



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
15.09.2004 Bulletin 2004/38

(51) Int Cl.7: **F02M 55/02, F02M 63/02**

(21) Numéro de dépôt: **04300126.2**

(22) Date de dépôt: **08.03.2004**

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

(71) Demandeur: **Renault s.a.s.**
92100 Boulogne Billancourt (FR)

(72) Inventeurs:
• **Ruby, Stéphane**
92500 Rueil Malmaison (FR)
• **Levy, Franck**
91590 Guigneville (FR)

(30) Priorité: **07.03.2003 FR 0302858**

(54) **Procédé et dispositif de traitement des interactions de pression entre les injections successives dans un système d'injection de carburant à rampe commune**

(57) Le système permet de réduire la fréquence des ondes de pression dans le circuit d'alimentation en carburant d'un moteur à combustion interne, sans nécessiter un grand encombrement.

Il est constitué principalement, pour chaque injecteur, d'un conduit d'alimentation (40) rallongé, en forme

de spirale, placé dans ou en aval d'une rampe d'alimentation commune (50) et en amont d'un injecteur (60). La longueur du conduit d'alimentation (40) est suffisante pour que la fréquence des ondes dans la ligne d'alimentation soit diminuée.

Application à l'alimentation des moteurs à combustion interne.

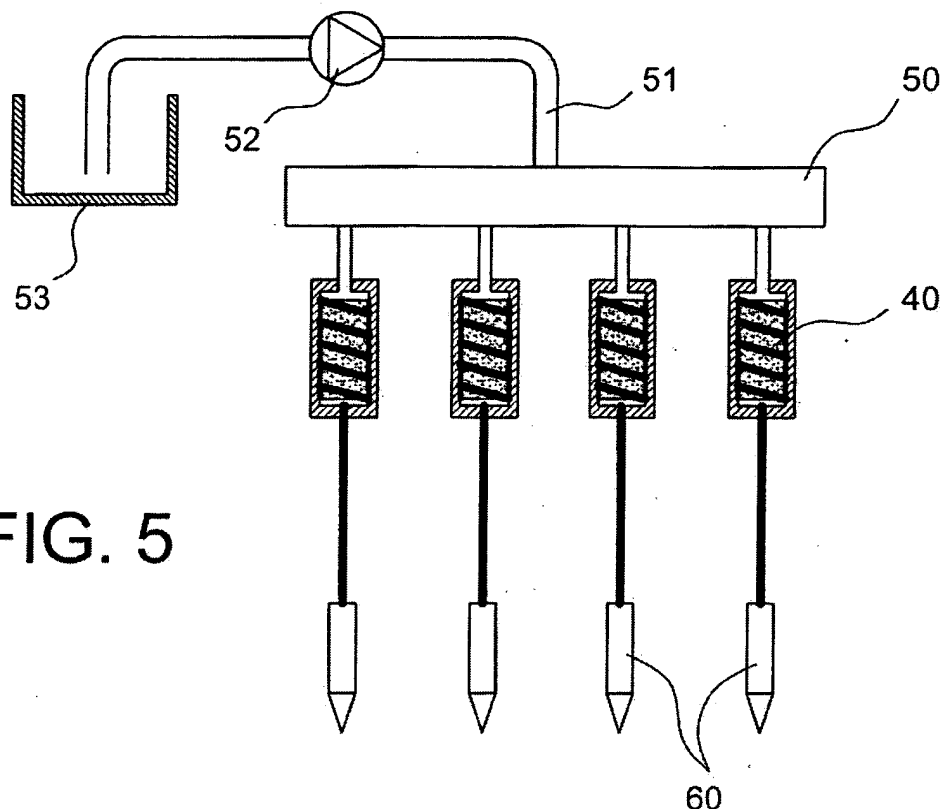


FIG. 5

Description

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à un procédé de traitement des ondes de pression dans une ligne hydraulique, ainsi qu'un dispositif d'injection à rampe commune pour moteur de véhicule automobile, mettant en oeuvre ce procédé.

Art antérieur et problème posé

[0002] Dans les systèmes d'injection dits « common rail » ou « à rampe commune » (diesel, essence ou tout autre carburant), chaque injection engendre, dans le circuit de carburant haute pression, des ondes de pression responsables d'interactions entre les injections successives. Ces interactions se traduisent par une mauvaise maîtrise de la quantité de carburant introduite dans les cylindres, rendant ainsi très difficile la mise en point des moteurs pendant les phases de développement, et engendrant des évolutions de leur comportement pendant la durée de vie du moteur.

[0003] Ce problème est de plus en plus critique avec l'apparition des injections multiples autorisées par les nouveaux systèmes d'injection, consistant à découper une injection en plusieurs injections plus petites.

[0004] Dans les systèmes d'injection actuels à rampe commune, le débit de carburant injecté est fonction de la durée de pilotage de l'injecteur et de la pression dans le circuit hydraulique haute pression. Une cartographie implantée dans le calculateur permet de calculer la durée de pilotage de l'injection sur la base du débit demandé (capteur d'accélération) et de la pression appliquée (capteur de pression sur rampe).

