

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 172 552 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
**16.01.2002 Bulletin 2002/03**

(51) Int Cl. 7: **F02M 69/04, B05B 17/06,**  
**F02M 51/06, F02M 61/08**

(21) Numéro de dépôt: **01401853.5**

(22) Date de dépôt: **11.07.2001**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorité: **13.07.2000 FR 0009190**

(71) Demandeur: **Renault**  
**92100 Boulogne Billancourt (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Agneray, André**  
**92100 Boulogne Billancourt (FR)**  
• **Levin, Laurent Serge François**  
**75015 Paris (FR)**

### (54) Dispositif d'injection de carburant pour moteur à combustion interne

(57) Ce dispositif d'injection de carburant comporte un boîtier d'injection (15) alimenté en carburant se terminant par une buse cylindrique (3) à l'extrémité de laquelle est ménagé un orifice d'injection, des moyens pilotés électroniquement de mise en vibration cyclique et des moyens obturateurs (7) rappelés élastiquement ; les moyens élastiques de rappel sont composés d'une tige (4) et de moyens d'amortissement (9) ; la mise en vibration du transducteur génère une déformation alternée en contraction et dilatation dans la tige (4) de sorte qu'à chaque cycle de vibration la dilatation subie par la tige se traduit par un allongement de ladite tige générant un déplacement des moyens obturateurs (7), solidaires élastiquement de ladite tige, par rapport à l'extrémité de la buse (6), lequel déplacement permet de faire apparaître pendant la durée du cycle une fente (21) par laquelle est éjecté une quantité de carburant déterminée.

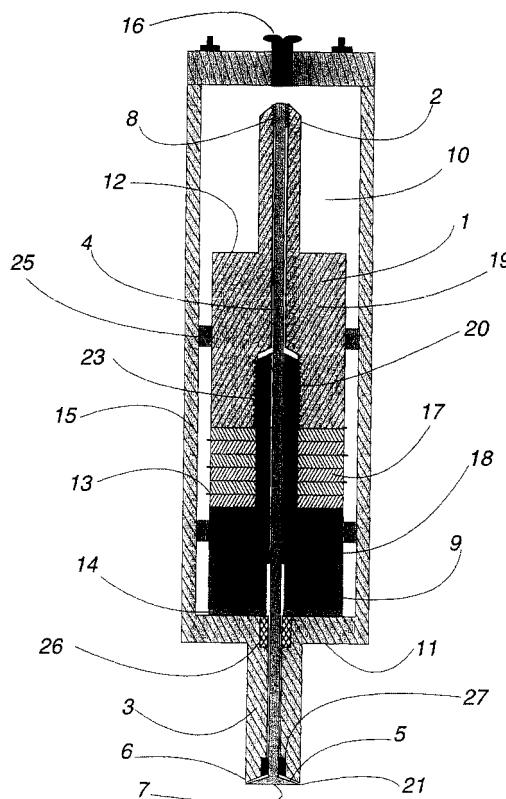


Fig. 1

## Description

**[0001]** La présente invention se rapporte à un dispositif d'injection de carburant pour moteur à combustion interne destiné notamment à équiper un véhicule automobile. L'invention concerne plus particulièrement un dispositif d'injection de carburant permettant d'atomiser le carburant injecté sous forme de très fines gouttelettes selon les besoins.

**[0002]** Les dispositifs d'injection de carburant utilisés aujourd'hui sur les moteurs à combustion interne équipant les véhicules automobiles ou routiers, fonctionnent classiquement sur le modèle d'une vanne dont on commande en permanence l'état ouvert ou fermé, le dosage du carburant injecté se faisant alors directement par le temps d'ouverture.

**[0003]** De tels systèmes d'injection comprennent une pompe électrique d'alimentation en carburant qui alimente, par le canal d'une rampe de distribution, l'ensemble des injecteurs sous une pression donnée. En contrôlant électroniquement l'actionneur de la soupape de chaque injecteur, on commande le début et la durée d'ouverture de celle-ci et on détermine alors une quantité précise de carburant injecté.

**[0004]** Les injecteurs du type à aiguille commandée électromagnétiquement présentent des limites qui freinent les performances moteur. En particulier les temps mis pour ouvrir ou fermer les aiguilles sont encore trop élevés, d'environ 1 à 2 ms, ce qui empêche de phaser l'injection de manière idéale sur toutes les plages moteur. De plus, le temps minimum d'ouverture, qui détermine la dose minimale de carburant pouvant être injecté, est encore trop important pour certains points de fonctionnement moteur.

**[0005]** Les injecteurs à aiguille connus présentent par ailleurs des orifices d'injection de diamètres relativement importants pour permettre de débiter les quantités requises de carburant pour les fonctionnements à pleine charge et hauts régimes moteurs. Cette disposition génère des jets de carburant présentant des gouttes de fortes dimensions, ce qui freine la vaporisation du carburant (et donc la préparation du mélange carburé) et est à même de favoriser le phénomène de mouillage des parois.

**[0006]** En effet le carburant non vaporisé tend à se déposer sur les parois de la chambre de combustion. Un tel dépôt entraîne des problèmes de dosage, particulièrement aigus dans les transitoires par manque de connaissance de la quantité de carburant mélangée effectivement avec l'air dans la chambre de combustion. Ce phénomène de mouillage est l'une des causes importantes des fortes émissions de polluants lors des démarriages à froid des moteurs.

**[0007]** Par ailleurs, avec un injecteur classique à aiguille, à l'ouverture de l'aiguille lorsque cette dernière commence à quitter son siège, il se forme un bulbe de liquide qui disparaît lorsque l'aiguille est complètement levée, l'écoulement du fluide se régularisant alors. Ce

changement dans la nature de l'écoulement rend impossible tout contrôle précis du débit instantané de l'injecteur.

**[0008]** Certains ont cherché à résoudre ces différents problèmes, en développant des injecteurs utilisant des actionneurs piézo-électriques pour manoeuvrer l'aiguille de façon à abaisser la durée d'ouverture et de fermeture de l'aiguille, mais de tels systèmes qui fonctionnent toujours selon le principe d'une vanne, conservent des inconvénients importants liés notamment à la dispersion importante affectant la taille des gouttes dans le jet de carburant au sortir du nez de l'injecteur. Ainsi, dans le document FR 2 758 369, un transducteur piézo-électrique sous forme de tige transmet son élévation à un poussoir coulissant qui la transmet (en poussée uniquement) lui-même à un clapet de soupape dont le retour en position de fermeture est assuré par des moyens élastiques. Une telle solution présente l'inconvénient d'un temps de réponse trop long lié à l'importance de la chaîne cinématique.

