

(19)



(11)

EP 1 913 253 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
11.03.2009 Bulletin 2009/11

(51) Int Cl.:
F02M 51/06 (2006.01) F02M 61/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06794493.4**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2006/050740

(22) Date de dépôt: **20.07.2006**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2007/015022 (08.02.2007 Gazette 2007/06)

(54) **DISPOSITIF D'INJECTION DE CARBURANT ET PROCEDE DE COMMANDE D'UN TEL DISPOSITIF**

KRAFTSTOFFEINSPRITZVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR STEUERUNG DIESER VORRICHTUNG

FUEL INJECTING DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING SAID DEVICE

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(72) Inventeurs:
• **GUERBAOUI, Samir**
 F-75017 Paris (FR)
• **AGNERAY, André**
 F-92100 Boulogne (FR)
• **LEVIN, Laurent**
 F-75015 Paris (FR)

(30) Priorité: **01.08.2005 FR 0508182**

(43) Date de publication de la demande:
23.04.2008 Bulletin 2008/17

(56) Documents cités:
EP-A- 1 045 135 EP-A- 1 382 838
WO-A-03/031798 WO-A-20/04101985
DE-A1- 3 314 899

(73) Titulaire: **RENAULT S.A.S.**
92100 Boulogne Billancourt (FR)

EP 1 913 253 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 dispositif d'injection de carburant, en particulier pour un moteur à combustion interne, et son procédé de commande.

[0002] On connaît par le document FR 2 854 664 où WO 2004/101 985 un dispositif d'injection comportant un corps tubulaire dans lequel est montrée une aiguille. L'aiguille est terminée par une tête formant clapet avec un siège porté par l'extrémité du corps tubulaire. Du carburant sous pression alimente l'intérieur du corps tubulaire et est arrêté par le clapet. L'aiguille comporte un logement longitudinal dans lequel est placé un matériau électroactif. Lorsque le matériau électroactif est excité, il s'allonge, provoquant l'allongement élastique de l'aiguille et ainsi le décollement de la tête par rapport au siège. Le clapet est alors ouvert et le carburant passe entre le siège et la tête pour être injecté dans une chambre de combustion.

[0003] Avec un tel injecteur, le temps de réponse pour opérer la levée maximale du clapet est très court, typiquement inférieur à 50 μ s. Il est donc possible de contrôler le degré d'ouverture du clapet pratiquement à chaque instant pendant la phase d'injection. On contrôle ainsi le débit instantané de carburant et la formation de gouttelettes de carburant.

[0004] Cependant, il est nécessaire que l'élément électro-actif soit à proximité immédiate de la tête. Or, du fait de la proximité de la chambre de combustion, l'élément électro-actif peut être porté à des températures susceptibles de dégrader son fonctionnement. De plus, son implantation au voisinage du nez de l'injecteur peut poser des problèmes d'encombrement.

[0005] C'est donc un objectif de l'invention de proposer un dispositif d'injection de carburant dont la position de la tête de clapet puisse être contrôlée précisément avec un bon temps de réponse et dont l'élément électroactif soit dans des conditions de fonctionnement acceptables.

[0006] Avec cet objectif en vue, l'invention a pour objet un dispositif d'injection de carburant comportant un corps cylindrique, une aiguille dont une extrémité comporte une tête formant clapet sur un siège porté par une extrémité du corps cylindrique, un actionneur à matériau électroactif, l'actionneur comportant un barreau et étant apte à provoquer un déplacement de la tête pour ouvrir le clapet, une masselote prolongeant le barreau, un dispositif de précontrainte maintenant l'aiguille et la masselote en appui contre des extrémités opposées du barreau. L'aiguille s'étend coaxialement au corps cylindrique sous la forme d'une barre rigide, l'aiguille étant apte à entrer en résonance axiale lorsqu'elle est soumise par l'actionneur à des impulsions axiales à une fréquence d'excitation déterminée, superposant ainsi un mouvement vibratoire de la tête au mouvement d'ensemble de l'aiguille.