[0005] Actuellement, différentes solutions existent ou sont envisagées pour résoudre les problèmes d'interactions entre les injections.

[0006] L'interaction entre deux injections consécutives N et $N + 1$ pour maîtriser la quantité de carburant introduite lors de cette injection, en prenant en compte l'effet de l'injection N .

[0007] Cependant, la deuxième cartographie ne peut être remplie qu'une fois figés les paramètres de l'injection N (la perturbation de pression est fonction de ces paramètres). Cette solution est donc, par construction, inactive pendant la phase de mise au point. De plus, le seul paramètre qui est pris en compte est la présence ou non d'une injection précédente, mais en aucune manière d'autres paramètres influençant l'injection (comme la quantité de l'injection N , l'écart temporel entre les injections N et $N + 1$, la présence d'une ou de plusieurs injections précédant l'injection N , etc.).

[0008] Enfin, elle ne peut que très difficilement être utilisée pour plus de deux injections consécutives.

[0009] Une autre solution consiste en une correction du temps d'activation des injecteurs, lors de la $(N + 1)$ ième injection, à l'aide d'un algorithme estimant les va-

riations de quantité injectée dues aux N injections précédentes.

[0010] Cependant, les solutions de ce type sont très difficiles à mettre au point, compte tenu du nombre important de paramètres à prendre en compte pour écrire l'algorithme de correction (dimensions géométriques du circuit carburant, pression d'injection, température, quantités injectées lors des injections précédentes (1 à N), quantité injectée lors de la $(N + 1)$ ième injection, intervalles de temps séparant les injections 1 à $N + 1$, nombre d'injections, etc.). De plus, elles sont très sensibles aux dispersions industrielles de fabrication.

[0011] L'insertion d'un ou de plusieurs dispositifs dont le but est de créer des pertes de charge sur la ligne hydraulique d'alimentation des injecteurs peut être utilisée, afin de réduire les fluctuations de pression consécutives à une injection (amortissement des ondes de pression par les pertes de charge). Par nature, cette solution a l'inconvénient de créer des pertes de charge supplémentaires sur la ligne d'alimentation des injecteurs, qui sont néfastes aux performances du moteur (perte de pression d'injection effective, diminution des quantités maximales injectées sur le point de puissance, etc.).

[0012] La présente invention se propose donc de limiter les problèmes d'interactions entre les injections, tout en évitant les problèmes et inconvénients susmentionnés.

Résumé de l'invention

[0013] A cet effet, un premier objet de l'invention est un procédé de traitement des interactions entre les injections successives dans un système d'injection à rampe commune.

[0014] Selon l'invention, on diminue la fréquence de l'onde de pression en allongeant la longueur du conduit d'alimentation reliant la rampe à chacun des injecteurs.

[0015] La mise en oeuvre privilégiée d'un tel procédé prévoit que le conduit d'alimentation est mis en spirale.

[0016] Un deuxième objet principal de l'invention est un système d'injection à rampe commune pour un moteur de véhicule automobile comprenant une rampe et, pour chaque cylindre du moteur, un injecteur et un conduit d'alimentation reliant la rampe à l'injecteur.

[0017] Selon l'invention, le conduit d'alimentation a une longueur suffisamment rallongée pour diminuer la fréquence de l'onde de pression de la ligne hydraulique constituée par le conduit d'alimentation.

[0018] Deux localisations des conduits d'alimentation sont envisagées. En effet, une première consiste à installer les conduits d'alimentation en grande partie dans la rampe, tandis qu'une deuxième prévoit de les installer en dehors de la rampe.

[0019] La forme préférentielle des conduits d'alimentation est la spirale. Ceci permet de gagner beaucoup d'emplacement tout en rallongeant la longueur de ces conduits d'alimentation.

[0020] Dans ce cas, une première réalisation préférentielle consiste à réaliser la spirale en effectuant l'équivalent d'un filetage sur un barreau recouvert d'un premier tube externe par ajustement serré.

[0021] Une autre réalisation intéressante consiste à réaliser un autre filetage sur le premier tube externe qui est lui-même recouvert d'un autre deuxième tube externe.

[0022] Enfin, une troisième réalisation consiste à effectuer un taraudage à l'intérieur d'un tube dans lequel on enfonce un barreau par ajustement serré.

[0023] Une variante du système selon l'invention consiste à rajouter, après chaque conduit d'alimentation, un volume additionnel permettant ainsi d'atténuer un certain effet de vidange.

Liste des figures

[0024] L'invention et ces différentes caractéristiques techniques seront mieux comprises à la lecture de la description suivante, accompagnée de quelques figures représentant respectivement :

- figure 1, un graphe représentant l'évolution de la pression dans un injecteur ;
- figure 2, en vue cavalière écorchée, une première réalisation de la partie importante du dispositif d'injection selon l'invention ;
- figure 3, en vue cavalière écorchée, une deuxième réalisation de la partie importante du dispositif selon l'invention ;
- figure 4, en vue cavalière écorchée, une troisième réalisation de la même partie importante du dispositif selon l'invention.
- figure 5, un schéma du système de la première réalisation du dispositif selon l'invention ;
- figure 6, un schéma de la deuxième réalisation du dispositif selon l'invention ;
- figure 7, un schéma de la troisième réalisation du dispositif selon l'invention.

