



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
31.01.2007 Bulletin 2007/05

(51) Int Cl.:
F15B 3/00 (2006.01) F02D 15/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06300590.4**

(22) Date de dépôt: **14.06.2006**

(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
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

• **Favennec, Gwennaël**
F-94210 La Varenne Saint Hilaire (FR)
• **Obert, Jacques**
F-92370 Chaville (FR)

(30) Priorité: **27.07.2005 FR 0508007**

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

(74) Mandataire: **Rougemont, Bernard**
Renault Technocentre
Dépt. Propriété Intellectuelle
Sce 00267 TCR GRA 2 36
1, Avenue du Golf
F-78288 Guyancourt Cedex (FR)

(72) Inventeurs:
• **Devaud, Emmanuel**
F-92140 Clamart (FR)

(54) **Dispositif d'amplification de pression pour un actionneur hydraulique situé dans un moteur thermique et moteur incorporant un tel dispositif**

(57) Le dispositif d'amplification de pression (10) pour un actionneur hydraulique situé dans un moteur thermique selon l'invention est remarquable en ce qu'il comporte :

- un vérin à piston différentiel (12) comportant un piston différentiel (18) pouvant coulisser entre des première (22a) et seconde (22b) chambres basse pression, et une première chambre haute pression (28a),
- un distributeur de fluide hydraulique de commande (34) présentant des première et seconde positions de commande commandant sélectivement le remplissage ou le vidage des chambres basse pression (22a, 22b),
- des moyens de couplage mécanique du tiroir de commande (38) et du piston différentiel (18) de manière à commander la commutation de la position du tiroir de commande (38) au moyen du piston différentiel (18).

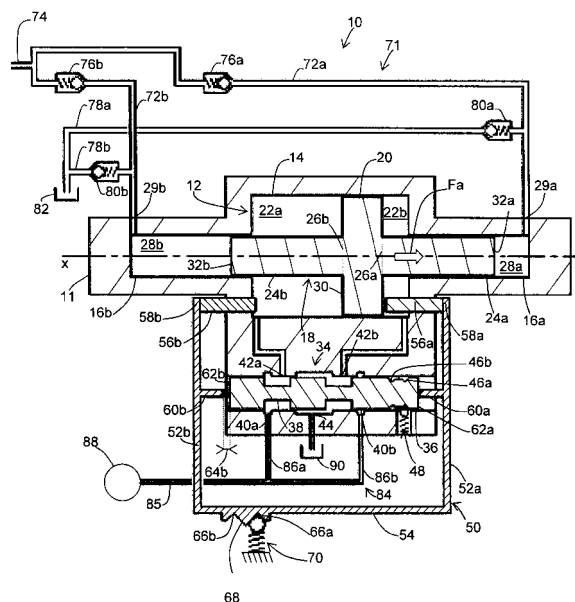


Figure 1

Description

[0001] La présente invention se rapporte à un dispositif d'amplification de pression pour un actionneur hydraulique situé dans un moteur thermique et à un moteur thermique incorporant un tel dispositif.

[0002] Dans un moteur à taux de compression variable ou pour actionner un dispositif de décalage d'un arbre à cames, il est connu de mettre en oeuvre un actionneur hydraulique dans un moteur thermique. Ce type d'actionneurs doit disposer d'un niveau de pression de fluide hydraulique relativement important tout en conservant un encombrement limité.

[0003] Ainsi, on connaît du document EP 1 418 322, un moteur à taux de compression variable dont le dispositif pour régler le taux de compression comprend un arbre de contrôle d'une came, apte à pivoter afin de modifier la position du point mort haut du piston et donc de faire varier le taux de compression du moteur. La rotation de l'arbre de contrôle à la position correspondant aux conditions de fonctionnement du moteur est commandée par un actionneur hydraulique à deux chambres de pression alimentées en fluide hydraulique sous pression par une source de fluide hydraulique sous pression. Enfin, des moyens de contrôle de la pression sont prévus pour contrôler de manière variable la pression du fluide hydraulique fournie à l'actionneur hydraulique en fonction des conditions de fonctionnement du moteur. Plus précisément, l'actionneur hydraulique est actionné au moyen du fluide hydraulique sous pression fournie par une pompe, entraînée par le moteur au moyen d'une courroie couplée à une poulie solidaire du vilebrequin. Une électrovanne commandée par les moyens de contrôle de la pression permet d'alimenter l'une ou l'autre des deux chambres de pression de l'actionneur afin de commander le déplacement de cet actionneur.