[0007] La longueur de la barre permet de placer l'actionneur dans le corps du dispositif de manière distante de la tête, et donc d'être moins exposé à la chaleur de la chambre de combustion. La fréquence d'excitation est

choisie proche d'une fréquence de mode propre de l'aiguille de manière à obtenir un phénomène de résonance par une successions de compression et d'extensions de l'aiguille dans le sens axial. Par ailleurs, le fait de pouvoir mettre la barre en résonance dans le sens axial du dispositif permet d'obtenir un mode de déplacement de la tête dans la direction axiale à la fréquence d'excitation choisie. La fréquence choisie est par exemple telle que la période d'oscillation est très inférieure à la durée d'une phase d'injection. Les oscillations de la tête permettent de moduler le débit de carburant et ainsi de contrôler la formation de très fines gouttelettes de carburant. Ces oscillations (provenant du mouvement vibratoire) se superposent au mouvement d'ensemble de l'aiguille. Les deux actions se déroulent simultanément. Lorsque le barreau se déforme sous l'effet d'un signal, il prend appui à une extrémité contre l'aiguille, et à l'autre extrémité contre la masselote. La réaction de la masselote sur le barreau permet de transmettre une partie essentielle du mouvement du barreau à l'aiguille.

[0008] A titre d'exemple, la fréquence d'excitation est située dans une plage s'étendant de 10 à 30 kHz. On peut ainsi obtenir la formation de très fines gouttelettes pendant la phase d'injection.

[0009] Dans un premier mode de réalisation, le barreau est en matériau magnétostrictif et est entouré par une bobine apte à créer un champ magnétique dans le barreau. Lorsqu'un tel matériau est soumis à un champ magnétique, il subit un allongement qui est transmis à l'aiguille. L'aiguille se déplace alors axialement dans le sens d'une ouverture du clapet. Selon la fréquence du champ magnétique, l'aiguille se déplace dans son ensemble, pour une basse fréquence, ou s'allonge et se rétracte en résonance si le champ magnétique est à une fréquence d'excitation apte à mettre l'aiguille en résonance, c'est-à-dire proche d'une fréquence de mode propre de l'aiguille.

[0010] De préférence, un tube en matériau ferromagnétique entoure la bobine. Ainsi, le champ magnétique créé dans le barreau est bouclé sur lui-même grâce au tube, ce qui augmente l'efficacité de la bobine.

[0011] Dans un deuxième mode de réalisation, le barreau est en matériau piézo-électrique.

[0012] De préférence, l'impédance de la masselote est supérieure à l'impédance de l'aiguille. L'impédance est définie par le produit de la masse volumique et de la célérité acoustique dans le matériau constitutif de la masselote. L'impédance caractérise le comportement dynamique du matériau. Comme l'impédance de la masselote est plus importante, le déplacement provoqué se répercute essentiellement sur l'aiguille, sous la forme d'une déformation ou d'un déplacement. Ainsi, même si la masselote n'est pas fixée au corps du dispositif, l'ensemble formé par l'aiguille, le barreau et la masselote se comporte, aux fréquences utilisées, comme si la masselote était fixe.

[0013] De manière particulière, le dispositif de précontrainte comporte une douille tubulaire contenant la mas-

selotte et l'actionneur, un ressort de précontrainte prenant appui sur la douille et tendant à pousser la masselotte contre le barreau, et une rondelle élastique, l'aiguille comportant une collerette, la rondelle élastique prenant appui sur la collerette pour comprimer l'aiguille contre le barreau. La précontrainte en compression du barreau permet d'augmenter l'amplitude de fonctionnement du barreau. Dans cette configuration, l'application de la précontrainte permet également d'appliquer la masselotte et l'aiguille contre le barreau. De plus, le mouvement de l'extrémité du barreau en contact avec l'aiguille est autorisé par la déformation élastique de la rondelle.

