verdichter (26) des Turboladers angeordneten und durch seinen Auslass mit diesem verbundenen Dreiwege-Niederdruckventil (30), das zwei Einlässe zur

Aufnahme von Frischluft und gekühlten Abgasen in einem Gemisch aufweist, dessen Druck im Verdichter erhöht wird, wobei das Dreiwegeventil (1) zwei Klappen (5, 6) für die beiden Kanäle Frischluft (2) bzw. AGR-Gas (3) aufweist, und einen Ansaugkrümmer (23) des Motors zur Aufnahme der Abgase und Luft des Verdichters (26), **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der Frischluft-Durchsatz im Lufteinlasskanal (2) des AGR-Ventils (1) maximal ist,
- der AGR-Gas-Kanal (3) im Ventil allmählich geöffnet wird und,
- bevor der AGR-Gas-Durchsatz im Ventil nicht mehr ansteigt,
- der Frischluft-Einlasskanal (2) allmählich geschlossen wird, um den Durchfluss von AGR-Gasen weiter zu erhöhen, und zwar gemäß einer monoton ansteigenden Kurve,

wobei der AGR-Gas-Durchsatz im AGR-Einlasskanal (3) des Ventils (1) zu sinken beginnt, nachdem sich die entsprechende Klappe (6) um ca. 55° gedreht hat, und von dieser Winkelstellung der AGR-Gas-Klappe (6) aus wird begonnen, die Frischluft-Drosselklappe (5) zu drehen, um den Frischluft-Einlasskanal (2) im AGR-Ventil zu schließen.

2. Verfahren zur Anwendung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosselklappe (5) so lange gedreht wird, bis sie um 90° gedreht ist.
3. Verfahren zur Anwendung gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosselklappe (5) so lange gedreht wird, bis der Lufteinlasskanal (2) vollständig verschlossen ist.
4. Verfahren zur Anwendung gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosselklappe (5) so lange gedreht wird, bis der Lufteinlasskanal (2) teilweise verschlossen ist.

Claims

1. Mode of use of a motor vehicle internal combustion engine EGR loop, comprising the engine (21), a combustion gas exhaust manifold (22), a turbocharger (24), a turbine (25), the exhaust gas recirculation (EGR) loop (28) with a cooler (29) and a low-pressure three-way valve (30) positioned upstream of the turbocharger compressor (26) and connected thereto by its outlet and comprising two inlets for receiving fresh air and the cooled exhaust gases in a mixture the pressure of which is increased in the compressor, the three-way valve (1) having two flaps (5, 6) for the two paths, fresh air (2) and EGR gas (3) respectively, and an engine intake manifold (23) for receiving the

exhaust gases and the air from the compressor (26), **characterized in that:**

- with the fresh air flow rate in the air inlet path (2) of the EGR valve (1) set at a maximum,
- the path (3) for the EGR gases in the valve is progressively opened, and
- before the EGR gas flow rate in the valve increases any further,
- the fresh air inlet path (2) is progressively closed in order to continue to cause the EGR gas flow rate to increase on an increasing monotonous curve,

the EGR gas flow rate in the EGR inlet path (3) of the valve (1) beginning to drop after a rotation of the corresponding flap (6) through about 55°, it is from this angular position of the EGR gas flap (6) that the fresh air intake flap (5) begins to be turned in order to close the fresh air inlet path (2) in the EGR valve.

2. Mode of use according to Claim 1, **characterized in that** the intake flap (5) is rotated until it has been turned through 90°.
3. Mode of use according to one of Claims 1 and 2, **characterized in that** the intake flap (5) is rotated until the air inlet path (2) is completely shut off.
4. Mode of use according to one of Claims 1 and 2, **characterized in that** the intake flap (5) is rotated until the air inlet path (2) is partially shut off.