[0004] Par ailleurs, le document US 6622672 divulgue un dispositif de contrôle du taux de compression variable pour un moteur à combustion interne comprenant une pompe hydraulique d'accessoire entraînée par le moteur et un système d'accumulateur de fluide hydraulique à deux chambres séparées par un piston mobile. Une première chambre est alimentée en fluide hydraulique haute pression par une pompe d'accessoires entraînée par le moteur. Une deuxième chambre est alimentée en fluide hydraulique basse pression par une pompe de lubrification du moteur. Le fluide hydraulique basse pression est comprimé dans le système d'accumulateur de fluide hydraulique au moyen du fluide hydraulique haute pression contenu dans la première chambre et alimente un actionneur hydraulique via une valve de déchargement, contrôlée par un module de contrôle de l'actionneur permettant de régler le débit de fluide hydraulique au travers de la valve de déchargement.

[0005] Bien que les deux dispositifs décrits permettent de fournir du fluide hydraulique haute pression à un actionneur hydraulique situé dans un moteur thermique, ceux-ci présentent l'inconvénient que la haute pression du fluide hydraulique est, chaque fois, fournie par une pompe hydraulique entraînée par le moteur thermique. Or, la pompe doit être dimensionnée de manière à fournir suffisamment de débit de fluide hydraulique, déjà à bas régime moteur. A haut régime moteur, la pompe se trouve alors en excès de débit, cet excès de débit correspondant à une énergie perdue. Ainsi, les dispositifs décrits, mettant en oeuvre des pressions de fluide hydraulique importantes, présentent des rendements énergétiques qui ne sont pas satisfaisants.

[0006] Le but de l'invention est donc de proposer un dispositif d'amplification de pression pour un actionneur hydraulique situé dans un moteur thermique corrigeant les inconvénients susnommés et permettant notamment de minimiser le niveau de pression à la source pour réduire les pertes liées à l'excès de débit tout en assurant un niveau de pression élevé au niveau de l'actionneur hydraulique.

[0007] On atteint ce but de l'invention au moyen d'un dispositif d'amplification de pression pour un actionneur hydraulique situé dans un moteur thermique remarquable en ce qu'il comporte :

- un vérin à piston différentiel comportant un cylindre basse pression, au moins un premier cylindre haute pression dans le prolongement dudit cylindre basse pression, et un piston différentiel comprenant une tête basse pression, pouvant coulisser de manière étanche dans ledit cylindre basse pression et divisant le volume intérieur du cylindre basse pression en des première et seconde chambres basse pression, et une première tête haute pression entraînée par ladite tête basse pression et montée coulissante dans ledit premier cylindre haute pression de manière à délimiter avec ledit premier cylindre haute pression une première chambre haute pression, ladite première chambre haute pression comportant une première entrée de fluide hydraulique basse pression et une première sortie de fluide hydraulique haute pression,
- un distributeur de fluide hydraulique de commande comportant une douille et un tiroir de commande apte à coulisser dans ladite douille entre des première et seconde positions de commande dans lesquelles, ladite première, respectivement seconde, chambre basse pression est en communication de fluide avec une première, respectivement une seconde, entrée de commande du distributeur, la seconde, respectivement première, chambre basse pression étant alors isolée de ladite seconde, respectivement première, entrée de commande du distributeur et en communication de fluide avec une sortie de décharge dudit distributeur,
- des moyens de couplage mécanique dudit tiroir de commande et dudit piston différentiel de manière à commander la commutation de la position dudit tiroir de commande au moyen dudit piston différentiel.

[0008] Comme on le verra plus en détail dans la suite de la description, avantageusement, le dispositif d'amplification de la pression selon l'invention peut être alimenté en fluide hydraulique basse pression et fournir du fluide hydraulique haute pression comprimé au moyen du piston différentiel, indépendamment du moteur thermique.

[0009] De préférence, ledit distributeur comporte des moyens bistables de maintien en position dudit tiroir de commande dans lesdites première et seconde position de commande.