Description détaillée de plusieurs réalisations de l'invention

[0025] La figure 1 montre deux courbes. La première en trait plein fin représente les variations de pression engendrées par une injection ayant lieu avec un dispositif de l'art antérieur. On s'aperçoit que la fréquence de la pression est importante et que des variations de pression le sont tout autant.

[0026] La courbe en trait fort qui affecte la forme d'une seule courbe en forme de dôme montre la variation de pression dans le système d'injection selon l'invention. On s'aperçoit que les variations de pression sont beaucoup moins intenses et plus lentes, la fréquence étant beaucoup plus faible.

[0027] En fait, la fréquence est définie de manière à ce que le temps « phasage », c'est-à-dire le temps sé-

parant la fin d'une injection de rang N avec le début de l'injection suivante de rang N+1 soit inférieur ou égal à la demi-période des ondes de pression circulant dans la ligne hydraulique reliant l'injecteur à la rampe commune, et ceci dans tout le champ de fonctionnement du moteur.

Exemple

[0028] Si le temps de phasage maximal entre deux injections consécutives vaut x secondes, il faut que la demi-période des ondes de pression circulant dans la ligne hydraulique reliant l'injecteur à la rampe commune soit supérieure ou égale à x secondes. En fait, il faut que la fréquence de la ligne hydraulique soit inférieure ou égale à $1/(2.x)$ hertz, soit :

$$f \leq 1/(2.x),$$

f étant la fréquence en hertz des ondes de pression.

[0029] De plus, si on assimile à un tube l'ensemble de la ligne hydraulique entre le nez de l'injecteur et la rampe commune, la fréquence du premier mode de l'onde de pression de cette ligne hydraulique peut être évaluée de façon approximative par la formule suivante :

$$f = c/(4.L),$$

c la vitesse du son dans le carburant en mètre par seconde et L la longueur en mètre de la ligne hydraulique équivalente entre le nez de l'injecteur et la rampe commune.

[0030] Connaissant c, et $f = 1/(2.x)$, on peut en déduire la valeur minimale de L permettant d'être dans le cas préférentiellement décrit ci-dessus. On en déduit donc la longueur du tube rallongé objet de la présente invention à introduire entre l'injecteur et la rampe commune de manière à ce que la longueur totale de cette ligne hydraulique soit supérieure ou égale à L.

[0031] Par exemple si $c=1600$ mètres par seconde, $x=0,002$ seconde, et la longueur initiale de la ligne hydraulique $L_{\text{initiale}} = 0,4$ mètre, la longueur $L = (2.x.c/4) - L_{\text{initiale}} = 1,2$ mètre. La longueur totale de la ligne hydraulique, $L_{\text{totale}} = 0,4+1,2=1,6$ mètre.

[0032] La baisse de fréquence des ondes de pression créée par une injection de rang N permet donc de limiter les fluctuations de pression dans la zone de phasage correspondant à l'injection consécutive de rang N+1. Ceci permet donc, entre autres, de faciliter la mise au point du moteur et le traitement des interactions entre les différentes injections par des moyens de correction logicielles, ou autres.

[0033] On précise que si la longueur rajoutée dans la ligne d'injection est de la manière décrite ci-dessus, l'amplitude des fluctuations de pression consécutive à

l'injection de rang N qui est à prendre en compte pour son effet sur l'injection suivante de rang N+1 n'est plus l'amplitude crête à crête, mais l'écart entre la valeur moyenne de la pression et sa valeur maximale sur le temps de phasage concerné.

[0034] Toutefois, comme ceci est expliqué plus haut, cette augmentation de la ligne d'injection est théoriquement relativement importante, c'est-à-dire de l'ordre du mètre supplémentaire. Ceci conduit à un encombrement sous le capot moteur, ce qui peut être inacceptable, sachant qu'un système de réduction de fréquence est nécessaire pour chaque injecteur.

[0035] En conséquence, en référence à la figure 2, la réalisation principale de l'invention consiste à réaliser une canalisation en spirale. A cet effet, on forme ou usine une rainure en spirale 10 sous la surface externe d'un barreau ou d'un tube interne 1. Ce dernier est placé à l'intérieur d'un tube externe 2 dont le diamètre interne correspond au diamètre externe du tube interne 1. L'ajustement doit être serré ou en force pour qu'il n'y ait pas de fuite d'une spire à l'autre de la canalisation.

[0036] En référence à la figure 3, une deuxième réalisation de la conduite en spirale consiste à former une rainure en spirale 20 sur la surface interne d'un tube externe 22, comme un taraudage, à l'intérieur duquel on introduit, par ajustement serré ou en force, un tube ou barreau interne 21.

[0037] Une troisième réalisation plus complexe consiste à choisir l'une des deux solutions précédentes et de la réaliser sur plusieurs diamètres. En d'autres termes, sur la figure 4 on rajoute un deuxième tube interne 31B possède sur sa surface externe une première rainure en spirale 308. Ce deuxième tube interne 31A est placé, par ajustement serré ou en force, à l'intérieur d'un premier tube interne 31A, sur la surface externe duquel une rainure en spirale 30A est formée. Le tout est placé à l'intérieur d'un tube externe 32, par ajustement serré ou en force. De plus, en perçant des trous dans le premier tube interne 31A, il est possible de faire communiquer les deux rainures 30A et 30B à des endroits voulus.