**[0009]** D'après les documents DE 3010985 et US 5330100 on connaît des dispositifs d'injection comportant un système d'ouverture de l'aiguille par translation associé avec un système de pulvérisation secondaire du jet en sortie du nez d'éjection, dans ces dispositifs la nappe liquide s'écoule en continu pendant tout le temps d'ouverture et est refragmentée par les vibrations générées au voisinage du nez d'éjection dès que le contact entre le liquide et l'extrémité du nez s'opère.

**[0010]** Un premier inconvénient de ce type de solution réside dans la faible capacité d'atomisation du liquide lorsque la nappe liquide éjectée est importante, voir une capacité d'atomisation limitée seulement à un court instant au début du contact de la nappe liquide ainsi qu'à la fin de l'éjection. Entre ces deux instants le contact se fait pendant un laps de temps trop court pour que les vibrations et déplacements générées au bout du nez d'éjection puissent : soit être transmises sous forme d'onde de surface dans le liquide ce qui le nébulise soit générer des impulsions locales sur la nappe fluide ce qui a pour effet de fragmenter la nappe fluide.

**[0011]** Un deuxième inconvénient de ce type de solution est un temps de réponse trop long dû au mode d'ouverture qui nécessite de translater toute la masse de l'aiguille.

**[0012]** D'après le document U.S 5025766 on connaît un dispositif d'injection dont le nez vibre autour d'une fréquence de 35 kHz et comportant une bille de masse donnée maintenue en appui contre le siège du nez d'injection par un ressort de précontrainte. A chaque oscillation une ouverture apparaît entre le siège du nez d'injection et la bille, permettant ainsi l'éjection d'une quantité de fluide pendant un laps de temps très court correspondant à la période d'oscillation, ce qui permet de nébuliser le liquide avec un fort taux. Mais un inconvénient tient au fait que d'une part les rebondissements de la bille sur le siège, et d'autre part le comportement oscillant du système composé de la masse de la bille et

du ressort de précontrainte, ne permettent pas de contrôler rigoureusement le comportement vibratoire de l'ensemble nez-bille et donc le moment d'ouverture permettant de doser le fluide ce qui se traduit par le fait que le carburant est injecté d'une manière incontrôlée.

**[0013]** L'ensemble des problèmes cités précédemment se solde donc par une vaporisation du carburant pouvant être incomplète et non homogène lors de la préparation du mélange carburé dans la chambre de combustion, des dosages imprécis, avec pour conséquence une combustion incomplète se traduisant par la formation d'une quantité élevée de gaz polluants et un déficit énergétique altérant le rendement du moteur.

**[0014]** Le but de l'invention est de proposer un nouveau type de dispositif d'injection de carburant permettant de résoudre l'ensemble de ces problèmes, le dispositif étant apte à délivrer avec une grande précision et un temps de réponse très court un nuage de gouttes de carburant dont les tailles sont très voisines et suffisamment petites pour assurer la vaporisation complète et homogène du carburant injecté.

**[0015]** La demanderesse a déjà proposé des dispositifs répondant au moins partiellement à ce but dans les demandes de brevet français n° 99-04732 déposée le 15/04/1999 ainsi que dans la demande de brevet n° 99-14548 déposée le 19/11/1999. La présente invention vise une solution alternative.

**[0016]** L'invention atteint son but grâce à un dispositif d'injection de carburant pour moteur à combustion interne, du type qui comporte un boîtier d'injection alimenté en carburant se terminant par une buse cylindrique à l'extrémité de laquelle est ménagé un orifice d'injection, un transducteur pour la mise en vibration cyclique disposé à l'intérieur du boîtier tel qu'un transducteur et piloté en durée et en intensité par le système électronique de contrôle moteur, et des moyens obturateurs disposés à l'extrémité de la buse et rappelés par des moyens élastiques de rappel contre elle, caractérisé en ce que lesdits moyens élastiques de rappel sont composés d'une part d'une tige traversant le corps du dispositif d'injection jusqu'à une zone où ladite tige est solidaire du transducteur et solidarisant les moyens obturateurs au transducteur, et d'autre part de moyens d'amortissement de l'ensemble solidaire formé par le transducteur, la tige, et les moyens obturateurs, de sorte que les moyens obturateurs sont rappelés contre l'extrémité de la buse, la mise en vibration du transducteur générant une déformation alternée en contraction et dilatation dans la tige de sorte qu'à chaque cycle de vibration la dilatation subie par la tige se traduit par un allongement de ladite tige générant un déplacement des moyens obturateurs solidaires élastiquement de ladite tige par rapport à l'extrémité de la buse, lequel déplacement permet de faire apparaître pendant la durée du cycle une fente par laquelle est éjectée une quantité de carburant déterminée.

**[0017]** Ainsi selon la présente invention est réalisé un dispositif d'injection dont l'ouverture au niveau du nez

d'éjection est uniquement fonction de l'état dilaté ou compressé de l'aiguille formant soupape en appui au niveau du nez, la variation d'état étant générée par une source d'excitation ultrasonore commandée électriquement.

5 Dans ce type de fonctionnement où l'ouverture se fait par déformation de l'aiguille et non plus par translation, les phénomènes d'oscillations du type masse-spring sont supprimés. A chaque oscillation une quantité donnée d'énergie de déformation élastique est transmise dans la tige et est dépensée en dilatation-compression avec une perte due aux relaxations internes du matériau constituant la tige, le reste de l'énergie étant absorbé par l'atténuation dû à l'écrasement de la lame fluide coincée entre le nez d'éjection et la soupape formant extrémité de l'aiguille. Les oscillations se produisent à une fréquence voisine de 50 KHz ce qui permet de générer des temps d'ouverture court et ainsi d'atomiser finement le liquide éjecté.

**[0018]** Par ailleurs, le dispositif d'injection conforme à 20 l'invention présente l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

**[0019]** Les moyens obturateurs sont formés par une tige dont une extrémité évasée forme clapet, cette tige étant montée mobile axialement à l'intérieur du transducteur et étant solidarisée élastiquement avec ce même transducteur, dans une zone située dans une partie supérieure du transducteur réalisée sous forme de cylindre moins large que le reste du transducteur.

**[0020]** Les moyens obturateurs formant clapet sont 30 rappelés de manière constante contre l'extrémité de la buse servant de siège pour le clapet par un dispositif élastique de rappel pouvant être formé dans un matériau amortissant, ce dispositif élastique et amortissant supportant l'ensemble composé par les trois éléments que sont le transducteur, la tige et le clapet, ces trois éléments étant eux-mêmes solidaires élastiquement.

**[0021]** Les moyens obturateurs formant clapet sont ramenés contre l'extrémité de la buse après chaque ouverture par la contraction de la tige qui suit la dilatation de la tige au cours de chaque cycle de vibration.

**[0022]** Les moyens obturateurs formant clapet restent 40 plaqués contre l'extrémité de la buse en dehors des phases de déformations de la tige grâce au moyen de rappel élastique et amortissant ramenant l'ensemble du transducteur, de la tige et des moyens obturateurs contre l'extrémité de la buse formant un siège pour le clapet.