[0014] Selon un perfectionnement, l'ensemble comprenant l'aiguille, le dispositif de précontrainte et l'actionneur est monté coulissant dans le corps cylindrique, des moyens d'appui agissant sur ledit ensemble et tendant à mettre la tête en appui contre le siège. Ce montage permet de compenser les dilatations différentielles dans le dispositif dues aux différences de température des composants et des caractéristiques de dilatation de chaque composant. Les phases d'injection pendant lesquelles la tête de l'aiguille n'est plus en appui contre le siège sont suffisamment courtes pour que l'ensemble comprenant l'aiguille, le dispositif de précontrainte et l'actionneur n'ait pas le temps de se déplacer et de venir refermer le clapet.

[0015] L'invention a aussi pour objet un procédé de commande d'un dispositif d'injection tel que décrit précédemment, selon lequel on commande une phase d'injection en appliquant à l'actionneur un signal continu pendant la durée de l'injection et un signal périodique à une fréquence d'excitation apte à provoquer la mise en résonance de l'aiguille. Le signal continu a pour effet de commander un déplacement de l'aiguille dans son ensemble, tandis que le signal périodique a pour effet de mettre l'aiguille en résonance. On peut moduler l'amplitude du déplacement de l'aiguille ainsi que l'amplitude de ses oscillations. L'amplitude de ces deux signaux peut être modulée lors d'une phase d'injection.

[0016] Selon un perfectionnement, on superpose un signal d'amortissement obtenu par la transformée inverse du mouvement oscillatoire simulé de la tête en cas de coupure du signal de commande. Si on coupe brutalement le signal de commande, la tête de l'aiguille revient vers la position contre le siège avec une vitesse importante à cause de la superposition des deux signaux, ce qui génère un choc. En simulant le mouvement de la tête en l'absence du siège, on obtient un mouvement oscillatoire autour de la position de repos de la tête. En appliquant une transformée inverse à ce mouvement oscillatoire, on obtient un signal d'amortissement qui, lorsqu'il est appliqué au signal de commande, permet d'obtenir un mouvement amorti de la tête. Celle-ci accoste alors délicatement le siège à la fin de la période d'injection.

[0017] L'invention sera mieux comprise et d'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, la description faisant référence à la figure 1 qui est une vue en coupe longitudinale d'un

dispositif conforme à l'invention.

[0018] Un dispositif d'injection 1 conforme à l'invention, montré sur la figure 1, est destiné à injecter du carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne ou dans un conduit d'admission d'air, non représentés.

[0019] Le dispositif d'injection comporte un corps cylindrique réalisé en deux parties, une partie avant 10 et une partie arrière 11 coaxiales, assemblées entre elles par vissage par un manchon 12.

[0020] La partie avant 10 du corps cylindrique comporte un alésage 15 coaxial avec le corps cylindrique et un siège 14 à une extrémité de la partie avant 10. Une aiguille 2 est montée coulissante dans l'alésage 15. Elle comporte une tête 20 formant clapet avec le siège 14. Un canal 16 est ménagé dans un espace entre l'alésage 15 et l'aiguille 2 pour canaliser du carburant jusqu'au siège 14. Le canal 16 est alimenté par un conduit 13 s'étendant dans le corps cylindrique depuis un orifice de connexion 17.

[0021] La partie arrière 11 du corps cylindrique comporte une douille tubulaire 37 montée coulissante selon l'axe du corps cylindrique. La douille tubulaire 37 est contrainte vers l'arrière par un ressort de douille 4 prenant appui sur un premier épaulement 110 du corps cylindrique et un deuxième épaulement 370 de la douille tubulaire 37.