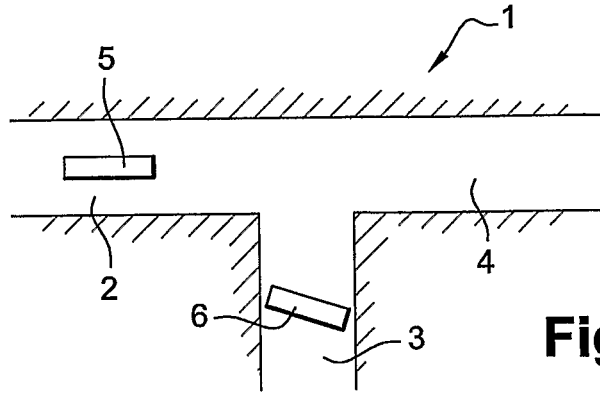


Fig. 1a

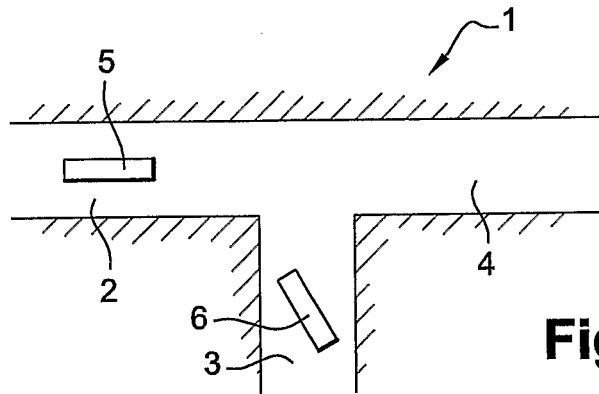


Fig. 1b

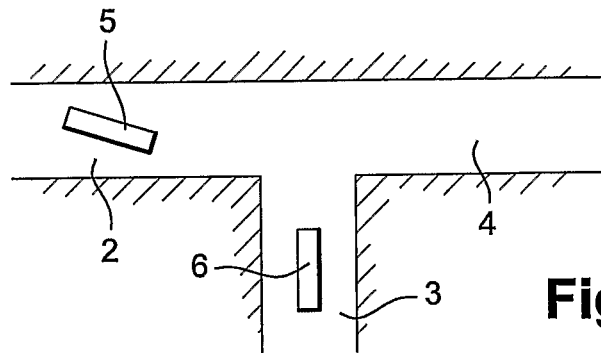


Fig. 1c

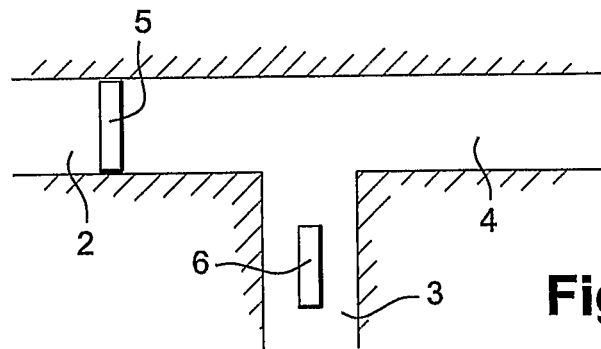


Fig. 1d