**[0023]** Le moyen de rappel élastique et amortissant servant à appliquer les moyens obturateurs contre l'extrémité de la buse et supportant l'ensemble du transducteur et de la tige est composé dans un matériau permettant d'amortir la transmission de vibrations entre le transducteur et le corps du boîtier d'injection.

**[0024]** Le moyen de rappel élastique et amortissant servant à appliquer les moyens obturateurs contre l'extrémité de la buse permet de rattraper les jeux éventuels dus aux dilatations thermiques entre le transducteur, la tige et la buse d'injection, sans modification effective de la précontrainte assurant l'étanchéité.

**[0025]** Le boîtier d'injection renferme le transducteur, la tige et le matériau amortissant.

**[0026]** Un limiteur de débit est placé à l'intérieur de la buse dans l'espace annulaire compris entre la tige et la surface cylindrique interne de la buse de sorte que lors de l'éjection du fluide, le flux de liquide traversant la buse est défini de façon précise par l'espace compris entre la tige et le limiteur de débit.

**[0027]** Les moyens de mise en vibration cyclique de la tige sont formés par un transducteur comportant un système d'amplification mécanique et relié élastiquement à la tige pour lui transmettre les déformations amplifiées.

**[0028]** Pour le centrage de la tige et des moyens obturateurs au voisinage de l'extrémité de la buse il est prévu un guide annulaire comportant des canaux pour le passage du liquide contre lequel vient s'appuyer la tige de sorte que les moyens obturateurs puissent être déplacés coaxialement avec l'extrémité de la buse.

**[0029]** Les canaux formés dans le collet pour laisser passer le liquide peuvent servir de limiteur de débit.

**[0030]** Le transducteur comporte un empilement de plus de deux composants actifs.

**[0031]** Les composants actifs du transducteur sont formés dans un matériau piézo-électrique.

**[0032]** Les composants actifs du transducteur sont formés dans un matériau magnétostrictif.

**[0033]** La masse du transducteur associée avec la pièce d'amortissement constitue un système dissipatif ayant un temps de réponse très grand par rapport aux durées d'excitation du transducteur, de sorte que les déformations de la tige et les chocs se produisant au niveau du siège n'induisent pas de mise en mouvement du corps du transducteur ; seule l'extrémité du cylindre terminant le transducteur à sa partie supérieure oscille de part et d'autre de la position d'équilibre initiale, ces oscillations étant transmises dans la tige.

**[0034]** Les quantités de carburant délivrées par l'injecteur peuvent être commandées de deux manières consistant à commander un déplacement du clapet :

a) au-delà d'une valeur seuil, auquel cas la section débitante par l'ouverture est supérieure à celle du limiteur de débit et le débit de l'injecteur est alors fonction de la pression et de la section de passage du limiteur de débit de sorte que les quantités injectées sont contrôlées précisément par le nombre de cycles d'ouverture du clapet,-

b) en dessous de la valeur seuil citée plus haut, la section débitante par l'ouverture est inférieure à celle du limiteur de débit et le débit instantané de l'injecteur est alors fonction à chaque oscillation de la pression et de la section de passage générée par l'ouverture de sorte que les quantités injectées sont contrôlées dans ce cas par l'amplitude de déplacement et par le nombre d'oscillations commandées permettant ainsi de réduire encore la quantité minimale injectée et d'augmenter le taux de nébulisation

du liquide.

**[0035]** On comprendra mieux les buts, aspects et avantages de la présente invention, d'après la description donnée ci-après d'un mode de réalisation de l'invention, présenté à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels:

10 la figure 1 représente une vue d'ensemble, en coupe axiale, du dispositif d'injection selon l'invention; les figures 2 et 3 représentent, en vue de dessus, la partie limiteur de débit et la partie guide de la tige situées dans la buse du dispositif d'injection ;  
15 la figure 4 représente les déplacements de l'extrémité de la tige par rapport à la buse au cours du temps ;  
la figure 5 est une vue en coupe axiale représentant l'implantation sur une culasse de l'injecteur représenté à la figure 1 ainsi que les éléments de commandes électriques des céramiques piézo-électriques ;

**[0036]** Conformément aux dessins annexés, seuls les éléments nécessaires à la compréhension de l'invention ont été représentés. De plus, pour faciliter la lecture de ces dessins, les mêmes pièces portent les mêmes références d'une figure à l'autre.

**[0037]** En se reportant à la figure 1, on a détaillé le corps de l'injecteur objet de la présente invention. Le 30 corps de l'injecteur comporte essentiellement trois organes distincts coopérant les uns avec les autres.

**[0038]** Le premier organe se compose du boîtier d'injection 15, lequel présente une cavité intérieure 10 destinée à être remplie de carburant sous pression par l'intermédiaire d'un perçage axial 16 d'aménée du carburant venant se connecter à un circuit d'alimentation de fluide sous pression. La cavité 10 débouche à l'extrémité inférieure 6 de la buse 3 par un orifice d'injection 5. Le boîtier 15 présente à l'intérieur une partie étagée 11 40 sur laquelle est disposé un élément d'appui 9 composé dans un matériau amortissant, lequel élément d'appui reçoit la partie arrière 18 d'un transducteur 1.

**[0039]** Le deuxième organe se compose de moyens aptes à générer des vibrations dans un mode longitudinal à des fréquences ultrasonores tel qu'un transducteur 1, lequel transducteur présente une partie étagée 12 servant d'amplificateur mécanique et se termine dans la partie supérieure par un tube de forme cylindrique 2 dans lequel sont transmises les vibrations provenant du transducteur 1, l'extrémité du tube 2 présente une zone de solidarisation élastique 8 avec une tige 4 décrite plus bas de sorte que les vibrations longitudinales sont transmises dans la tige 4 à partir de son extrémité située dans la zone 8.

**[0040]** Le troisième organe est constitué par une tige 4 logée mobile axialement à l'intérieur de la buse 3 et dont l'extrémité inférieure de forme tronconique 7 s'étend à l'extérieur de la buse 3. Cette extrémité 7 for-

mant clapet est adaptée pour venir en contact avec la surface intérieure de la buse 3 délimitant l'ouverture inférieure 5 de la buse 3, surface définissant un siège pour ledit clapet, et ainsi pour obturer l'orifice d'injection du carburant.

**[0041]** L'autre extrémité de la tige 4 est reliée élastiquement au transducteur 1 dans la zone 8 située à l'extrémité du tube 2, la liaison élastique étant assurée dans la masse du matériau par une soudure ou une liaison mécanique avec une précontrainte plus élevée que les contraintes générées dans cette zone pendant le fonctionnement du transducteur.