[0038] Ceci permet de doubler la longueur de la canalisation, pour une même longueur de tube rajouté. En d'autres termes, cette réalisation permet de réduire l'encombrement dû au rajout de canalisations.

[0039] Pour ces trois différentes réalisations, les diamètres extérieurs des tubes ou des barreaux, les diamètres intérieurs et extérieurs des tubes, les caractéristiques de filetage, c'est-à-dire le pas, la largeur et la profondeur des gorges, leur forme, etc., et les matériaux utilisés sont préférentiellement déterminés de manière à ce que le fluide ne puisse passer du tour de rang M au tour de rang M+1 du même filetage, qu'en suivant la rainure réalisant le filetage et non en passant dans un éventuel jeu pouvant exister entre le barreau ou le tube interne et le tube externe dans lequel il est inséré.

[0040] D'autre part, la présence d'une canalisation ou d'un conduit d'une grande longueur entre la rampe de distribution commune et les injecteurs à tendance à

augmenter l'effet de vidange de la ligne hydraulique entre la rampe commune et les injecteurs. En conséquence, lors d'une injection, le nez de l'injecteur n'est pas réalimenté aussi rapidement et il s'ensuit une perte de pression d'injection supplémentaire, donc une éventuelle dégradation de la réponse du moteur. Pour limiter cet effet, les caractéristiques des filetages des tubes et barreaux sont choisis de manière à diminuer les pertes de charge dans les tubes longs. Plus la section de passage du filetage est grande, c'est-à-dire plus le filetage est large et profond, plus la perte de charge est faible. Plus l'état de surface des matériaux au niveau des filetages et barreaux est de bonne qualité, c'est-à-dire lisse, plus la perte de charge est faible.

[0041] Une autre méthode pour atténuer l'effet de vidange consiste à rajouter un ou plusieurs volumes entre chaque injecteur et les conduits ou canalisations longues. En effet, en référence à la figure 5, un premier système d'injection complet selon l'invention comprend une rampe d'alimentation en carburant, elle-même alimentée par une canalisation d'approvisionnement 51 équipée d'une pompe 52 et provenant d'un réservoir de carburant 53. La rampe de distribution 50 alimente quatre injecteurs 60 par l'intermédiaire de quatre conduits d'alimentation placés dans un tube externe 40. Or, ce dernier a un volume total un peu plus important, comme le montre la figure 6. En effet, chaque tube externe 40 possède un volume interne 41 supplémentaire, ce qui permet donc d'atténuer l'effet de vidange.

[0042] En référence à la figure 7, une autre réalisation consiste à installer les conduits supplémentaires à l'intérieur de la rampe de distribution 70. En effet, chaque conduit peut être réalisé par une rainure en filetage 71 pratiquée sur le tube ou le barreau central 72 de la rampe de distribution 70. Compte tenu du fait que chaque conduit possède un volume non négligeable de carburant, la somme des volumes des quatre conduits d'alimentation 71 peut être éventuellement équivalente au volume contenu dans la rampe commune d'usage habituel. On choisit donc les dimensions des rainures en filetage constituant les conduits d'alimentation 71 dans ce but. Ainsi, le barreau central 71 peut être usiné de N filetages pour N injecteur 60. On peut également usiner un seul filetage sur le barreau central 72 dont la longueur correspond à la longueur totale des conduits d'alimentation pour les N injecteurs 60. Dans ce cas, on utilise N-1 séparations pour partager le filetage en N conduits d'alimentation 71.

[0043] Le barreau central 72 est de préférence percé en son centre par une canalisation centrale 75 qui relie la sortie d'une pompe haute pression 73 au début de chaque conduit d'alimentation 71 par des trous percés radialement 76. Les N injecteurs 60 peuvent ainsi être alimentés chacun par un tube d'alimentation 77 connecté à la sortie chacun d'un conduit d'alimentation 71.

[0044] On peut également envisager une combinaison de cette réalisation avec celle des réalisations précédentes, notamment des réalisations représentées

aux figures 3 et 4. Un tel système d'injection peut également être utilisé pour diminuer la fréquence de la ligne hydraulique située en amont de la rampe d'injection, en aval de la pompe haute pression. Un tel système réducteur de fréquence est alors placé entre la pompe haute pression et la rampe commune.

[0045] Il est également possible d'utiliser, par exemple dans le cas d'un moteur à six cylindres en V, deux rampes communes de distribution équipées du système d'injection selon l'invention pour trois cylindres.

[0046] Grâce à sa compacité, le système selon l'invention permet de loger un conduit de grande longueur dans un faible encombrement.

[0047] Un tel système peut être également utilisé dans tous les cas où l'on souhaite réaliser un accord acoustique en adaptant la longueur des lignes hydrauliques utilisées.

