



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 467 089 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
13.10.2004 Bulletin 2004/42

(51) Int Cl.7: **F02M 69/04**, F02M 51/06,
F02M 61/08, F02M 61/10

(21) Numéro de dépôt: **04300185.8**

(22) Date de dépôt: **08.04.2004**

(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 HR LT LV MK

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

(72) Inventeurs:
• **Delmas, Nicolas**
92380 Garches (FR)
• **Levin, Laurent**
75015 Paris (FR)

(30) Priorité: **11.04.2003 FR 0304542**

(54) **Aiguille creuse d'un injecteur de carburant**

(57) Dispositif de fermeture de soupape d'un système d'injection de carburant comprenant une aiguille (101) sortante ou suspendue apte à se déformer sous l'action d'ondes ultrasonores de manière à définir une fente annulaire d'éjection par rapport à un siège de soupape caractérisé en ce qu'il comprend une première partie formant l'aiguille (101), l'aiguille (101) est formée d'une barre cylindrique creuse non débouchante à une première extrémité (102).

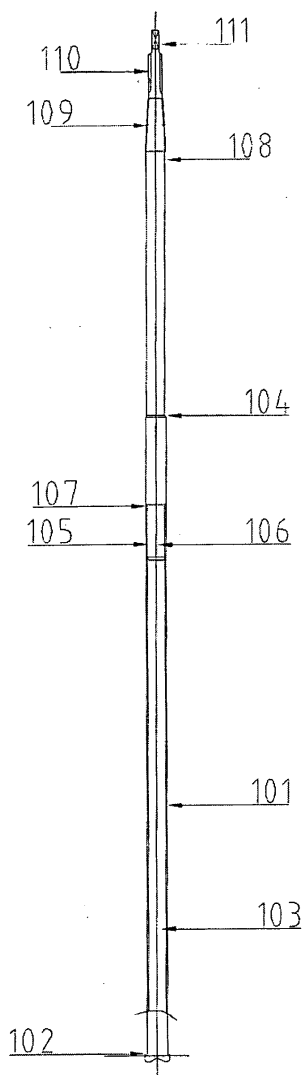


Figure 1

EP 1 467 089 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif de fermeture de soupape, utilisée notamment dans des dispositifs destinés à assurer une pulvérisation de fluides.

[0002] La présente invention concerne plus particulièrement un type de géométrie pour une soupape, destinée à la délivrance dosée de fluides, par exemple dans les systèmes d'injection de carburant d'un véhicule automobile. Un tel dispositif est décrit par exemple dans la demande de brevet FR2801346.

[0003] Cette demande de brevet décrit un dispositif d'injection de carburant caractérisé notamment en ce que le dit système d'injection possède une aiguille dite sortante ou suspendue qui peut se déformer sous l'action d'ondes ultrasonores de manière à définir une fente annulaire d'éjection par rapport à un siège de soupape.

[0004] Dans tous les cas cependant, on est confronté au délicat problème de réaliser tout à la fois une excellente étanchéité du siège lorsque le dispositif est au repos sans pour autant nuire aux autres fonctionnalités que doit assurer l'aiguille, et en particulier les ouvertures fermetures de la soupape qui permettent la pulvérisation du fluide.

[0005] De plus, l'aiguille doit posséder des caractéristiques mécaniques suffisamment élevées afin de pouvoir supporter sans risque de rupture les contraintes mécaniques générées d'une part par les ondes de déformation mais aussi par la pression élevée du fluide dans lequel baigne l'aiguille.

[0006] Ainsi, la prise en compte de toutes les contraintes fonctionnelles pour l'aiguille ne permet pas forcément d'optimiser séparément tous les paramètres géométriques et le choix définitif des formes et des dimensions des différentes parties de l'aiguille est toujours le résultat d'un compromis entre les performances du système, sa robustesse et sa fiabilité. Par exemple, la tenue mécanique statique de l'aiguille à la pression lorsque le système est au repos dépend de la section de la tige. Or ce paramètre influence également l'ouverture de l'aiguille par l'action des ondes de déformation ultrasonores car il modifie tout à la fois les propriétés élastiques et inertielles de celle-ci.