[0010] Avec de tels moyens bistables de maintien en position, on assure, avantageusement, un comportement bistable du tiroir de commande, celui-ci étant stable dans chacune de ses positions de commande, malgré l'action du fluide hydraulique de commande traversant le distributeur.

[0011] De manière préférée, lesdits moyens bistables de maintien en position dudit tiroir de commande comprennent des premier et second renforcements de maintien en position ménagés sur ledit tiroir de commande, et un billage de maintien en position, solidaire de ladite douille et coopérant avec lesdits renforcements de maintien en position.

[0012] On réalise ainsi, de manière avantageuse, le comportement bistable du tiroir de manière mécanique. Le maintien en position du tiroir de commande est ainsi robuste et économique.

[0013] De manière préférée, lesdits moyens de couplage mécanique comportent un support comportant des premier et second doigts de commande pénétrant dans ledit vérin à piston différentiel de manière à être poussés par ledit piston différentiel à l'approche de la première, respectivement de la seconde, position de fin de course dudit piston, et des première et seconde saillies de commande aptes à pousser, sous l'effet du déplacement du premier, respectivement du second, doigt de commande, ledit tiroir de commande de manière à amener ledit tiroir depuis une position de commande jusqu'à l'autre position de commande.

[0014] Ainsi, le piston différentiel commande, au cours de sa course, le déplacement du tiroir depuis sa première position de commande vers sa seconde position de commande et réciproquement.

[0015] De préférence, le dispositif d'amplification de pression selon l'invention comporte en outre des moyens de commutation rapide de la position de commande dudit tiroir.

[0016] Avec de tels moyens de commutation rapide de la position de commande du tiroir, il est possible d'échapper aux éventuels efforts parasites agissant sur le piston différentiel et le tiroir de commande qui pourraient aboutir à un blocage du dispositif.

[0017] De manière préférée, lesdits moyens de commutation rapide comportent une dent ménagée sur ledit support et des moyens d'appui élastiques coopérant avec ladite dent, de manière à ce qu'une translation dudit support sous l'effet du déplacement d'un desdits doigts de commande provoque, durant un temps de charge, une compression desdits moyens d'appui élastiques, ledit support étant ensuite, durant un temps de décharge, poussé par le glissement desdits moyens élastiques sur ladite dent, de manière à pousser ledit tiroir de commande au moyen de ladite première, respectivement seconde, saillie de commande depuis la première, respectivement seconde, position de commande dudit tiroir jusqu'à la seconde, respectivement la première, position de commande dudit tiroir.

[0018] On réalise ainsi, de manière avantageuse, les moyens de commutation rapide sous forme purement mécanique et de manière simple.

[0019] De manière préférée, ladite première, respectivement seconde, saillie de commande étant en contact avec ladite première, respectivement seconde, extrémité dudit tiroir de commande, la seconde, respectivement première, saillie de commande est espacée de ladite seconde, respectivement première, extrémité dudit tiroir de commande au moyen d'un jeu, de manière à ce que, durant ledit temps de charge desdits moyens d'appui élastiques, ledit piston différentiel puisse entraîner ledit support sans déplacer ledit tiroir de commande et à ce que, durant ledit temps de décharge desdits moyens d'appui élastiques, le coulissement dudit support entraîne le coulissement dudit tiroir de commande.

[0020] Ainsi, de manière avantageuse, il est possible de réaliser, avantageusement, une commutation rapide de la position du tiroir de commande, en échappant aux éventuels efforts parasites agissant sur le piston différentiel et le tiroir de commande.

[0021] De préférence, ledit vérin à piston différentiel comporte en outre un second cylindre haute pression réalisé dans le prolongement dudit cylindre basse pression, opposé audit premier cylindre haute pression, et une seconde tête haute pression dans le prolongement de ladite tête basse pression, entraînée par ladite tête basse pression et montée coulissante dans ledit second cylindre haute pression de manière à délimiter avec ledit second cylindre haute pression une seconde chambre haute pression, ladite seconde chambre haute pression comportant une seconde entrée de fluide hydraulique basse pression et une seconde sortie de fluide hydraulique haute pression.