[0022] L'aiguille 2 comporte à son extrémité opposée à la tête 20 une collerette 21 sur laquelle une rondelle élastique 33 est en appui. La rondelle élastique 33 est également en appui contre un troisième épaulement 371 de la douille tubulaire 37 de manière à transmettre la tension du ressort de douille 4 à l'aiguille 2 par l'intermédiaire de la rondelle élastique 33, et ainsi à plaquer la tête 20 de l'aiguille contre le siège 14.

[0023] Le dispositif d'injection 1 comporte dans le prolongement de l'aiguille 2 vers l'arrière un actionneur 3 à matériau électro-actif et une masselotte 34. Dans le mode de réalisation décrit, l'actionneur 3 comporte un barreau 30 en matériau magnétostrictif entouré d'une bobine 31 et d'un tube en matériau ferromagnétique 32. Le barreau 30 est par exemple réalisé en Terfenol (marque déposée). Le barreau 30 est comprimé par un dispositif de précontrainte comportant un ressort de précontrainte 35 prenant appui sur un mamelon 36 vissé dans la douille 37 et tendant à pousser la masselotte 34 contre le barreau 30. Le tube en matériau ferromagnétique 32 est emmanché sur un cylindre de guidage 340 réalisé à l'extrémité de la masselotte 34 du côté du barreau 30.

[0024] La longueur de l'aiguille 2 est déterminée, en lien avec son matériau constitutif pour que l'aiguille entre en résonance lorsqu'elle est soumise à des oscillations axiales à une fréquence d'excitation située dans une plage s'étendant de 10 à 30 kHz. La résonance est obtenue lorsque l'aiguille est soumise à des sollicitations à une fréquence proche d'une fréquence propre oscillatoire de l'aiguille. Si l'aiguille a une longueur 1, on a différentes fréquences propres f_n telles que $f_n = (2n+1)C/(4x1)$ avec

n entier positif ou nul, et C la célérité dans le matériau de l'aiguille.

[0025] La masselotte 34 est réalisée dans un matériau pour que l'impédance soit supérieure à l'impédance de l'aiguille. La masselotte 34 est par exemple en tungstène, alors que l'aiguille 2 est en acier ou en titane. L'impédance est définie par la formule $Z = \rho C$, avec ρ : masse volumique en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, et C : célérité acoustique dans le matériau en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. On peut également exprimer l'impédance par $Z = \sqrt{\rho E}$, avec E : module de Young du matériau, en Pa. Dans le cas de l'acier, Z est de l'ordre de 40 000 000, pour le tungstène, Z est de l'ordre de 88 000 000, et pour le titane Z est de l'ordre de 22 000 000. Plus l'impédance de la masselotte est supérieure à celle de l'aiguille, plus le mouvement du barreau sera transmis préférentiellement à l'aiguille, ce qui augmente l'efficacité du système.

[0026] Lorsqu'on commande une phase d'injection, on applique à l'actionneur pendant la durée de l'injection un signal continu et un signal périodique sensiblement à la fréquence d'excitation choisie. Pour cela, on alimente, par des moyens non représentés, la bobine 31 avec un courant comportant le signal continu et le signal périodique. En conséquence, le barreau 30 s'allonge en moyenne en fonction de l'intensité du signal continu, et périodiquement à la fréquence d'excitation. Compte tenu des différentes impédances linéaires, le barreau 30 prend appui contre la masselotte 34 et met en mouvement et en oscillation l'aiguille 2. Le mouvement induit de la tête 20 de l'aiguille est par exemple un déplacement moyen de 20 à 30 μm et des oscillations autour de cette position moyenne de l'ordre de 10 à 20 μm .

[0027] L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit uniquement à titre d'exemple. L'actionneur peut être réalisé avec un barreau en matériau piézo-électrique.