[0007] Par ailleurs, le compromis entre la pression d'injection, le débit et la tenue mécanique du système s'avère un problème majeur à partir du moment où la section maximale de l'aiguille est limitée par le problème précité et le diamètre minimal de la tête de l'aiguille au niveau de la zone d'étanchéité sur son siège est fixée par le débit minimal souhaité. Dans ce cas en effet, la différence entre les deux sections précitées définit une section apparente au fluide qui subira des efforts dus à la pression, efforts qu'il faudra compenser en tirant sur l'aiguille afin de garantir la bonne étanchéité de la soupape au repos. Ainsi, la pression maximale utilisable dans le système sera limitée par l'effort maximum de traction acceptable sur l'aiguille au repos. Pour une sec-

tion donnée de la tige de l'aiguille, la pression maximale admissible sera d'autant plus faible que la section apparente au fluide sera importante.

[0008] Dans le cas par exemple de la demande de brevet FR2801346, l'ouverture de la soupape est générée par les déformations de l'aiguille sous les effets des ondes acoustiques ultrasonores. Pour ce type d'application dans lequel il est nécessaire de garantir un débit de fluide suffisant au bon fonctionnement du moteur, la section de la tige de l'aiguille doit tout à la fois être suffisamment faible pour permettre des déformations importantes, et la section de la soupape au niveau de la zone d'étanchéité quand à elle doit être suffisamment élevée pour assurer le débit souhaité.

[0009] La section apparente au fluide sous pression ainsi définie ne permet donc pas de dépasser une pression maximale en fonctionnement supérieure à une certaine de bars, afin que la contrainte statique au repos dans la tige générée par l'effort de traction nécessaire à l'étanchéité ne provoque pas la rupture de l'aiguille. De plus, pour assurer un fonctionnement correct du système, l'effort de traction doit être réajusté dans le cas de variations de la pression de fonctionnement.

[0010] La présente invention a pour objectif de perfectionner la réalisation du dispositif précité, en proposant une géométrie de l'aiguille adaptée, afin que ses caractéristiques mécaniques répondent mieux aux besoins fonctionnels d'un dispositif destiné à la délivrance dosée de fluides, et en particulier permettent d'augmenter sensiblement la pression d'alimentation du dit dispositif, tout en permettant la réduction de l'effort statique à appliquer à l'aiguille pour assurer l'étanchéité du système au repos et une auto adaptation de cet effort par rapport à la pression de fonctionnement.

[0011] Ce but est atteint par un dispositif de fermeture de soupape d'un système d'injection de carburant comprenant une aiguille sortante ou suspendue apte à se déformer sous l'action d'ondes ultrasonores de manière à définir une fente annulaire d'éjection par rapport à un siège de soupape caractérisé en ce qu'il comprend une première partie formant l'aiguille, l'aiguille est formée d'une barre cylindrique creuse non débouchante à une première extrémité.

[0012] Cette géométrie particulière permet tout à la fois de réduire sensiblement la section apparente au fluide tout en conservant des caractéristiques mécaniques d'une aiguille cylindrique pleine de diamètre inférieur comme f celle décrite dans la demande de brevet FR2801346.

[0013] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, l'aiguille comprend deux parties distinctes, formant un ensemble solidaire.

[0014] Avec ce type de structure hétérogène, on obtient ainsi un avantage essentiel en ce que chacune des parties de l'aiguille bénéficie d'une plus grande souplesse de réalisation.

[0015] Une fois le diamètre extérieur figé, la section apparente au fluide qui correspond selon la demande

de brevet FR2801346 à la différence de section entre la paroi extérieure de l'aiguille et l'alésage conformé le long de la buse formant le corps du dit injecteur, pourra être adaptée afin de réduire le plus possible l'effort statique à appliquer à l'aiguille pour maintenir la soupape fermée sans pour autant générer trop de pertes de charges durant le trajet du fluide jusqu'au nez d'éjection destiné à déboucher à l'intérieur de la chambre de combustion.

[0016] On comprendra mieux les buts, aspects et avantages de la présente invention, d'après la description donnée ci-après de différents modes de réalisation, présentés à titre d'exemples non limitatifs, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels:

la figure 1 est une vue globale en coupe partielle du dispositif objet de la présente invention.