[0022] Ainsi, de manière avantageuse, le piston différentiel comprime du fluide hydraulique au cours de chacun de ses trajets dans le vérin à piston différentiel. On assure ainsi un débit de fluide hydraulique en sortie sensiblement plus important qu'avec une seule chambre haute pression.

[0023] De manière préférée, des première et seconde conduites secondaires de sortie débouchant respectivement dans lesdites première et seconde chambres haute pression, et pourvues d'un premier, respectivement d'un second, clapet d'anti-retour vers les première et seconde chambres haute pression, se rejoignent pour former une conduite principale de sortie.

[0024] On assure de la sorte l'isolation des chambres haute pression où la pression est inférieure à la pression du fluide hydraulique dans la conduite principale de sortie.

[0025] L'invention concerne également un moteur thermique comprenant un actionneur hydraulique et un dispositif d'amplification de pression tel que décrit ci-avant dans toutes ses variantes, remarquable en ce que ledit fluide hydraulique de commande et/ou ledit fluide hydraulique basse pression est de l'huile lubrifiant ledit moteur.

[0026] De la sorte, on évite avantageusement tout problème de compatibilité d'huile dans le moteur thermique.

[0027] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront de la description qui va suivre, présentée uniquement à titre d'exemple illustratif et non limitatif, en regard des figures ci-annexées, sur lesquelles les figures 1 et 2 représentent schématiquement un dispositif d'amplification de pression pour un actionneur hydraulique situé dans un moteur thermique selon l'invention, respectivement dans une première et une deuxième phase de fonctionnement correspondant, respectivement, à une première et une seconde position de commande du tiroir du distributeur.

[0028] Le dispositif d'amplification de pression 10 tel que représenté sur la figure 1 comporte un bâti 11 à l'intérieur duquel on a ménagé un vérin à piston différentiel 12 comportant un cylindre basse pression 14 et des premier 16a et second 16b cylindres haute pression formés dans le prolongement du cylindre basse pression 14, les cylindres haute pression 16a, 16b étant ici, de préférence, réalisés sur des côtés opposés dudit cylindre basse pression 14. Le vérin à piston différentiel 12 comporte également un piston différentiel 18 comprenant une tête de piston basse pression 20 pouvant coulisser de manière étanche dans le cylindre basse pression 14 et divisant le volume intérieur du cylindre basse pression 14 en des première 22a et seconde 22b chambres basse pression. Une première tête de piston haute pression 24a est montée dans le prolongement de la tête de piston basse pression 20, ici, directement sur la première surface frontale 26a (représentée partiellement en pointillés sur les figures) de la tête de piston basse pression 20, de manière à pouvoir coulisser, de manière étanche, dans le premier cylindre haute pression 16a de manière à délimiter avec le premier cylindre basse pression 16a une première chambre haute pression 28a. De manière équivalente, une seconde tête de piston haute pression 24b est montée dans le prolongement de la tête de piston basse pression 20, ici, directement sur la seconde surface frontale 26b (représentée partiellement en pointillés sur les figures) de la tête de piston basse pression 20, de manière à pouvoir coulisser, de manière étanche, dans le second cylindre haute pression 16b de manière à délimiter avec le second cylindre basse pression 16b une seconde chambre haute pression 28b.

[0029] La première chambre haute pression 28a comporte, en l'espèce, un unique premier orifice 29a d'entrée de fluide hydraulique basse pression et de sortie de fluide hydraulique haute pression.

[0030] De même, la seconde chambre haute pression 28b comporte, en l'espèce, un unique second orifice 29b d'entrée de fluide hydraulique basse pression et de sortie de fluide hydraulique haute pression.

[0031] Bien entendu, d'autres modes de réalisation des chambres sont possibles. On peut notamment prévoir des orifices d'entrée de fluide hydraulique basse pression et de sortie de fluide hydraulique haute pression distincts.

[0032] De préférence, comme cela est représenté sur les figures, les chambres basse pression et les chambres haute pression, cylindriques, sont sensiblement coaxiales, ici, d'axe x-x'.

[0033] Il est à noter que la surface frontale utile 30 de la tête de piston basse pression 20 est supérieure à la première surface frontale utile 32a de la première tête de piston haute pression 24a, cette première surface frontale utile 32a étant ici, de préférence, sensiblement égale à la seconde surface frontale utile 32b de la seconde tête de piston haute pression 24b.