**[0042]** Le transducteur 1 est placé coaxialement avec la buse 3 par l'intermédiaire de guides 25 dans la cavité 10 du boîtier d'injection sur la pièce d'appui 9 formée dans un matériau à la fois amortissant et élastique. La pièce 9 se termine dans la zone de contact avec la partie étagée 11 du boîtier d'injection 15 par une rondelle 14 ayant des caractéristiques de frottement très faibles de sorte que le transducteur 1 puisse être quasiment libre en rotation par rapport à la buse d'injection 3.

**[0043]** La tige 4, traversant le transducteur 1 jusqu'à son extrémité dans la zone 8, est insérée à travers le guide 27 assurant la coaxialité des moyens obturateurs 7 formant clapet avec le siège 6 dudit clapet 7. Lorsque le clapet 7 rentre en contact avec le siège 6, une précontrainte d'une valeur fixée est exercée entre le transducteur 1 et le boîtier d'injection 15, laquelle précontrainte se traduit par une contraction du matériau 9 et une translation supplémentaire de la tige 4 par rapport au transducteur 1. La tige 4 est alors maintenue mécaniquement dans cette position et solidarisée à l'extrémité du tube 2 sur une longueur correspondant à la zone 8. Dans cette zone 8 le tube 2 se compose alors d'une partie pleine constituée du matériau de la tige 4 entourée du matériau de la partie émettrice 19 du transducteur, cette partie émettrice étant choisie préférentiellement dans le même matériau que la tige 4. La pièce 9 exerce une force de rappel élastique tendant à écarter le transducteur 1 de la buse 3 ce qui entraîne l'application de l'extrémité 7 de la tige 4, solidaire du transducteur 1, contre le siège 6.

**[0044]** La masse du transducteur 1 associée avec la pièce 9 d'amortissement constituent un système dissipatif ayant un temps de réponse très grand par rapport aux durées d'excitation du transducteur 1, de sorte que les déformations de la tige et les chocs se produisant au niveau du siège 6 n'induisent pas de mise en mouvement du corps du transducteur 1, seule l'extrémité du cylindre 2 oscille de part et d'autre de la position d'équilibre initiale, lesquelles oscillations sont transmises dans la tige 4.

**[0045]** Le transducteur 1 est dimensionné pour transmettre un maximum de contraintes au niveau de la jonction étagée 12 avec le tube ou cylindre 2, ce maximum de contraintes correspondant à un minimum d'amplitude de vibration pour le matériau.

**[0046]** Le transducteur 1 comporte une zone 17 cons-

tituée de composants actifs piézo-électriques ou magnétostriktifs, qui, respectivement sous l'application d'un champ électrique ou magnétique se déforment en épaisseur. Cette partie 17 est prise en sandwich entre

5 deux autres éléments 18 et 19 constitués d'un matériau élastique. La liaison entre les éléments 17, 18 , et 19 est assurée par des moyens de précontrainte telle qu'un axe fileté 20 ou une vis. L'empilement de plusieurs composants actifs 17 permet d'ajouter les déformations 10 en épaisseur générées par chacun des anneaux, la déformation résultante du déplacement total de l'empilement d'anneaux restant en dessous de la limite de déformation élastique du moyen de précontrainte 20. La réduction du diamètre de la partie 19 à la partie 2 permet 15 d'amplifier les déformations longitudinales générées dans la partie 19 jusque dans la zone 8 ou s'opère la transmission dans la tige 4.

**[0047]** Comme indiqué figure 5, le calculateur de contrôle moteur 33 envoie deux impulsions correspondant 20 au début et à la fin de l'injection, pendant cette durée un générateur de fréquence ultrasonore 32 envoie un train d'onde (niveau 5V) à une fréquence donnée en entrée d'un amplificateur 34, lequel permet d'attaquer les céramiques piézo-électriques 17 en tension alternative 25 (de l'ordre de +60V) à la même fréquence ultrasonore pendant la durée d'injection.

**[0048]** Sous l'application d'une tension électrique sur les électrodes des céramiques piézo-électriques, celles-ci se déforment et engendrent une contrainte élastique qui se transmet jusqu'à l'extrémité du tube 2 puis cette déformation se propage dans la tige 4 jusqu'à l'extrémité 7 où sont situés les moyens obturateurs..

**[0049]** L'ensemble composé du transducteur 1 et de la tige 4 est dimensionné pour résonner à la fréquence 30 d'excitation des composants actifs 17 et pour amplifier les déplacements longitudinaux jusqu'au niveau de l'extrémité inférieure de la tige 4.

**[0050]** La tige 4, obturant initialement l'ouverture 21 par son extrémité 7 formant clapet, se déforme sous 40 l'impulsion qui lui est fournie lorsque l'extrémité du tube 2 se met à osciller. Cette déformation se répartit élastiquement sur toute la longueur de la tige 4 et se réfléchit à l'extrémité de la tige 4 où s'opère l'éjection. La réponse propre de la tige 4 permet de faire osciller l'extrémité 7 45 et ainsi de faire apparaître l'ouverture 21 de manière cyclique.

**[0051]** La figure 4 décrit la variation de position de l'extrémité 7 de la tige 4 (points Ai) par rapport à l'extrémité 6 de la buse 3 (points Bi) pour un cycle d'oscillation 50 de l'ensemble résonateur.

**[0052]** L'ouverture de la fente annulaire 21 est donc oscillante et égale à l'amplitude de vibration du clapet 7 par rapport à l'extrémité 6 comme l'indique la figure 4. La fréquence d'ouverture de la fente dépend alors de la 55 fréquence d'excitation choisie pour le transducteur 1.

**[0053]** Le temps d'ouverture minimum du dispositif d'injection est du même ordre que la période d'excitation appliquée au transducteur 1, laquelle excitation peut se

faire à quelques dizaines de kilohertz, typiquement 50 kHz, ce qui autorise des temps d'ouverture minimum de l'ordre de 20 µs. Ceci permet de délivrer des micro-quantités de liquide pendant un laps de temps réduit par rapport aux dispositifs d'injection plus classiques où le temps minimum pour opérer l'ouverture et la fermeture du nez d'injection est plutôt de 300 µs.

**[0054]** En se reportant à la figure 5, on a représenté un mode d'implantation d'un injecteur selon l'invention dans un moteur à combustion interne de véhicule automobile.

**[0055]** L'alimentation en carburant du moteur est du type multipoint à commande électronique par lequel chaque chambre de combustion 35 est alimentée directement en carburant par au moins un injecteur de carburant débouchant dans la chambre.

**[0056]** Le corps de l'injecteur est fixé à la culasse 24 du moteur à son extrémité supérieure par des moyens non figurés, cette extrémité supérieure étant par ailleurs connectée à une conduite d'aménée du carburant 16 également non figurée.

**[0057]** L'étanchéité au droit du puits 31 de l'injecteur est assurée par un joint torique 29 maintenu en application entre la jonction 11 et la bordure 30 du puits d'injection 31.