La figure 2 est une vue en coupe de la partie inférieure du corps d'aiguille

[0017] En se reportant à la figure 1, nous avons représenté le dispositif de soupape objet de l'invention.

[0018] Comme indiqué dans le préambule, le dispositif selon l'invention peut s'appliquer à un système d'injection de carburant possédant une aiguille dite sortante ou suspendue qui peut se déformer sous l'action d'ondes ultrasonores de manière à définir une fente annulaire d'éjection par rapport à un siège de soupape. Un tel système est décrit dans la demande de brevet français FR2801346.

[0019] Ce dispositif selon l'invention est composé de deux parties distinctes solidaires. La première partie comprend une tige ou aiguille 101, constituée d'une barre cylindrique creuse à l'extrémité de laquelle sont conformés les moyens obturateurs 102 dont la géométrie spécifique sera détaillée plus loin. La barre cylindrique creuse est caractérisée en ce que l'alésage 103 débouche selon une seule de ses extrémités 105 seulement et coopère selon cette extrémité avec la seconde partie 104 de la soupape qui constitue les moyens de retenue mécanique de l'aiguille.

[0020] Les moyens de retenue mécanique de l'aiguille 104 est ainsi constituée d'une barre au moins partiellement cylindrique dont la première extrémité 106 est destinée à venir coopérer sans jeu avec l'intérieur de l'alésage 103 de l'aiguille. Cette extrémité 106 présente donc une partie cylindrique ajustée avec le diamètre de l'alésage 103 qui s'étend sur une longueur suffisante destinée à assurer un centrage et un guidage suffisant de la première extrémité 106 des moyens de retenue mécanique 104 à l'intérieur de l'alésage 103, garants d'une bonne coaxialité entre les axes de révolution des deux parties constituant la soupape, une fois celle-ci assemblée.

[0021] Le raccordement entre l'extrémité 106 et le reste de la barre cylindrique 104 formant les moyens de retenue mécanique définit un épaulement 107 destiné à assurer le blocage en translation de la première ex-

trémité 106 de la barre 104 à l'intérieur l'alésage 103.

[0022] L'épaulement 107 formé par le raccordement des surfaces cylindriques des moyens de retenue mécanique 104 et de la première extrémité 106 de la barre est adapté de manière à venir en appui, lors de l'assemblage, sur l'extrémité 105 du corps d'aiguille 101. Une fois les deux pièces assemblées, la liaison complète entre l'aiguille 101 et les moyens de retenue mécanique 104 est obtenue par des moyens de soudure mécanique comme par exemple une soudure au faisceau d'électron ou encore au laser, dont la forme pourra être adaptée en fonction de la résistance souhaitée, le long d'une surface définie par la surface extérieure de l'extrémité 105 de l'aiguille 101, en vis-à-vis de la première extrémité 106 des moyens de retenue mécanique 104.

[0023] En utilisant ainsi l'épaulement 107 assorti d'un montage sans jeu du diamètre de la première extrémité 106 dans l'alésage 103 de l'aiguille 101 et d'une soudure mécanique, on obtient tout à la fois une liaison rigide assortie d'une parfaite coaxialité entre les deux parties constituant la soupape, et une étanchéité entre l'alésage 103 conformé à l'intérieur du corps d'aiguille 101 et le milieu extérieur.

[0024] La seconde extrémité 108 des moyens de retenue mécanique 104 de l'aiguille 101 présente une forme conique 109 terminée par un filetage 110. Le cône 109 est de type cône morse, c'est-à-dire qu'il est destiné à venir à l'intérieur d'une contre pièce présentant un alésage conique sensiblement du même angle que celui du dit cône 109. Par exemple, l'angle du cône 109 pourra être de l'ordre de 5 à 6°.

[0025] Cette géométrie permet d'assurer une liaison élastique bidirectionnelle démontable de type cône morse et contre écrou entre la soupape et une masse assurant une rupture d'impédance acoustique.