Revendications

1. Dispositif d'injection de carburant comportant un corps cylindrique (11, 12), une aiguille (2) dont une extrémité comporte une tête (20) formant clapet sur un siège (14) porté par une extrémité du corps cylindrique, un actionneur (3) à matériau électro-actif, une commande étant apte à activer l'actionneur (3) à une fréquence d'excitation, l'actionneur comportant un barreau (30) et étant apte à provoquer un déplacement de la tête (20) pour ouvrir le clapet, une masselotte (34) prolongeant le barreau (30), un dispositif de précontrainte (35, 36, 37, 33) maintenant l'aiguille (2) et la masselotte (34) en appui contre des extrémités opposées du barreau (30), **caractérisé en ce que** l'aiguille (2) s'étend coaxialement au corps cylindrique (11, 12) sous la forme d'une barre, l'aiguille (2) étant apte à entrer en résonance axiale lorsqu'elle est soumise par l'actionneur (3) à des impulsions axiales à une fréquence d'excitation déterminée, superposant ainsi un mouvement vibratoire de la tête (20) au mouvement d'ensemble de l'aiguille (2).
2. Dispositif d'injection selon la revendication 1, dans lequel la fréquence d'excitation est située dans une plage s'étendant de 10 à 30 kHz.
3. Dispositif d'injection selon la revendication 1, dans lequel le barreau (30) est en matériau magnétostrictif et est entouré par une bobine (31) apte à créer un champ magnétique dans le barreau (30).
4. Dispositif d'injection selon la revendication 3, dans lequel un tube (32) en matériau ferromagnétique entoure la bobine (31).
5. Dispositif d'injection selon la revendication 1, dans lequel le barreau (30) est en matériau piézo-électrique.
6. Dispositif d'injection selon la revendication 5, dans lequel l'impédance de la masselotte (34) est supérieure à l'impédance de l'aiguille (2).
7. Dispositif d'injection selon la revendication 6, dans lequel le dispositif de précontrainte comporte une douille tubulaire (37) contenant la masselotte (34) et l'actionneur (3), un ressort de précontrainte (35) prenant appui sur la douille (37) et tendant à pousser la masselotte (34) contre le barreau (30), et une rondelle élastique (33), l'aiguille (2) comportant une collerette (21), la rondelle élastique (33) prenant appui sur la collerette (21) pour comprimer l'aiguille (2) contre le barreau (30).
8. Dispositif d'injection selon la revendication 7, dans lequel l'ensemble comprenant l'aiguille (2), le dispositif de précontrainte (33, 37, 35) et l'actionneur (3) est monté coulissant dans le corps cylindrique (11), des moyens d'appui (4) agissant sur ledit ensemble et tendant à mettre la tête (20) en appui contre le siège (14).
9. Procédé de commande d'un dispositif d'injection selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'**on commande une phase d'injection en appliquant à l'actionneur (3) un signal continu pendant la durée de l'injection et un signal périodique à une fréquence d'excitation apte à provoquer la mise en résonance de l'aiguille (2).
10. Procédé de commande selon la revendication 9, dans lequel on superpose un signal d'amortissement obtenu par la transformée inverse du mouvement oscillatoire simulé de la tête (14) en cas de coupure

du signal de commande.