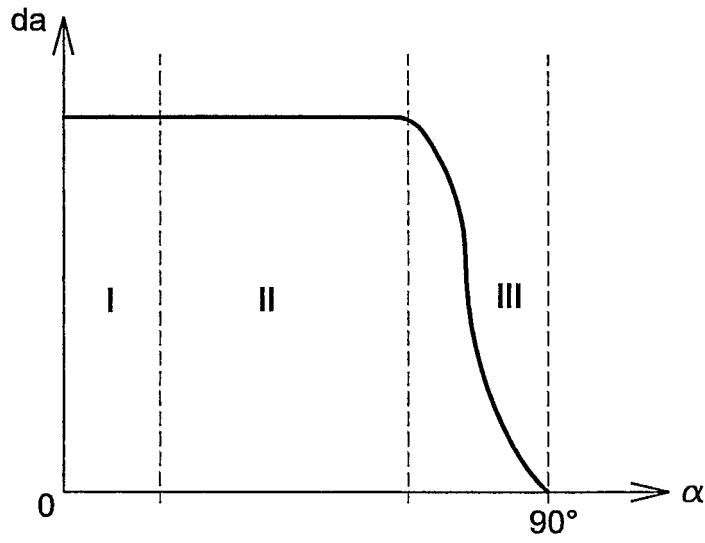


Fig. 2a

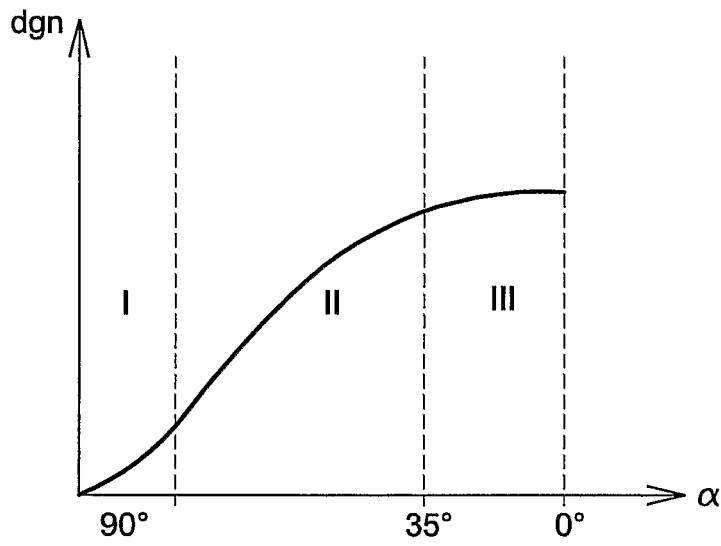


Fig. 2b

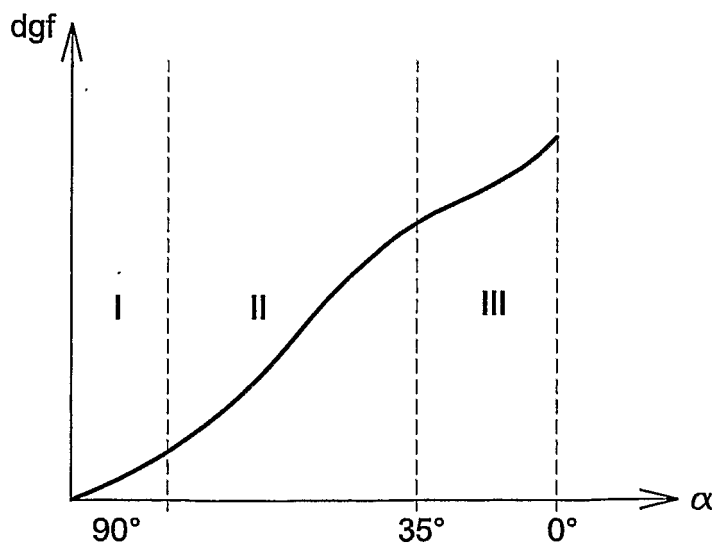
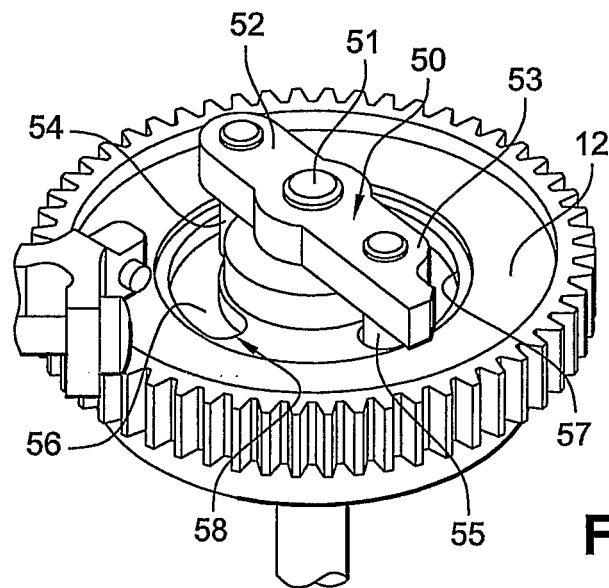
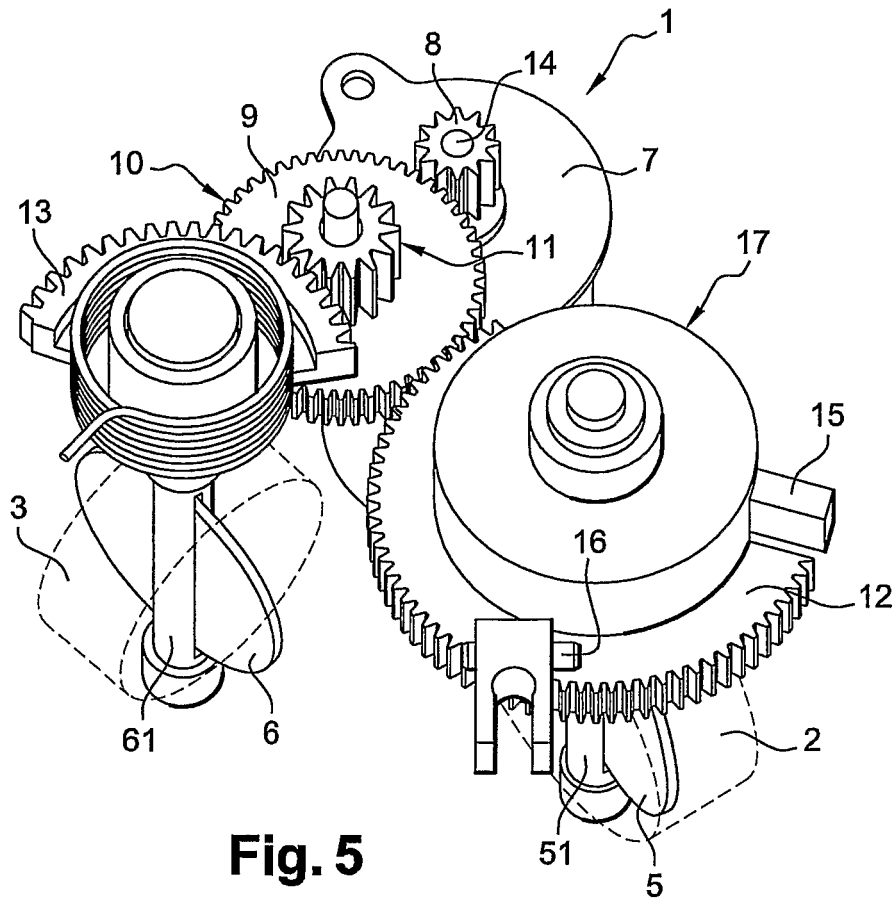