Revendications

1. Procédé de traitement des interactions entre les injections successives dans un système d'injection de carburant à rampe commune, **caractérisé en ce qu'il** consiste à diminuer la fréquence de l'onde de pression en rallongeant la longueur du conduit d'alimentation (40, 71) reliant la rampe (50, 70) à chacun des injecteurs (60). 25
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** consiste à mettre chaque conduit d'alimentation (40, 71) en spirale. 30
3. Système d'injection à rampe commune d'alimentation en carburant pour moteur de véhicule automobile comprenant au moins une rampe d'alimentation (50, 70) et, pour chaque cylindre du moteur : 35
 - un injecteur (60) ;
 - un conduit d'alimentation (40, 71) reliant la rampe commune (50, 70) à chacun des injecteurs (60) ; 40

caractérisé en ce que le conduit d'alimentation (40, 71) est d'une longueur suffisamment rallongée pour diminuer la fréquence de l'onde de pression de la ligne hydraulique constituée par le conduit d'alimentation (40, 71). 45
4. Système selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les conduits d'alimentation (71) sont en grande partie dans la rampe d'alimentation commune (70). 50
5. Système selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les conduits d'alimentation (40) sont en dehors de la rampe d'alimentation (50). 55

6. Système selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** chaque conduit d'alimentation (40, 71) a une forme en spirale.
7. Système selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le conduit d'alimentation est réalisé en effectuant un filetage (10) sur un barreau ou un tube interne (1) recouvert d'un premier tube externe (2, 31A) par ajustement serré. 10
8. Système selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le premier tube externe (31B) recouvrant le tube interne (31A) est lui-même recouvert d'un autre tube externe (32) par ajustement serré.
9. Système selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** chaque conduit d'alimentation réalisé par un taraudage (20) sur la surface interne d'un tube externe (22) dans lequel on enfonce un barreau interne (21) par ajustement serré. 15
10. Système selon l'une quelconque des revendications 3 à 9, **caractérisé en ce que** l'on utilise, pour chaque injecteur (60) un volume additionnel (41) pour chaque conduit d'alimentation (40). 20