**[0058]** Selon un mode particulier de réalisation de l'injecteur objet de la présente invention, le transducteur 1 comprend un cylindre 18 en acier de diamètre 20 mm et hauteur 25 mm comportant dans sa partie supérieure un axe fileté 20.

**[0059]** L'axe fileté 20 du cylindre 18 permet de pré-contraindre des anneaux de céramiques piézo-électriques 17 (diamètre externe 20 mm, diamètre interne 6 mm, épaisseur 2 mm) entre le cylindres 18 et la partie émettrice 19. Les céramiques sont disposées avec des polarisations anti parallèles, des électrodes 13 étant interposées entre chaque paire de céramique.

**[0060]** Une tige 4 en titane de diamètre 2 mm et comprenant une extrémité conique 7 de diamètre externe 5 mm est insérée dans l'axe du transducteur 1. Une rondelle élastique et amortissante 9 comporte un orifice laissant passer la tige 4 et prend appui sur la surface inférieure 11 de la cavité 10.

**[0061]** La tige 4 est rendue solidaire du transducteur 1 dans la zone 8 après avoir contraint la rondelle 9 jusqu'à une certaine valeur de précontrainte, le transducteur 1 restant en appui sur la rondelle 9. Cette précontrainte résiduelle permet d'appliquer l'extrémité conique 7 de la tige 4 sur la zone 6 de la buse 3, la force de contact étant alors maintenue par l'élasticité de l'ensemble tige 4 et rondelle 9. La précontrainte appliquée permet d'une part l'étanchéité de l'ouverture 21 de la buse 3 lorsque le fluide 16 est alimenté avec une pression donnée et d'autre part le rattrapage d'usure éventuelle dans la zone de contact du clapet 7 avec la buse 3.

**[0062]** L'élasticité du matériau dont est formée la rondelle 9 est choisie de sorte qu'il permette de rattraper des variations de longueur entre la tige 4 et la buse 3

dues à des dilatations thermiques sans modification effective de la valeur de la précontrainte assurant l'étanchéité.

**[0063]** La masse du transducteur et la rigidité de la 5 rondelle 9 sont choisis pour former un système ayant un temps de réponse très grand par rapport aux durées d'excitation du transducteur de l'ordre de 1 à 20 millisecondes au maximum. Le matériau dont est constitué la couverte peut être à base de polymères ayant un très 10 fort taux d'atténuation des déformations élastiques en dynamique.

**[0064]** Lorsque l'on applique une tension variable de l'ordre de 60 volts aux bornes des céramiques par l'intermédiaire des électrodes communes 13, les céramiques 15 se déforment en épaisseur et les déformations se transmettent dans l'ensemble de la structure.

**[0065]** L'amplitude d'oscillation pour une tension de 60 volts appliqués sur chaque électrode est voisine de 20 micromètres, laissant ainsi une ouverture 5 générant 20 un film fluide dont l'épaisseur est du même ordre (20 micromètres). Ce film fluide est fragmenté par la fermeture de l'ouverture 21 qui intervient au bout d'un temps très court ( toutes les 20µs).

**[0066]** Le dispositif permet ainsi de générer, selon les 25 besoins, de très fines gouttelettes. La modulation de l'amplitude de l'ouverture 21 permet de moduler la taille des gouttes et ainsi le débit avec des temps de réponse de l'ordre de 20 µs.

**[0067]** Lorsque l'on commande un déplacement du 30 clapet 7 au-delà d'une valeur seuil, la section débitante par l'ouverture 21 est supérieure à celle du limiteur de débit 26 et le débit de l'injecteur est alors fonction de la pression et de la section de passage du limiteur de débit 26. Les quantités injectées sont contrôlées précisément 35 par le nombre de cycles d'ouverture et la taille des gouttes par la valeur du déplacement.

**[0068]** Lorsque l'on commande un déplacement du clapet 7 en dessous de la valeur seuil citée plus haut, la section débitante par l'ouverture 21 est inférieure à 40 celle du limiteur de débit 26 et le débit instantané de l'injecteur est alors fonction à chaque oscillation de la pression et de la section de passage générée par l'ouverture 21. Les quantités injectées sont contrôlées dans ce cas par l'amplitude de déplacement et par le 45 nombre d'oscillation commandées, la quantité minimale injectée peut encore être réduite et le taux de nébulisation du liquide augmenté.

**[0069]** Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et illustrés qui n'ont 50 été donnés qu'à titre d'exemple. Au contraire, l'invention comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont effectuées selon son esprit.