[0026] Afin de permettre le maintien de l'aiguille en rotation lors de la mise en place de la liaison précitée, un méplat 111 destiné à venir coopérer avec un outil de montage est conformée à l'extrémité du filetage 110.

[0027] A titre d'exemple, dans le cas d'une structure telle que décrite dans la demande de brevet FR2801346 dans lequel la fente d'éjection du fluide est obtenue par une déformation ultrasonore de l'aiguille et de la pièce supportant le siège, la surface de section de l'aiguille pourra être comprise par exemple entre 0.7 et 10 mm², préférentiellement 0.78 mm², et le matériau choisi du titane, par exemple de nuance TA6V, de sorte que sa déformation en fonctionnement ne nécessite pas une trop grande quantité d'énergie.

[0028] Le diamètre extérieur de la partie cylindrique creuse de l'aiguille 101 quant à lui sera fixé en fonction de la section maximale souhaitée pour la tige et de la pression d'alimentation prévue pour le système. Par exemple, dans le cas d'une pression d'alimentation de l'ordre de 600 bars, le diamètre extérieur de l'aiguille 101 en TA6V pourra être fixé à 3.1 mm et le diamètre intérieur à 2.7 mm.

[0029] En se reportant maintenant à la figure 2, on

peut voir la forme particulière des moyens obturateurs 102 conformés à l'extrémité du corps d'aiguille 101.

[0030] Les moyens obturateurs 102 est ainsi constituée d'une forme partiellement sphérique 112 destinée à venir coopérer avec le siège de la soupape. Ainsi, le long de la zone de contact 112, un excellent état de surface ainsi qu'un très faible défaut de forme, garant d'une étanchéité parfaite pour la soupape, sont nécessaires pour assurer une étanchéité aux fluides.

[0031] En particulier, les défauts de forme de cette partie doivent être inférieurs à 5pm, préférentiellement de l'ordre du micron. La forme sphérique 112 s'étend ainsi tout le long de la zone de contact entre la soupape et son siège.

[0032] Le reste de la surface extérieure 113 des moyens obturateurs situés en dehors de la zone de contact 112 est usinée de manière à présenter un encombrement réduit et une masse la plus faible possible, notamment dans le cas d'applications telle que celle décrite dans de la demande de brevet FR2801346. Cette partie doit également assurer une rigidité suffisante à l'ensemble de la tête de l'aiguille 102 afin de réduire les déformations générées par les efforts de contacts exercée par le siège de soupape le long de la surface 112.

[0033] Le raccordement entre la surface 112 qui définit la zone d'appui de la soupape sur son siège et la surface extérieure 113, présente un angle de dépouille a dont le rôle est d'éviter les phénomènes de mouillage de la tête d'aiguille par le carburant lors de l'injection. Toujours pour les mêmes raisons, il sera préférable de polir la surface extérieure 113 après usinage de manière à obtenir une rugosité de surface faible, par exemple $Ra < 0.5\mu m$.

[0034] Selon l'extrémité inférieure 114 des moyens obturateurs 102, la surface extérieure définit un évidement, par exemple en forme de cône rentrant, permettant de réduire sensiblement le poids de la tête 102 d'aiguille 101 sans toutefois nuire à sa rigidité globale de la partie 102. Cette forme pourra être adaptée pour ajuster la masse globale de l'extrémité de la tête 102 et lui conférer, si nécessaire, une valeur de masse spécifique. Ce paramètre permettant un ajustement de la masse de la partie 102 peut s'avérer intéressant dans le cas d'un fonctionnement acoustique de l'aiguille tel que décrit dans la demande de brevet FR2801346.

[0035] De la même manière, le fond 116 de l'alésage 103 présente une forme adaptée de manière à permettre un allègement de la tête d'aiguille 102 tout en assurant que les déformations de la partie extérieure 115 sous les efforts du fluide sous pression restent inférieurs à quelques microns, préférentiellement moins de $5\mu m$. Selon la variante représentée à la figure 2, le profil de la forme du fond 116 de l'alésage 103 de l'aiguille 101 est un W.