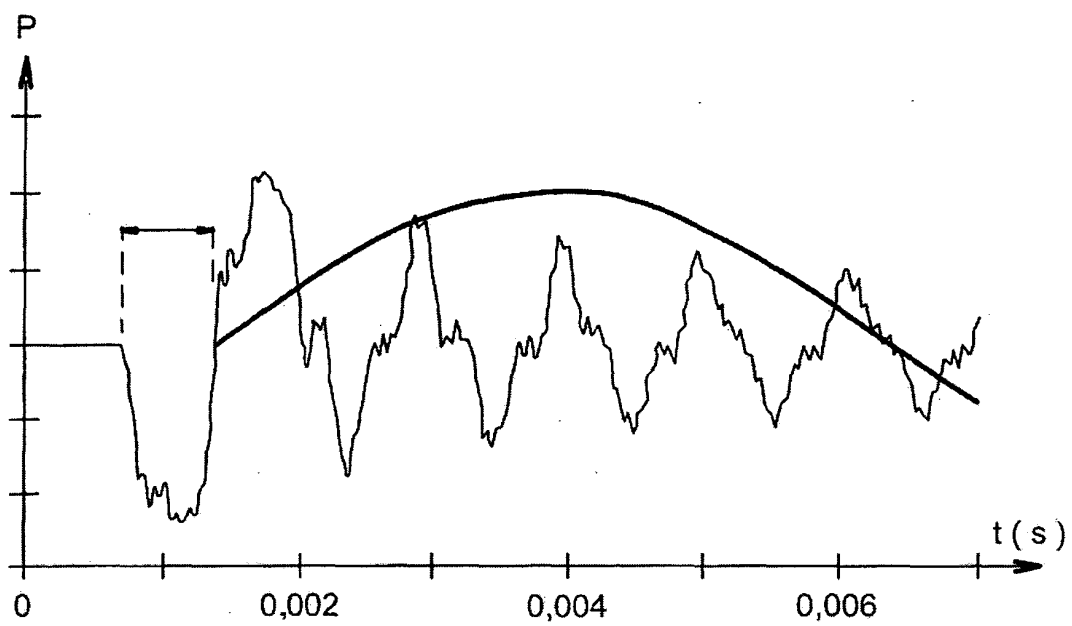


FIG. 1

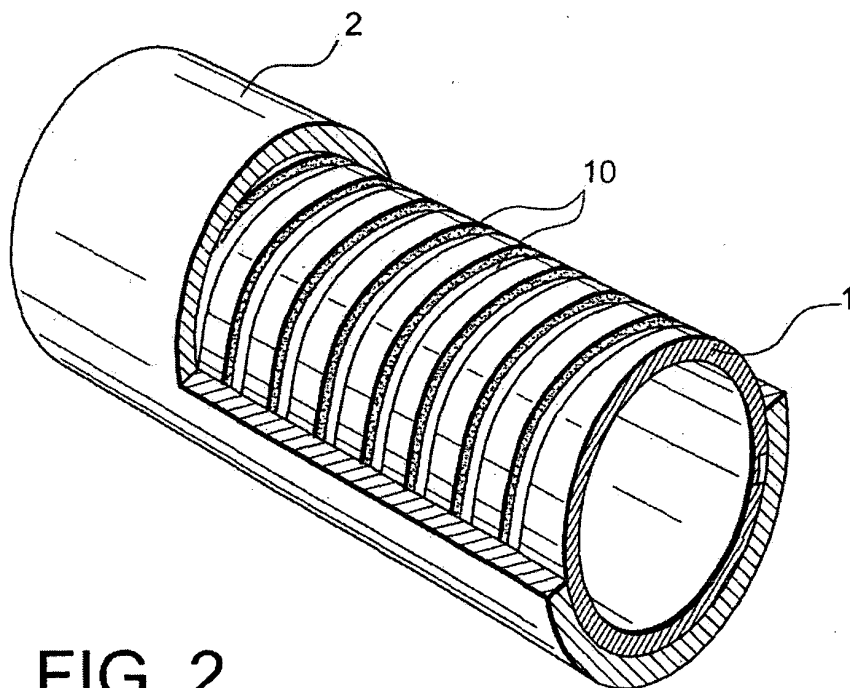
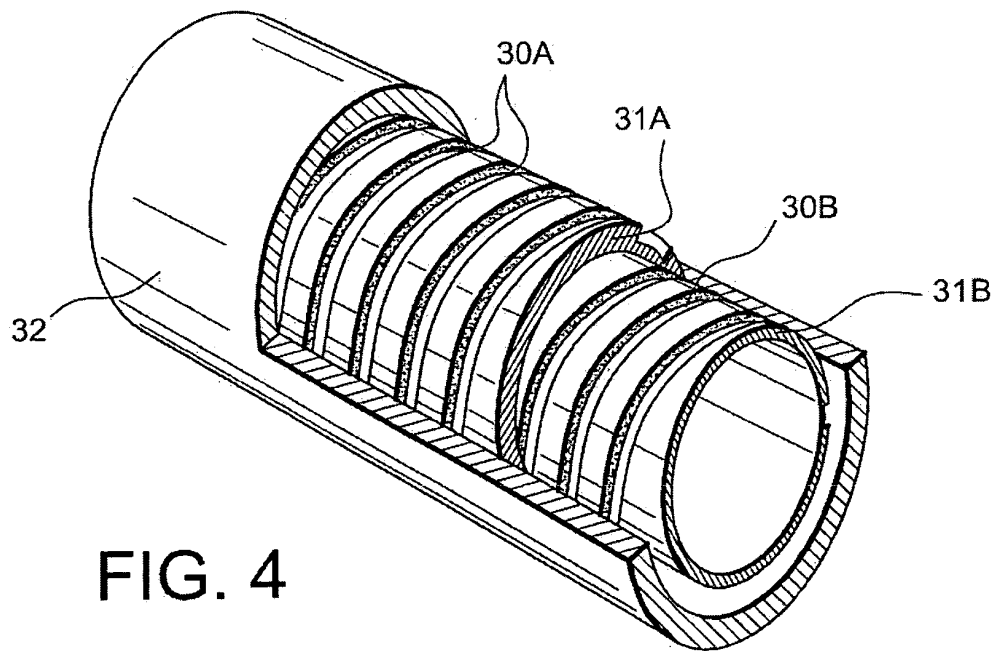
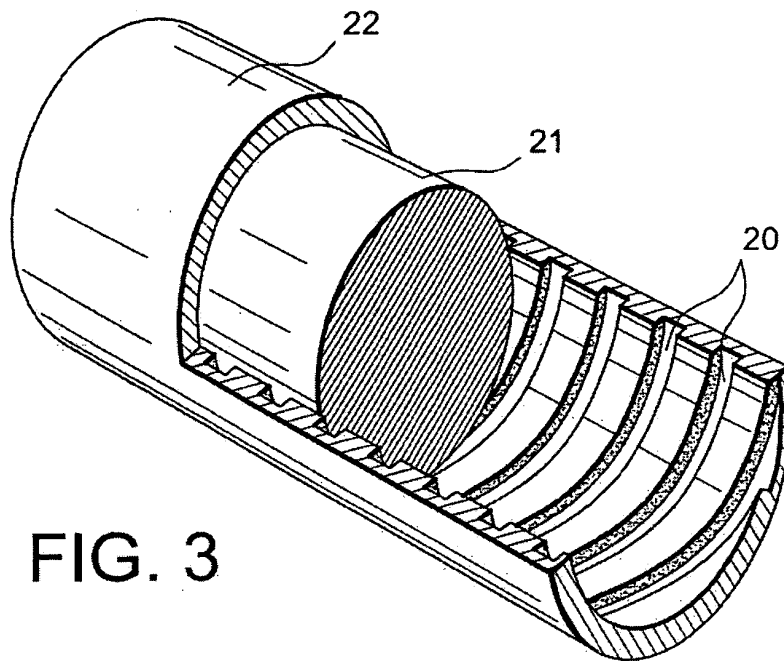