55

## Revendications

1. Dispositif d'injection de carburant pour moteur à

- combustion interne du type qui comporte un boîtier d'injection (15) alimenté en carburant se terminant par une buse cylindrique (3) à l'extrémité de laquelle est ménagé un orifice d'injection (21), un transducteur (1) de mise en vibration cyclique disposé à l'intérieur du boîtier et piloté en durée et en intensité par le système électronique de contrôle moteur, et des moyens obturateurs (7) disposés à l'extrémité (6) de la buse (3) rappelés par des moyens élastiques de rappel contre ladite extrémité (6), **caractérisé en ce que** les moyens élastiques de rappel sont composés d'une part d'une tige (4) traversant le corps du dispositif d'injection jusqu'à une zone (8) où ladite tige est solidaire du transducteur (1) et solidarisant les moyens obturateurs au transducteur, et d'autre part de moyens d'amortissement (9) de l'ensemble solidaire formé par le transducteur (1), la tige (4) et les moyens obturateurs (7) de sorte que les moyens obturateurs sont rappelés contre l'extrémité (6) de la buse, la mise en vibration du transducteur générant une déformation alternée en contraction et dilatation dans la tige (4) de sorte qu'à chaque cycle de vibration la dilatation subie par la tige se traduit par un allongement de ladite tige générant un déplacement des moyens obturateurs (7), solidaires élastiquement de ladite tige, par rapport à l'extrémité de la buse (6), lequel déplacement permet de faire apparaître pendant la durée du cycle une fente (21) par laquelle est éjecté une quantité de carburant déterminée.
2. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens obturateurs (7) formant clapet sont ramenés contre l'extrémité de la buse (6) après chaque ouverture par la contraction de la tige (4) qui suit la dilatation de ladite tige au cours de chaque cycle de vibration.
3. Dispositif d'injection de carburant selon les revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** les moyens obturateurs formant clapet (7) restent plaqués contre l'extrémité de la buse (6) en dehors des phases de déformations de la tige (4) grâce au moyen de rappel élastique et amortissant (9) ramenant l'ensemble du transducteur (1), de la tige (4) et des moyens obturateurs (7) contre l'extrémité de la buse (6) formant un siège pour le clapet.
4. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens obturateurs formés par l'extrémité évasée formant clapet (7) de la tige (4) sont solidaires élastiquement avec ladite tige (4), ladite tige (4) est montée mobile axialement à l'intérieur du transducteur (1) et est elle-même solidaire élastiquement avec ce même transducteur (1) dans une zone (8) située dans la partie supérieure (2) du transducteur (1).
5. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens de rappel élastique et amortissant (9) servant à appliquer les moyens obturateurs (7) contre l'extrémité de la buse (6) et supportant l'ensemble du transducteur (1) et de la tige (4) sont composés dans un matériau permettant d'amortir la transmission de vibrations entre le transducteur (1) et le corps du boîtier d'injection (15).
6. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la masse du transducteur (1) associée avec la pièce (9) d'amortissement constituent un système dissipatif ayant un temps de réponse très grand par rapport aux durées d'excitation du transducteur (1), de sorte que les déformations de la tige et les chocs se produisant au niveau du siège (6) n'induisent pas de mouvement du corps du transducteur (1), seule l'extrémité de la partie supérieure (2) du transducteur oscille de part et d'autre de la position d'équilibre initiale, ces oscillations étant transmises dans la tige (4).
7. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens de rappel élastique et amortissant (9) servant à appliquer les moyens obturateurs (7) contre l'extrémité de la buse (6) permettent de rattraper les jeux éventuels dus aux dilatations thermiques entre le transducteur (1), la tige (4) et la buse (3) sans modification effective de la précontrainte assurant l'étanchéité.
8. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les quantités de carburant délivrées par l'injecteur peuvent être commandées de deux manières consistant à commander un déplacement du clapet (7)
- a) au-delà d'une valeur seuil, auquel cas la section débitante par l'ouverture (21) est supérieure à celle du limiteur de débit (26) et le débit de l'injecteur est alors fonction de la pression et de la section de passage du limiteur de débit (26) de sorte que les quantités injectées sont contrôlées précisément par le nombre de cycles d'ouverture du clapet (7),  
b) en dessous de la valeur seuil citée plus haut, la section débitante par l'ouverture (21) est inférieure à celle du limiteur de débit (26) et le débit instantané de l'injecteur est alors fonction à chaque oscillation de la pression et de la section de passage générée par l'ouverture (21) de sorte que les quantités injectées sont contrôlées dans ce cas par l'amplitude de déplacement et par le nombre d'oscillation commandées permettant ainsi de réduire encore la quantité minimale injectée et d'augmenter le

taux de nébulisation du liquide.