[0036] En amont de la surface de contact 112 est conformé une partie cylindrique 115 de diamètre extérieur légèrement supérieur à celui du reste du corps de l'aiguille 101. Cette zone est destinée à coopérer avec

un alésage du système d'injection (non représenté) de manière à assurer un guidage de la soupape de manière à éviter que les mouvements de translation lors des ouvertures et des fermetures de la soupape ne soient perturbés par un battement trop prononcé du corps d'aiguille 101.

[0037] La tolérance de guidage de la partie cylindrique 115 et devra être fixée en fonction des matériaux utilisés et devra prendre en compte les déformations dues aux contraintes thermiques auxquelles seront soumises les dits matériaux durant le fonctionnement du dispositif. On choisira par exemple un jeu inférieur à 5pm au diamètre, préférentiellement 2pm.

[0038] Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et illustrés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple.

Revendications

1. Dispositif de fermeture de soupape d'un système d'injection de carburant comprenant une aiguille (101) sortante ou suspendue apte à se déformer sous l'action d'ondes ultrasonores de manière à définir une fente annulaire d'éjection par rapport à un siège de soupape **caractérisé en ce qu'il** comprend une première partie formant l'aiguille (101), l'aiguille (101) est formée d'une barre cylindrique creuse non débouchante à une première extrémité (102).
2. Dispositif de fermeture de soupape selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** la première extrémité de la barre (101) se termine par une forme évasée de diamètre supérieur à celui de la barre cylindrique creuse (101) destinée coopérer avec un siège, formant ainsi les moyens obturateurs du système d'injection de fluide.
3. Dispositif de fermeture de soupape selon la revendication 2 **caractérisé en ce que** les moyens obturateurs sont de forme au moins partiellement hémisphérique de manière à former lors des contacts avec le siège de soupape une zone de contact annulaire.
4. Dispositif de fermeture de soupape selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les moyens obturateurs (102) comprennent une zone de guidage (115) formée d'une partie cylindrique (115) de diamètre extérieur légèrement supérieur à celui du reste du corps de l'aiguille (101).
5. Dispositif de fermeture de soupape selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la surface extérieure des moyens obturateurs (102) comprennent, dans l'axe de l'aiguille (101), un évidement (114) de volume déterminé pour assurer une

réduction de la masse de l'aiguille (101) en conservant une résistance suffisante aux déformations générées par les efforts de contact entre la soupape et son siège.

5

6. Dispositif de fermeture de soupape selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'évidement est un cône rentrant. 5

7. Dispositif de fermeture de soupape selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la surface (116) intérieure des moyens obturateurs (102) à un profil pour assurer une réduction de la masse de l'aiguille (101) en conservant une résistance suffisante aux déformations générées par les efforts de contact entre la soupape et son siège. 10
15

8. Dispositif de fermeture de soupape selon l'une des revendications 1 à 7 **caractérisé en ce que** le dispositif comprend une deuxième partie distincte, formant des moyens de retenue mécanique (104). 20

9. Dispositif de fermeture de soupape selon l'une des revendications 1 à 8 **caractérisé en ce que** la surface de section de l'aiguille (101) est comprise entre 0.7 et 10 mm², préférentiellement 0.78 mm², et le matériau choisi du titane, par exemple de nuance TA6V, de sorte que sa déformation en fonctionnement ne nécessite pas une trop grande quantité d'énergie. 25
30

10. Dispositif de fermeture de soupape selon l'une des revendications 1 à 9 **caractérisé en ce que** le diamètre extérieur de la barre cylindrique creuse formant l'aiguille (101) est déterminé en fonction de la section maximale souhaitée pour l'aiguille et de la pression d'alimentation prévue pour le système, préférentiellement, dans le cas d'une pression d'alimentation de l'ordre de 600 bars, le diamètre extérieur de l'aiguille est de l'ordre de 3.1mm et le diamètre intérieur de l'ordre de 2.7 mm. 35
40

11. Dispositif de fermeture de soupape selon l'une des revendications 1 à 10 **caractérisé en ce qu'il** comprend une deuxième partie formant des moyens de retenue mécanique (104) de l'aiguille (101) et solidarisés mécaniquement à la première partie. 45