[0034] Le dispositif d'amplification de pression 10 comporte également un distributeur 34 de fluide hydraulique de commande, à basse pression, également ménagé à l'intérieur du bâti 11, comportant une douille 36 et un tiroir de commande 38, apte à coulisser dans la douille 36, sensiblement parallèlement à l'axe x-x', entre les première et seconde positions de commande. Le distributeur comporte également des première 40a et seconde 40b entrées de commande, des première 42a et seconde 42b sorties de commande et une sortie de décharge 44. Comme cela est représenté à la figure 1, dans la première position de commande du tiroir 38, la première chambre basse pression 22a est en communication de fluide avec la première entrée de commande 40a du distributeur 34 via la première sortie de commande 42a, tandis que la seconde chambre basse pression 22b est alors isolée de la seconde entrée de commande 40b et en communication de fluide avec la sortie de décharge 44 du distributeur 34 via la seconde sortie de commande 42b. Dans la seconde position de commande du tiroir 38 représentée à la figure 2, la seconde chambre basse pression 22b est en communication de fluide avec la seconde entrée de commande 40b du distributeur 34 via la seconde sortie de commande 42b, tandis que la première chambre basse pression 22a, est alors isolée de la première entrée commande 40a et en communication de fluide avec la sortie de décharge 44 du distributeur 34 via la première sortie de commande 42a.

[0035] Sur le tiroir 38, des premier 46a et second 46b renforcements de maintien en position sont réalisés, en l'espèce sous forme de rainures circulaires, les première et seconde rainures circulaires 46a, 46b coopérant avec un dispositif 48 de bille montée sur un ressort solidaire du bâti 11 formant un billage de maintien en position 48 de manière à maintenir le tiroir 38 dans sa première, respectivement seconde, position de commande. On réalise ainsi des moyens de maintien en position du tiroir de commande 38. Bien entendu, d'autres solutions sont envisageables pour réaliser ces moyens de maintien en position du tiroir de commande 38, ceux-ci permettant au distributeur de fonctionner de manière bistable

et d'échapper ainsi aux efforts parasites pouvant apparaître notamment au niveau du tiroir de commande 38, comme les forces de jet ou les forces dynamiques liées à l'environnement du dispositif 10.

[0036] Le dispositif d'amplification de pression 10 comporte par ailleurs, des moyens de couplage mécanique du tiroir 38 et du piston différentiel 18 de manière à commander la commutation de la position du tiroir 38 au moyen du piston différentiel 18. De préférence, ces moyens de couplage mécanique comportent un support 50, qui, en l'espèce présente une forme de « U », et qui comprend des première 52a et seconde 52b branches latérales et une branche centrale 54, sensiblement parallèle à l'axe x-x', des premier 56a et second 56b doigts de commande étant montés à l'extrémité libre 58a, 58b de la première 52a, respectivement seconde 52b, branche latérale de manière à être sensiblement coaxiaux entre eux et sensiblement parallèles à l'axe x-x'. Ces premier 56a et second 56b doigts de commande pénètrent respectivement dans la première 22a et la seconde 22b chambre basse pression du vérin à piston différentiel 12, de manière à ce que le piston différentiel 18 à l'approche de ses positions de fin de course entraîne, le premier 56a, respectivement le second 56b, doigt de commande lorsque le piston différentiel 18 se déplace dans le sens de la flèche Fa, respectivement dans le sens de la flèche Fb, commandant ainsi le coulisement, sensiblement selon l'axe x-x', du support 50 par rapport au bâti 11.

[0037] Par ailleurs, sur la première branche latérale 52a du support 50, une première saillie de commande 60a est réalisée, sensiblement parallèle à l'axe x-x', de manière à ce que la première saillie de commande 60a puisse coopérer avec une première extrémité 62a du tiroir 38 de manière à pousser ledit tiroir 38 depuis sa première position de commande jusqu'à sa seconde position de commande.

[0038] De même, sur la seconde branche latérale 52b du support 50, une seconde saillie de commande 60b est réalisée, sensiblement parallèle à l'axe x-x', de manière à ce que la seconde saillie de commande 60b puisse coopérer avec une seconde extrémité 62b du tiroir 38 de manière à pousser ledit tiroir 38 depuis sa seconde position de commande jusqu'à sa première position de commande.