5

10

15

20

25

30

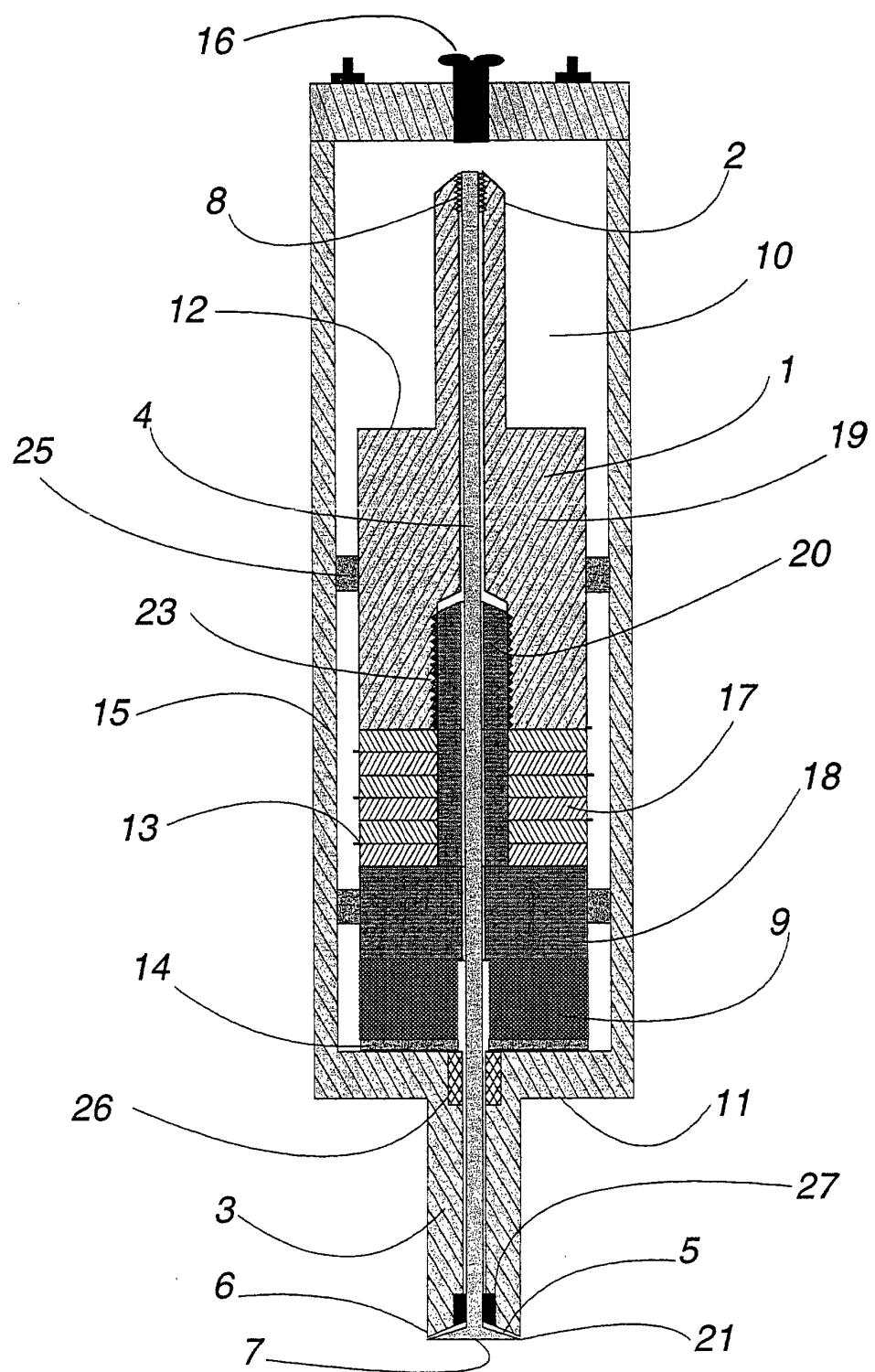
35

40

45

50

55



**Fig. 1**

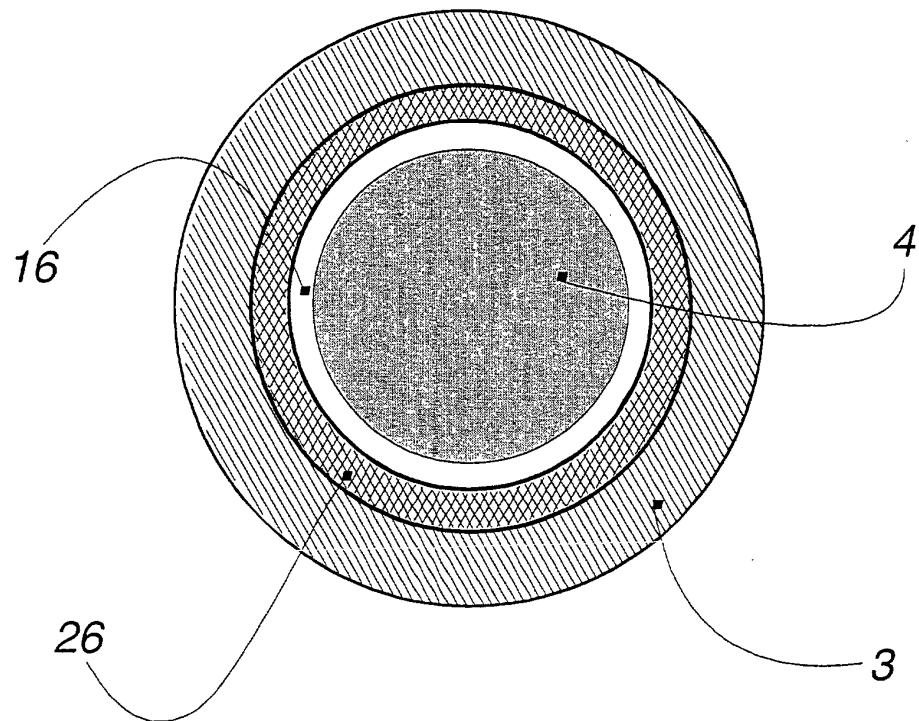


Fig. 2

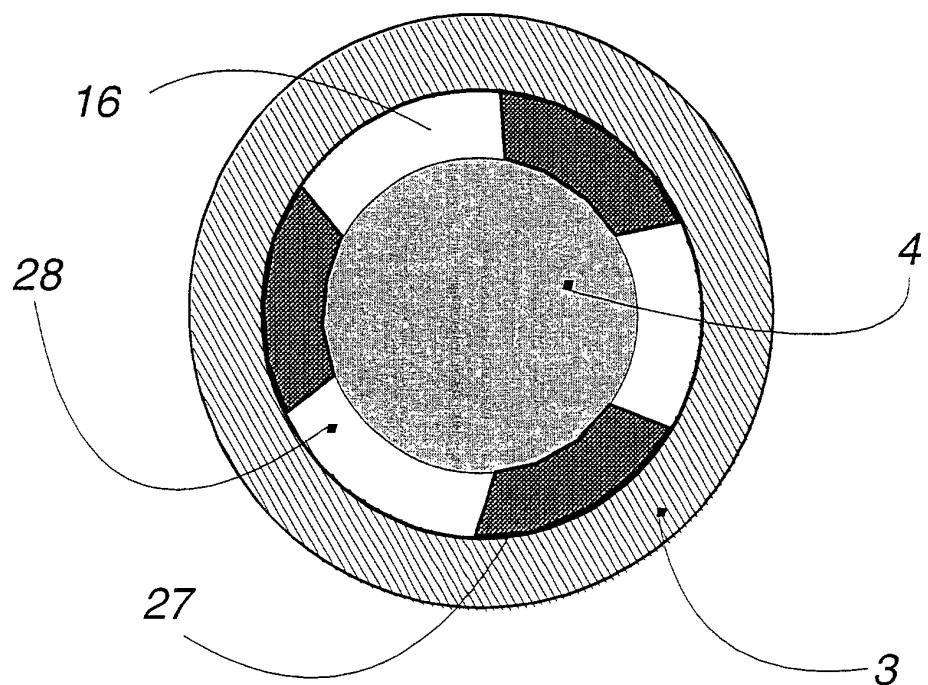


Fig. 3

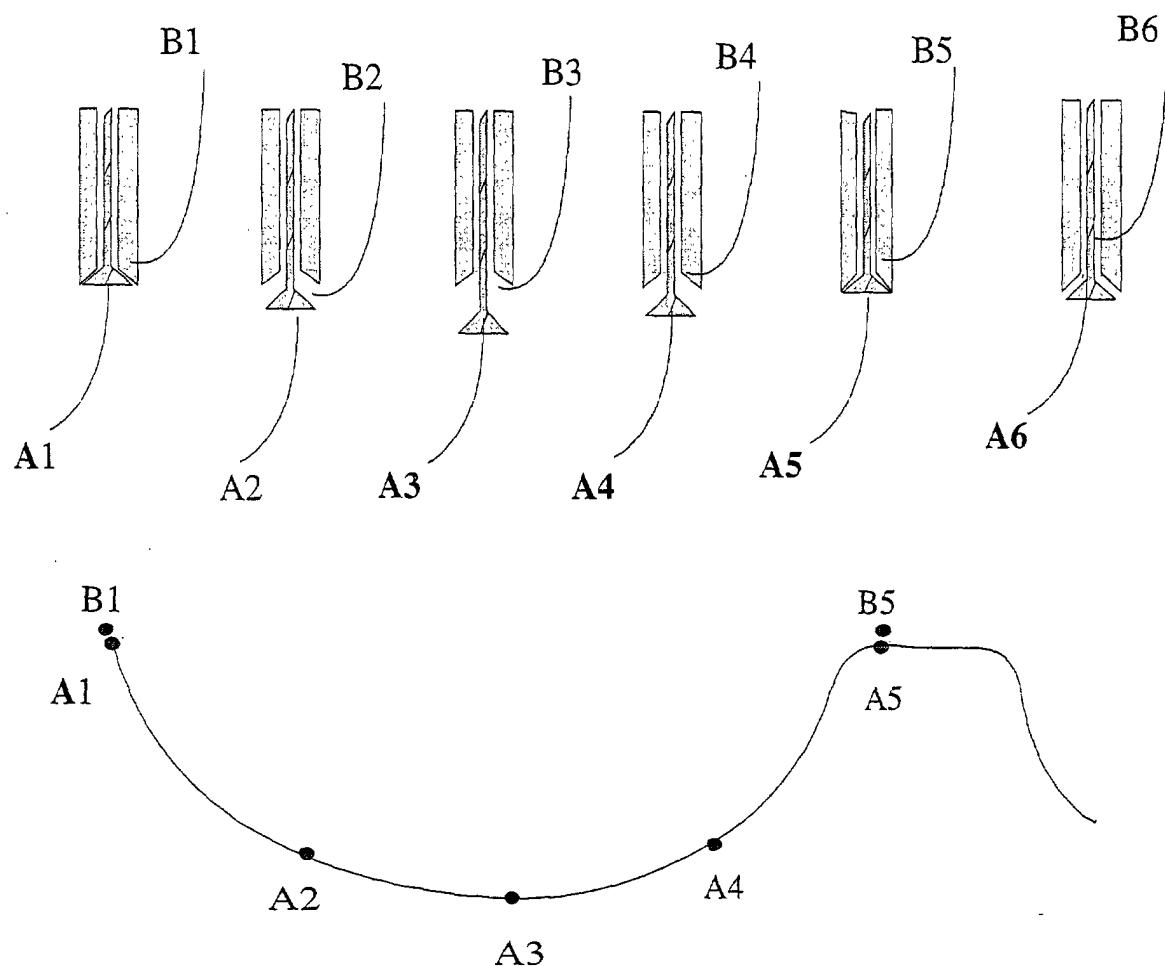
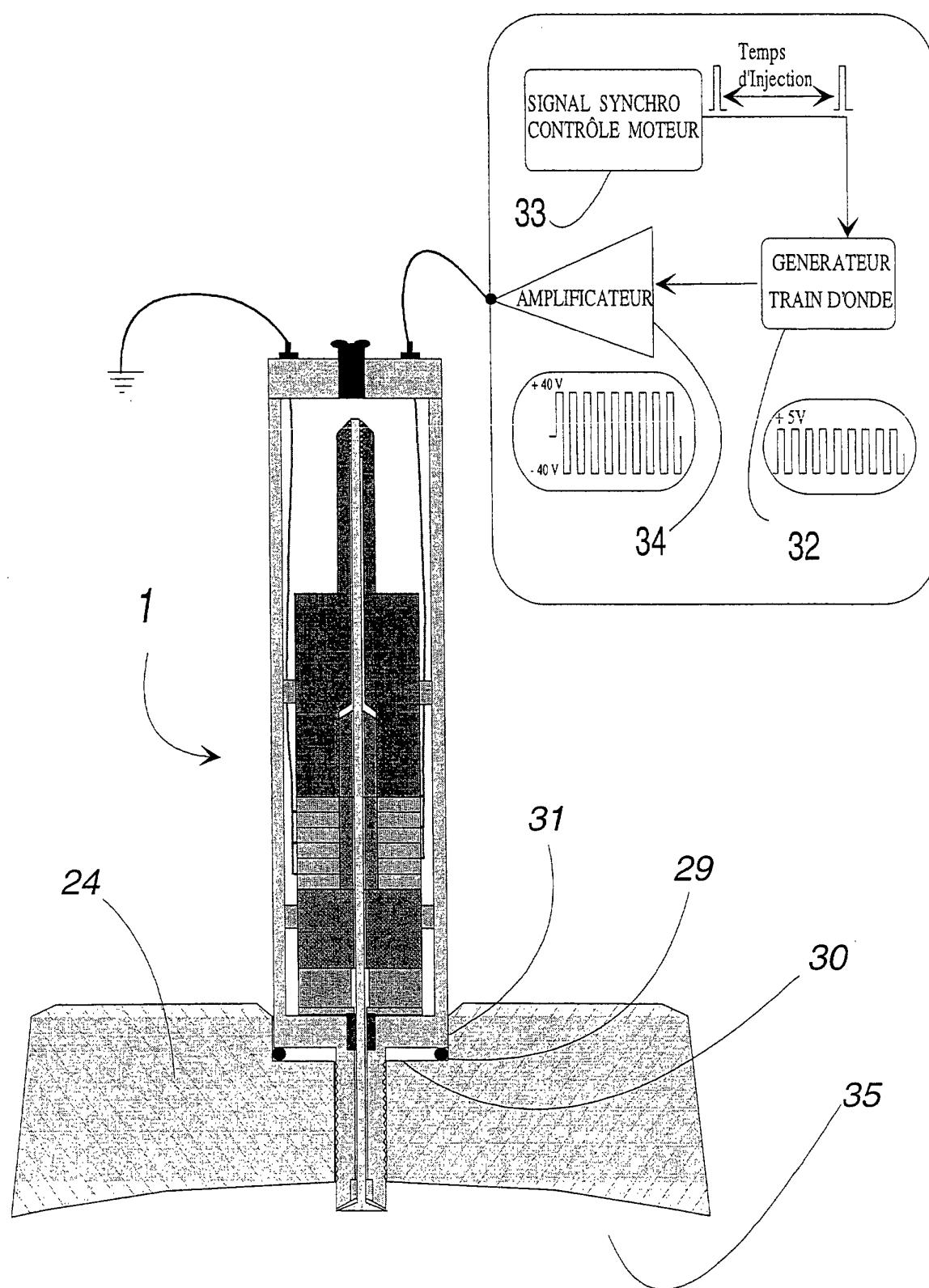


Fig: 4

*Fig.5*



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 01 40 1853

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS									
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)						
D, X	US 4 389 999 A (JAQUA VANCE W) 28 juin 1983 (1983-06-28) * colonne 2, ligne 40 - ligne 58 * * figure 3 * ---	1, 3, 4, 7	F02M69/04 B05B17/06 F02M51/06 F02M61/08						
A	DE 39 42 449 A (DAIMLER BENZ AG) 4 juillet 1991 (1991-07-04) * colonne 1, ligne 42 - colonne 2, ligne 19 * * figure * ---	1-4							
A	US 4 428 531 A (MARTIN BARRIE J) 31 janvier 1984 (1984-01-31) * colonne 1, ligne 50 - colonne 2, ligne 30 * * figure * -----	1							
DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)									
F02M B05B									