12. Dispositif de fermeture de soupape selon l'une des revendications 1 à 10 **caractérisé en ce** les moyens de retenue mécanique (104) comprenant une partie au moins partiellement cylindrique dont la première extrémité (106) coopère selon une liaison solidaire avec le reste de l'aiguille (101) et l'autre extrémité est destinée à venir coopérer avec une masse formant une rupture d'impédance acoustique entre l'aiguille (101) et le reste de la structure du système d'injection. 50
55

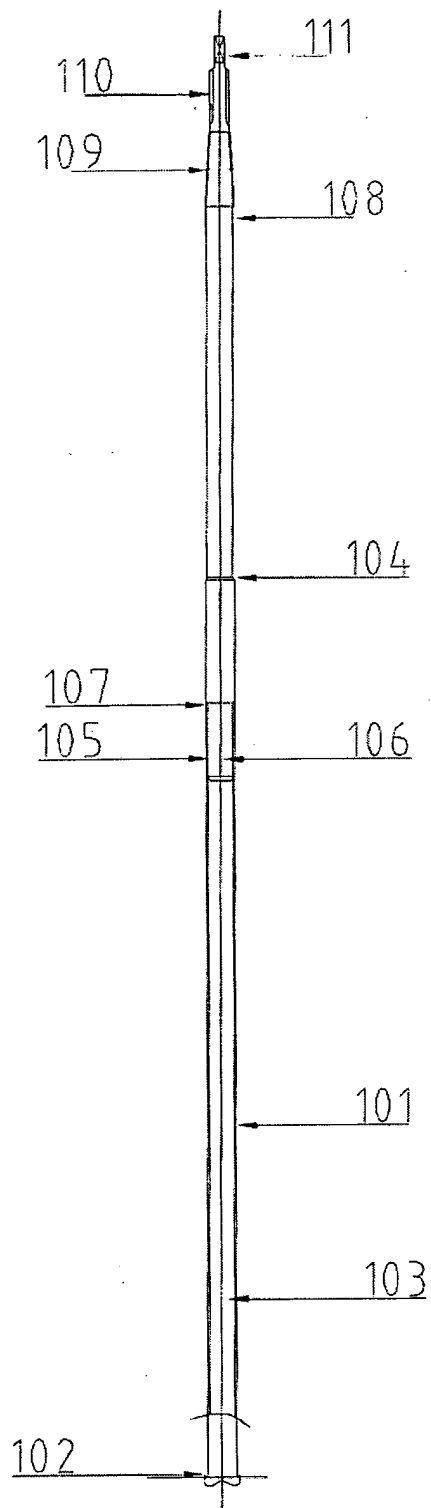


Figure 1

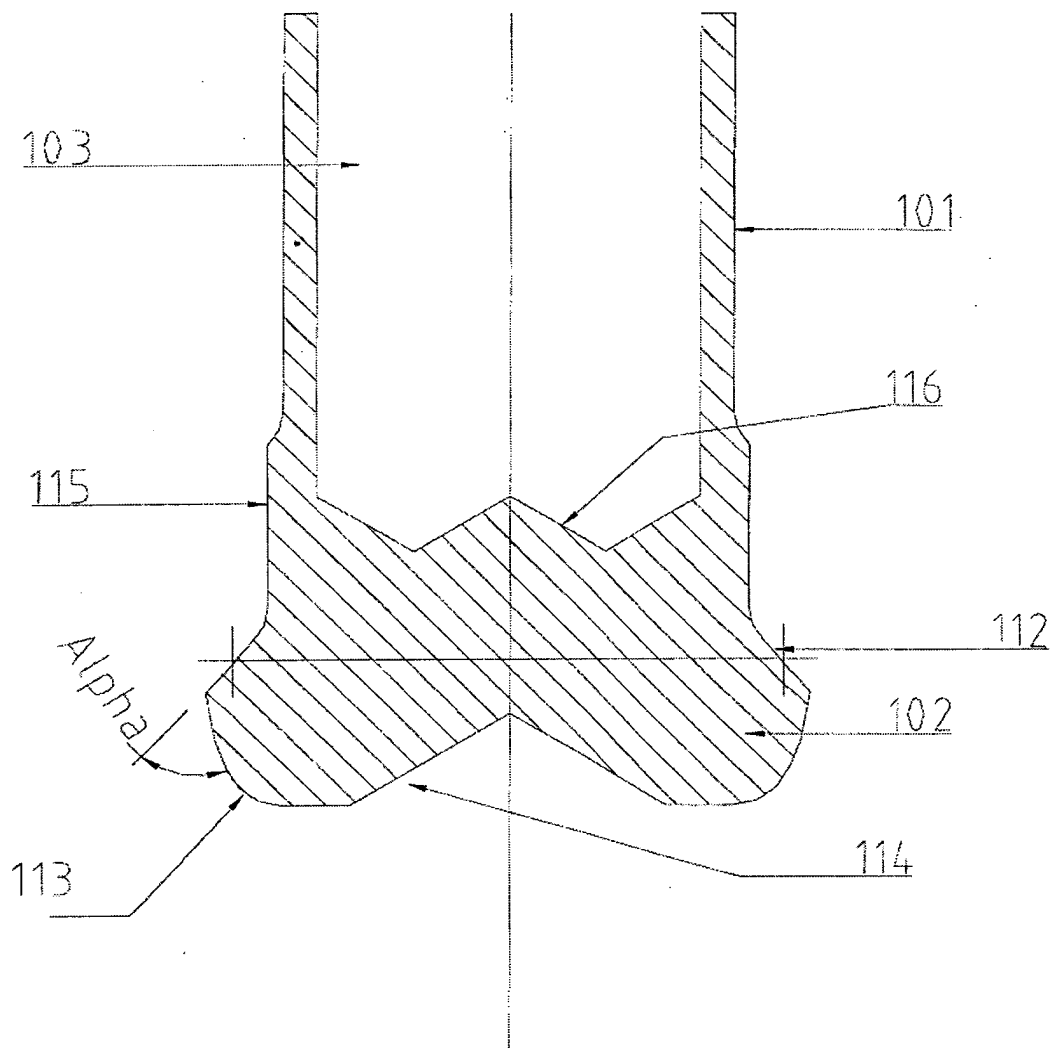


Figure 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 04 30 0185

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,A	FR 2 801 346 A (RENAULT) 25 mai 2001 (2001-05-25) * abrégé; figures *	1-5,7-9, 11,12	F02M69/04 F02M51/06 F02M61/08 F02M61/10
A	US 5 833 142 A (CALEY DAVID JAMES) 10 novembre 1998 (1998-11-10) * colonne 5, ligne 20 - ligne 30; figures *	1-5,7,8, 11,12	
A	US 4 483 485 A (KAMIYA KINGO ET AL) 20 novembre 1984 (1984-11-20) * abrégé; figures *	9	
A	US 4 619 400 A (VAN DER BURGT MAARTEN J) 28 octobre 1986 (1986-10-28) * abrégé; figures *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			F02M