Claims

1. Fuel injection device comprising a cylindrical body (11, 12), a needle (2) one end of which has a head (20) acting as a valve on a seat (14) borne by one end of the cylindrical body, an electroactive material actuator (3), there being a control capable of activating the actuator (3) at an excitation frequency, the actuator comprising a rod (30) and being able to cause the head (20) to move in order to open the valve, a weight (34) extending the rod (30), a preloading device (35, 36, 37, 33) keeping the needle (2) and the weight (34) pressed against opposite ends of the rod (30), **characterized in that** the needle (2) runs coaxially with respect to the cylindrical body (11, 12) in the form of a bar, the needle (2) being able to go into axial resonance when subjected by the actuator (3) to axial impulses at a given excitation frequency, thus superimposing vibrational movement of the head (20) on the overall movement of the needle (2).
2. Injection device according to Claim 1, in which the excitation frequency lies in a range extending from 10 to 30 kHz.
3. Injection device according to Claim 1, in which the rod (30) is made of magnetostrictive material and is surrounded by a coil (31) able to create a magnetic field in the rod (30).
4. Injection device according to Claim 3, in which a tube (32) made of ferromagnetic material surrounds the coil (31).
5. Injection device according to Claim 1, in which the rod (30) is made of piezoelectric material.
6. Injection device according to Claim 5, in which the impedance of the weight (34) is greater than the impedance of the needle (2).
7. Injection device according to Claim 6, in which the preloading device comprises a tubular sleeve tube (37) containing the weight (34) and the actuator (3), a preloading spring (35) pressing against the sleeve tube (37) and tending to push the weight (34) against the rod (30), and an elastic washer (33), the needle (2) having a flange (21), the elastic washer (33) bearing against the flange (21) in order to compress the needle (2) against the rod (30).
8. Injection device according to Claim 7, in which the assembly comprising the needle (2), the preloading device (33, 37, 35) and the actuator (3) is mounted

such that it can slide in the cylindrical body (11), there being pressing means (4) acting on said assembly and tending to press the head (20) against the seat (14).

5

9. Method of controlling an injection device according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** an injection phase is performed by applying to the actuator (3) a continuous signal during the injection period and a periodic signal at an excitation frequency capable of causing the needle (2) to go into resonance.

10

15

10. Control method according to Claim 9, in which a damping signal obtained via the inverse transform of the simulated oscillatory movement of the head (14) is superposed if the control signal is cut off.

20 Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit einem zylindrischen Körper (11, 12), mit einer Nadel (2), von der ein Ende einen Kopf (20) aufweist, der ein Ventil auf einem Sitz (14) bildet, der von einem Ende des zylindrischen Körpers getragen wird, mit einem Stellantrieb (3) aus elektroaktivem Werkstoff, wobei eine Steuerung den Stellantrieb (3) mit einer Erregungsfrequenz aktivieren kann, wobei der Stellantrieb einen Stab (30) aufweist und eine Verschiebung des Kopfes (20) bewirken kann, um das Ventil zu öffnen, mit einem den Stab (30) verlängernden Ausgleichsgewicht (34), mit einer Vorspannvorrichtung (35, 36, 37, 33), die die Nadel (2) und das Ausgleichsgewicht (34) gegen gegenüberliegende Enden des Stabs (30) in Auflage hält, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nadel (2) sich koaxial zum zylindrischen Körper (11, 12) in Form einer Stange erstreckt, wobei die Nadel (2) in axiale Schwingung versetzt werden kann, wenn sie vom Stellantrieb (3) axialen Impulsen mit einer bestimmten Erregungsfrequenz unterworfen wird, wodurch eine Vibrationsbewegung des Kopfes (20) der Gesamtbewegung der Nadel (2) überlagert wird.

25

30

35

40

45

2. Einspritzvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Erregungsfrequenz in einem Bereich zwischen 10 und 30 kHz liegt.

50

3. Einspritzvorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Stab (30) aus magnetostruktivem Werkstoff und von einer Spule (31) umgeben ist, die im Stab (30) ein Magnetfeld erzeugen kann.