FIG. 2



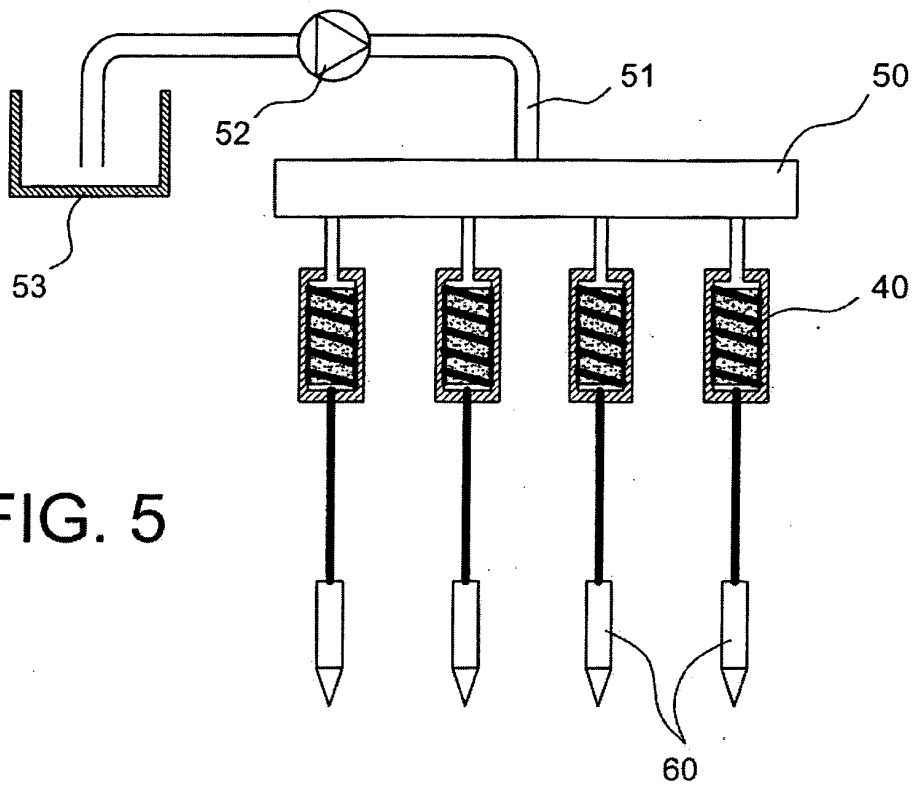


FIG. 5

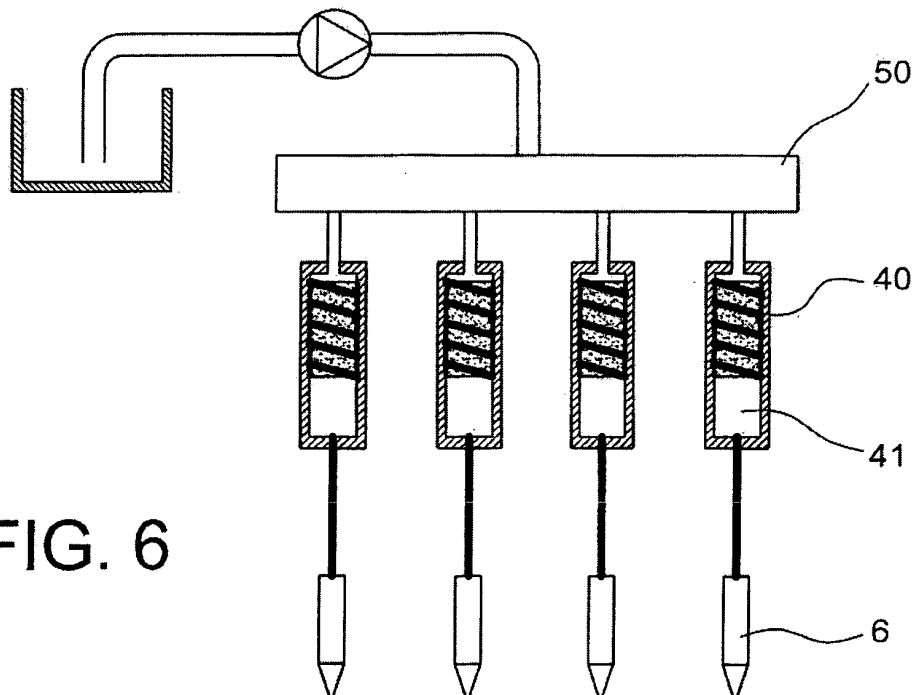


FIG. 6

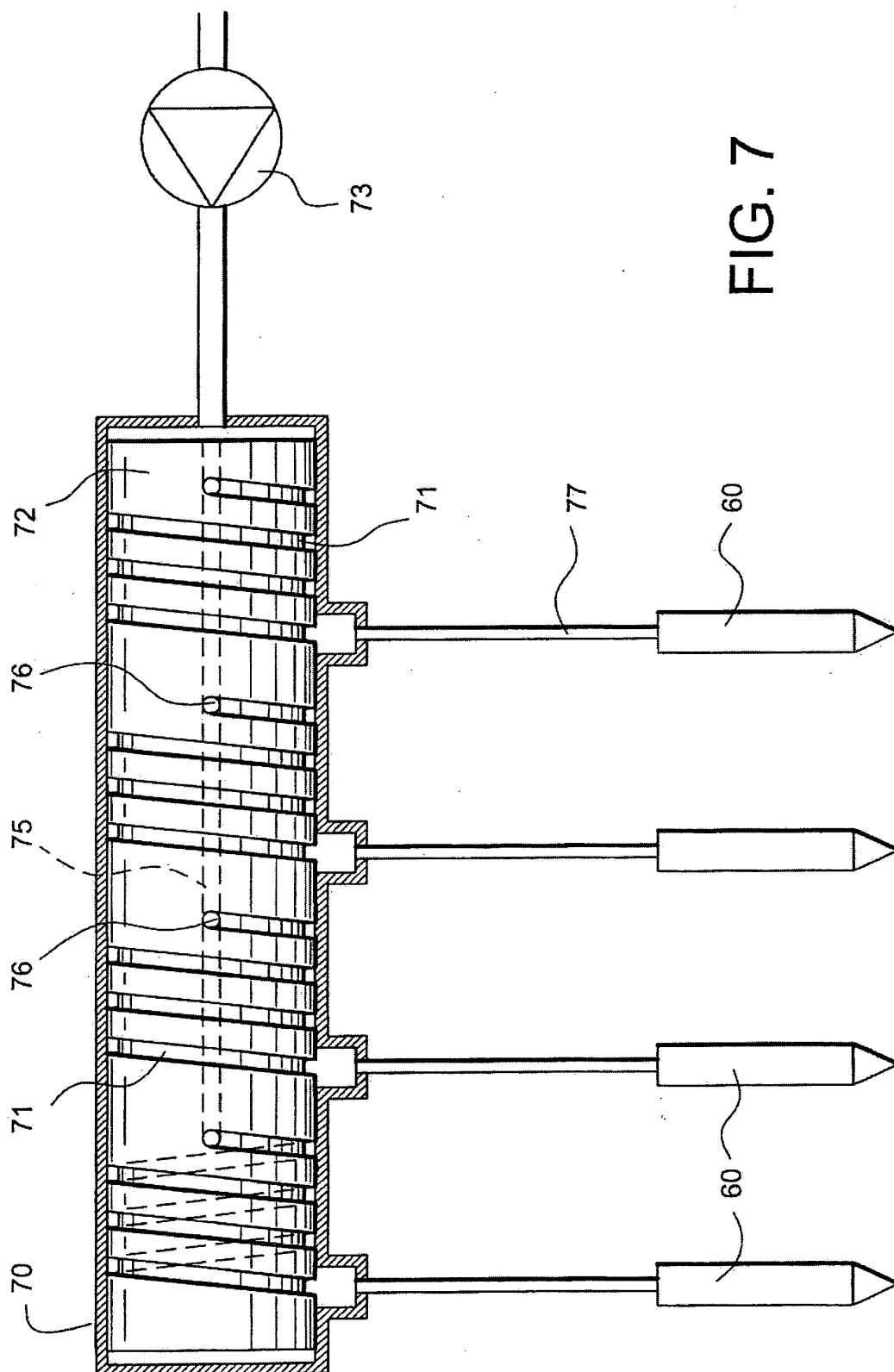


FIG. 7



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 04 30 0126

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)
X	US 5 619 969 A (CASE DONALD N ET AL) 15 avril 1997 (1997-04-15) * colonne 6, ligne 53 - colonne 7, ligne 32; figures 1-3,8 * * colonne 11, ligne 13 - ligne 32 * -----	1,3,5	F02M55/02 F02M63/02
X	EP 0 995 902 A (TOYOTA MOTOR CO LTD ;NIPPON SOKEN (JP)) 26 avril 2000 (2000-04-26)	1,3,5	
Y	* alinéa [0095] - alinéa [0133]; figures 11,14B *	10	
Y	WO 02/077440 A (BOSCH GMBH ROBERT ;HANNEKE JUERGEN (DE); KRINN THOMAS (DE); STEGME) 3 octobre 2002 (2002-10-03) * page 2, ligne 26 - page 6, ligne 35; figures 1,2 * -----	10	
A	US 5 592 968 A (NAKASHIMA TATSUSHI ET AL) 14 janvier 1997 (1997-01-14) * le document en entier *	1,3	
A	US 1 917 941 A (HEHR FREDERICK G) 11 juillet 1933 (1933-07-11) * le document en entier * -----	6-9	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 7 mai 2004	Examineur Godrie, P
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 04 30 0126

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.

07-05-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5619969	A	15-04-1997	DE 69618549 D1	21-02-2002
			DE 69618549 T2	21-11-2002
			EP 0775258 A1	28-05-1997
			JP 2848967 B2	20-01-1999
			JP 10505648 T	02-06-1998
			WO 9641945 A1	27-12-1996
EP 0995902	A	26-04-2000	JP 2000192872 A	11-07-2000
			EP 0995902 A2	26-04-2000
			US 6401691 B1	11-06-2002
WO 02077440	A	03-10-2002	DE 10114219 A1	26-09-2002
			WO 02077440 A1	03-10-2002
US 5592968	A	14-01-1997	JP 3293269 B2	17-06-2002
			JP 7103103 A	18-04-1995
US 1917941	A	11-07-1933	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82