[0039] Ainsi, le distributeur 34 est disposé dans l'espace délimité par les branches latérales 52a, 52b et centrale 54 du support 50 et par le vérin à piston différentiel 12.

[0040] Les première 60a et seconde 60b saillies de commande sont réalisées de telle sorte que lorsque la première saillie de commande 60a, respectivement la seconde saillie de commande 60b, est en contact avec la première extrémité 62a du tiroir 38, respectivement la seconde extrémité 62b du tiroir 38, un jeu 64b, respectivement un jeu 64a, sépare la seconde extrémité 62b du tiroir 38 et la seconde saillie de commande 60b, respectivement la première extrémité 62a du tiroir et la première saillie de commande 60a.

[0041] Comme cela est représenté sur les figures, au niveau de la branche centrale 54 du support 50, des premier 66a et second 66b renforcements de commutation sont ménagés, séparés par une dent triangulaire 68, de manière à ce que le premier 66a, respectivement second 66b, renforcement de commutation reçoive une bille d'un billage de commutation 70 dans une première, respectivement seconde, position extrême du support 50 dans laquelle la première saillie de commande 60a, respectivement la seconde saillie de commande 60b, est en appui sur la première extrémité 62a du tiroir 38, respectivement sur la seconde extrémité 62b du tiroir 38, le tiroir 38 se trouvant dans sa première position de commande, respectivement dans sa seconde position de commande. Par billage, on entend un dispositif de bille montée sur un ressort qui, en l'espèce, est solidaire du bâti 11.

[0042] Les renforcements de commutation 66a, 66b peuvent être remplacés, par exemple, par des dispositifs de butée ménagés de chaque côté du bâti 11 pour coopérer avec les branches latérales 52a, 52b du support 50 voire, dans un mode de réalisation moins favorable, supprimés.

[0043] Par ailleurs, le dispositif d'amplification de pression 10 est couplé à un circuit d'évacuation 71 comportant des première 72a et seconde 72b conduites secondaires de sortie, débouchant d'une part, respectivement dans la première chambre basse pression 28a et dans la seconde chambre basse pression 28b, et se rejoignant d'autre part de manière à former une conduite principale de sortie 74.

[0044] Sur la première conduite secondaire de sortie 72a, un premier clapet anti-retour d'évacuation 76a est monté, remplissant la fonction d'anti-retour vers la première chambre haute pression 28a.

[0045] De même, sur la seconde conduite secondaire de sortie 72b, un second clapet anti-retour d'évacuation 76b est monté, remplissant la fonction d'anti-retour vers la seconde chambre haute pression 28b.

[0046] Par ailleurs, une première conduite d'alimentation 78a est piquée sur la première conduite secondaire de sortie 72a, un premier clapet anti-retour d'alimentation 80a étant monté sur cette première conduite d'alimentation 78a de manière à remplir la fonction d'anti-retour vers la source d'alimentation 82.

[0047] De manière similaire, une seconde conduite d'alimentation 78b est piquée sur la seconde conduite secondaire de sortie 72b, un second clapet anti-retour d'alimentation 80b étant monté sur cette seconde conduite d'alimentation 78b de manière à remplir la fonction d'anti-retour vers la source d'alimentation 82.

[0048] De préférence, la source d'alimentation 82 en fluide hydraulique à basse pression pour les chambres haute pression 28a, 28b peut être constitué par :

- la source de fluide hydraulique du circuit de lubrification du moteur thermique ;

- la source d'alimentation en fluide hydraulique de commande des chambres basse pression 22a, 22b.

[0049] Avec cette dernière solution, il est possible d'augmenter sensiblement le débit du fluide hydraulique en sortie des chambres haute pression par rapport à la solution consistant à alimenter les chambres haute pression avec la source de fluide hydraulique du circuit de lubrification du moteur thermique. Cependant, cette solution nécessite également d'augmenter le débit de fluide hydraulique prélevé du circuit de lubrification du moteur.

[0050] Enfin, le dispositif d'amplification de pression 10 est couplé à un circuit primaire 84 comportant une conduite principale d'entrée 85 se divisant en amont du distributeur 34 en des première 86a et seconde 86b conduite secondaire d'entrée débouchant au niveau de la première 40a, respectivement de la seconde 40b, entrée de commande du distributeur 34.