Fig. 2c



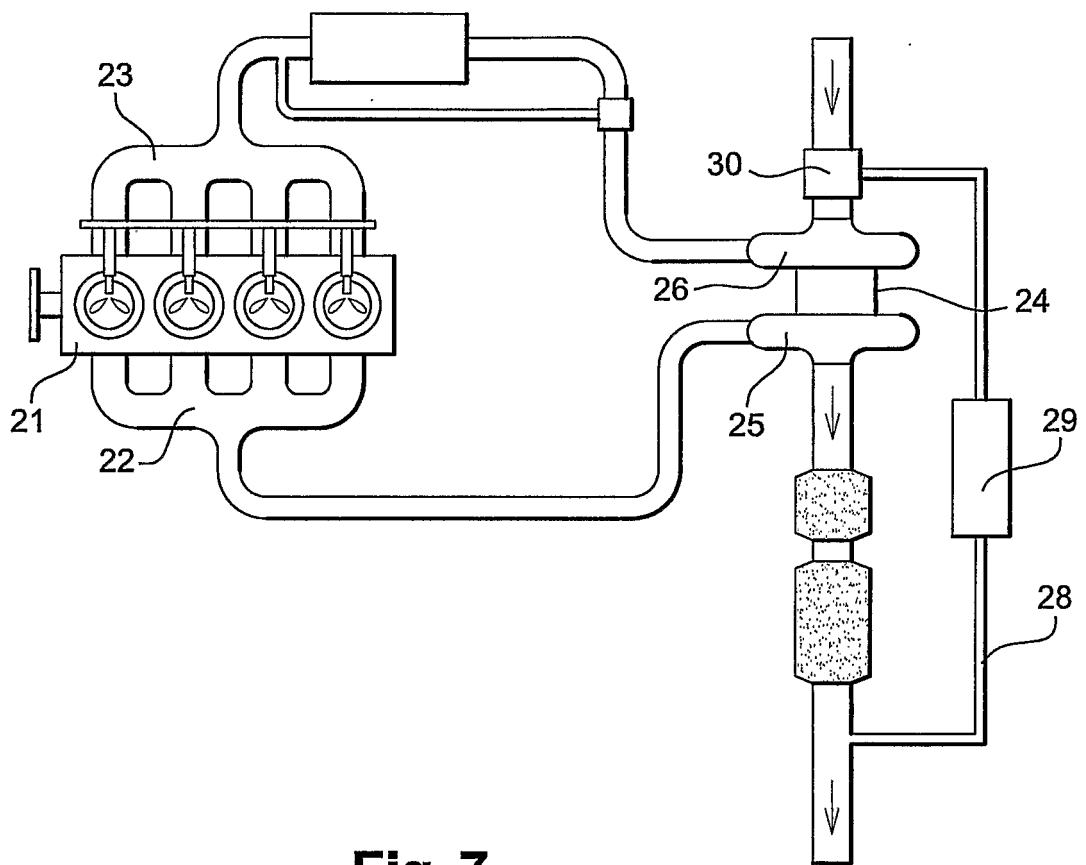


Fig. 7

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 20050241702 A1 [0003]
- FR 2806448 A1 [0003]
- US 20050193978 A [0005]