<p>Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Lieu de la recherche</td> <td style="width: 33%;">Date d'achèvement de la recherche</td> <td style="width: 34%;">Examinateur</td> </tr> <tr> <td>LA HAYE</td> <td>2 octobre 2001</td> <td>Ingegneri, M</td> </tr> </table>				Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	LA HAYE	2 octobre 2001	Ingegneri, M
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur							
LA HAYE	2 octobre 2001	Ingegneri, M							
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES									
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant							

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 1853

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

02-10-2001

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4389999	A	28-06-1983	DE	3132463 A1	06-05-1982
			FR	2488655 A2	19-02-1982
			GB	2082251 A ,B	03-03-1982
			JP	57052671 A	29-03-1982
			SE	445244 B	09-06-1986
			SE	8104353 A	19-02-1982
DE 3942449	A	04-07-1991	DE	3942449 A1	04-07-1991
US 4428531	A	31-01-1984	GB	2058209 A	08-04-1981
			AU	539791 B2	18-10-1984
			AU	6182380 A	19-03-1981
			CA	1166835 A1	08-05-1984
			DE	3031619 A1	09-04-1981
			FR	2465090 A1	20-03-1981
			IT	1132687 B	02-07-1986
			JP	56044451 A	23-04-1981
			SE	8006173 A	12-03-1981