[0051] Le fonctionnement et les avantages du dispositif d'amplification de pression 10 qui vient d'être décrit, résultent directement de la description qui précède.

[0052] Dans l'exemple présenté ci-après, le circuit de lubrification du moteur remplit la fonction de source de fluide hydraulique de commande 88, la sortie de décharge 44 débouchant alors, de préférence, dans le réservoir 90 de fluide hydraulique du circuit de lubrification du moteur.

[0053] La mise en oeuvre du circuit de lubrification du moteur en tant que source de fluide hydraulique de commande, permet, avantageusement, d'avoir un débit de la source relativement important.

[0054] Sur la figure 1, le tiroir 38 du distributeur 34 est dans sa première position de commande.

[0055] Dans cette première position de commande du tiroir 38, la première chambre basse pression 22a peut se remplir de fluide hydraulique de commande. Dans ces conditions, et tant qu'aucun débit n'est débité en sortie du dispositif d'amplification de la pression, la pression du fluide hydraulique dans la première chambre haute pression 28a augmente afin d'assurer l'équilibre du piston différentiel 18. Dans cette situation d'équilibre du piston différentiel 18 et en négligeant les contre-efforts du fait de la présence de fluide hydraulique dans la seconde chambre haute pression 28b et dans la seconde chambre basse pression 22b, qui est en communication de fluide avec la sortie de décharge 44 du distributeur 34, la pression maximale dans la première chambre haute pression 28a vaut sensiblement :

$$P_{HP_max} = P_{com} \cdot \frac{S}{s} \quad (E1)$$

où :

- P_{HP_max} représente la pression maximale dans la première chambre haute pression 28a,
- P_{com} la pression du fluide hydraulique de commande dans la première chambre basse pression 22a,
- S la surface frontale utile 30 de la tête de piston basse pression 20, et
- s la surface frontale utile 32a de la première tête de piston haute pression 24a.

[0056] Ainsi, la pression maximale dans la première chambre haute pression 28a est directement lié au vérin à piston différentiel 12 et plus particulièrement au rapport entre la surface frontale utile 30 de la tête de piston basse pression 20 et la surface frontale utile 32a de la première tête de piston haute pression 24a.

[0057] Cependant, tant qu'aucun débit n'apparaît dans la conduite principale de sortie 74, c'est-à-dire tant que l'actionneur hydraulique (non représenté) ne consomme pas de fluide hydraulique haute pression et que donc il n'est pas actionné, le piston différentiel 18 est immobilisé du fait de l'augmentation de la pression dans première chambre haute pression 28a et le dispositif d'amplification de pression 10 ne consomme par conséquent aucune énergie.

[0058] Lorsque un débit apparaît dans la conduite principale de sortie 74, c'est-à-dire lorsque l'actionneur hydraulique consomme du fluide hydraulique, une légère chute de pression dans la première chambre haute pression 28a apparaît, ce qui, sous l'effet de la pression dans la première chambre basse pression 22a, engendre le déplacement du piston différentiel 18 vers la droite de la figure 1, comme cela est indiqué par la flèche Fa sur cette figure 1, ce mouvement du piston différentiel 18 tendant à maintenir la pression P_{HP_max} dans la première chambre haute pression 28a, tandis que la seconde chambre basse pression 22b se vide.

[0059] Le déplacement du piston différentiel 18 engendre une dépression dans la seconde chambre haute pression 28b, ce qui provoque l'ouverture du second clapet anti-retour d'alimentation 80b et l'aspiration du fluide hydraulique depuis la source d'alimentation 82 en fluide hydraulique pour les chambres haute pression 28a, 28b, lorsque la pression dans la seconde chambre haute pression 28b devient inférieure à la pression de la source d'alimentation 82. La seconde chambre hydraulique haute pression 28b se remplit donc sensiblement en même temps que la première chambre hydraulique basse pression 28a se vide. On peut noter que l'alimentation de la chambre haute pression 28b est facilitée si la source d'alimentation 82 est sous pression.