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
MUNICH		8 juillet 2004	Torle, E
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 03.02 (P04C02)

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

EP 04 30 0185

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.

08-07-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2801346	A	25-05-2001	FR	2801346 A1	25-05-2001
			EP	1248904 A1	16-10-2002
			WO	0136813 A1	25-05-2001

US 5833142	A	10-11-1998	AU	696076 B2	03-09-1998
			AU	7454194 A	14-03-1995
			WO	9505537 A1	23-02-1995
			BR	9407309 A	08-10-1996
			CA	2168971 A1	23-02-1995
			CN	1129473 A ,B	21-08-1996
			CZ	9600423 A3	17-07-1996
			EP	0714480 A1	05-06-1996
			JP	3348855 B2	20-11-2002
			JP	9501751 T	18-02-1997
			PL	313034 A1	27-05-1996

US 4483485	A	20-11-1984	DE	3244290 A1	23-06-1983

US 4619400	A	28-10-1986	AU	563245 B2	02-07-1987
			AU	2930384 A	20-12-1984
			CA	1231039 A1	05-01-1988
			DE	3471735 D1	07-07-1988
			EP	0128599 A1	19-12-1984
			JP	60012163 A	22-01-1985
			ZA	8404412 A	30-01-1985

EPO FORM P0460

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