55

4. Einspritzvorrichtung nach Anspruch 3, bei der ein Rohr (32) aus ferromagnetischem Werkstoff die Spule (31) umgibt.

5. Einspritzvorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Stab (30) aus piezoelektrischem Werkstoff ist.
6. Einspritzvorrichtung nach Anspruch 5, bei der die Impedanz des Ausgleichsgewichts (34) höher als die Impedanz der Nadel (2) ist. 5
7. Einspritzvorrichtung nach Anspruch 6, bei der die Vorspannvorrichtung eine rohrförmige Hülse (37), die das Ausgleichsgewicht (34) und den Stellantrieb (3) enthält, eine Vorspannfeder (35), die sich auf die Hülse (37) auflegt und die Tendenz hat, das Ausgleichsgewicht (34) gegen den Stab (30) zu drücken, und eine elastische Scheibe (33) aufweist, wobei die Nadel (2) einen Kragen (21) aufweist, wobei die elastische Scheibe (33) sich auf den Kragen (21) auflegt, um die Nadel (2) gegen den Stab (30) zu komprimieren. 10
15
8. Einspritzvorrichtung nach Anspruch 7, bei der die die Nadel (2), die Vorspannvorrichtung (33, 37, 35) und den Stellantrieb (3) enthaltende Einheit gleitend in den zylindrischen Körper (11) montiert wird, wobei Auflagemittel (4) auf die Einheit einwirken und die Tendenz haben, den Kopf (20) gegen den Sitz (14) in Anlage zu bringen. 20
25
9. Verfahren zur Steuerung einer Einspritzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Einspritzphase gesteuert wird, indem an den Stellantrieb (3) ein kontinuierliches Signal während der Dauer der Einspritzung und ein periodisches Signal mit einer Erregungsfrequenz angelegt wird, die die Nadel (2) in Schwingung versetzen kann. 30
35
10. Steuerverfahren nach Anspruch 9, bei dem ein Dämpfungssignal, das durch die inverse Transformation der simulierten Schwingbewegung des Kopfes (14) erhalten wird, im Fall der Unterbrechung des Steuersignals überlagert wird. 40

45

50

55

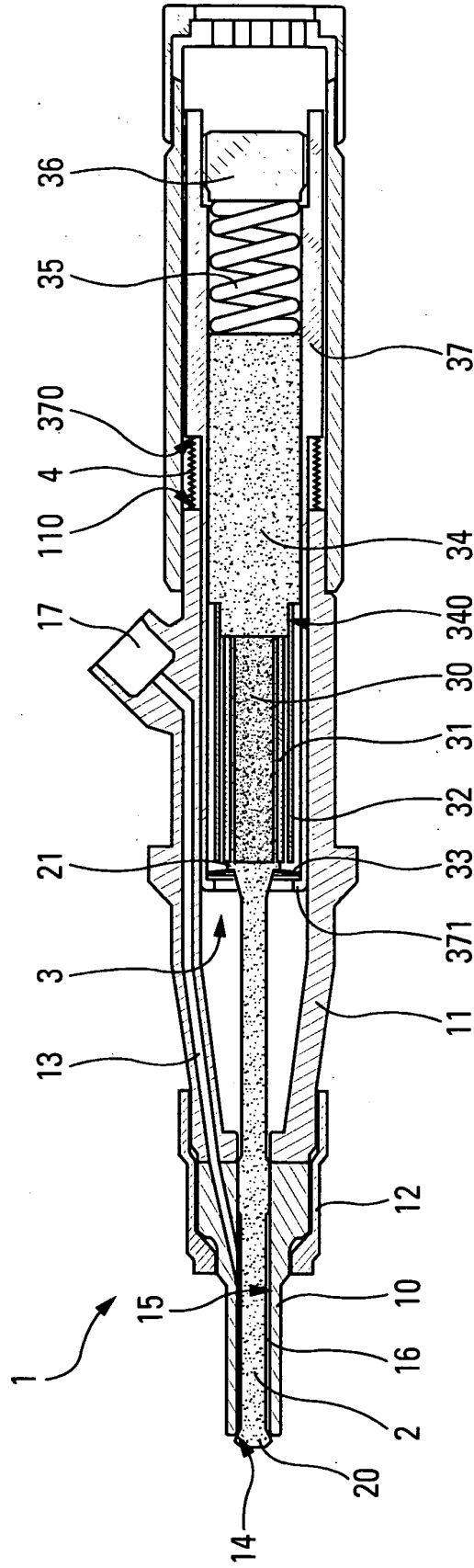


Fig. 1

EP 1 913 253 B1

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

- FR 2854664 [0002]
- WO 2004101985 A [0002]