[0060] A l'approche de la position de fin de course du piston différentiel 18 dans la direction de la flèche Fa, le piston différentiel 18 entre en contact avec le premier doigt de commande 56a puis l'entraîne vers la droite de la figure 1. Le doigt de commande 56a étant monté rigidement sur le support 50, son déplacement provoque la translation, selon l'axe x-x', vers la droite de la figure 1, du support 50. Pendant un premier temps de cette translation, dit « temps de charge », la bille du billage 70 sort du premier renforcement de commutation 66a et le billage 70 est comprimé par glissement de la bille sur une première face de la dent 68. Durant ce temps de charge du billage de commutation 70, le tiroir 38 du distributeur 34 reste immobile grâce au jeu 64b qui empêche la seconde saillie de commande 60b du support 50 d'entraîner le tiroir 34 vers la droite de la figure 1. Le billage de commutation 70 est dimensionné de telle sorte qu'à partir du moment où ce billage de commutation 70 passe dans un temps de décharge, atteint lorsque la bille du billage 70 dépasse la pointe de la dent 68, point à partir duquel ce billage de commutation 70 se détend pour faire rentrer la bille du billage 70 dans le second renforcement de commutation 66b, l'énergie restituée par ce billage de commutation 70 est suffisante pour vaincre le billage de maintien en position 48 du tiroir de commande 38 du distributeur 34.

[0061] Grâce au billage de commutation 70, associé au jeu 64, le tiroir de commande a un fonctionnement bistable, échappant à d'éventuels équilibres de pression au niveau du piston différentiel 18 qui auraient pour effet de bloquer le mouvement du piston différentiel 18 et donc également le tiroir de commande 38.

[0062] Ainsi, le tiroir 38 du distributeur 34 atteint sa seconde position de commande représentée sur la figure 2, poussé par la seconde saillie de commande 60b jusqu'à ce que le billage de maintien en position 48 pénètre dans le second renforcement de maintien en position 44b.

[0063] Lors de cette commutation de la position de commande du tiroir de commande 38, la première entrée de commande 40a du distributeur 34 est obturée, tandis que la seconde entrée de commande 40b du distributeur 34 est mise en communication de fluide avec la seconde sortie de commande 42b du distributeur 34 et que la seconde sortie de commande 42a du distributeur 34 est mise en communication de fluide avec la sortie de décharge 44 du distributeur. On coupe ainsi l'alimentation de la première chambre basse pression 22a, on alimente au contraire la seconde chambre basse pression 22b et on permet l'évacuation du fluide hydraulique de commande contenu dans la première chambre basse pression 22a.

[0064] Sous l'effet de cette nouvelle configuration correspondant à la seconde position de commande du tiroir de commande 38, le mouvement du piston différentiel 18 est inversé, le piston différentiel 18 se déplaçant alors vers la gauche de la figure 2, comme cela est indiqué par la flèche Fb sur cette figure 2.

[0065] Le déplacement du piston différentiel 18 dans la direction de la flèche Fb engendre une dépression dans la première chambre haute pression 28a, ce qui provoque l'ouverture du premier clapet anti-retour d'alimentation 80a et l'aspiration du fluide hydraulique basse pression depuis la source d'alimentation 82, lorsque la pression dans la première chambre haute pression 28a devient inférieure à la pression de la source d'alimentation 82. La première chambre hydraulique haute pression 28a se remplit donc sensiblement en même temps que la seconde chambre hydraulique basse pression 28b se vide.

[0066] A l'approche de la position de fin de course du piston différentiel 18 dans la direction de la flèche Fb, le piston différentiel 18 entre en contact avec le second doigt de commande 56b puis l'entraîne vers la gauche de la figure 2. Le second doigt de commande 56b étant monté rigidement sur le support 50, son déplacement provoque la translation, selon l'axe x-x', vers la gauche de la figure 2, du support 50. Pendant un temps de charge au cours de cette translation, la bille du billage 70 sort du second renforcement de commutation 66b et le billage 70 est comprimé par glissement de la bille sur la seconde face de la dent 68. Durant ce temps de charge du billage de commutation 70, le tiroir 38 du distributeur 34 reste immobile grâce au jeu 64a qui empêche la première saillie de commande 60a du support 50 d'entraîner le tiroir 34 vers la gauche de la figure 2. Le billage de commutation 70, dimensionné de telle sorte que l'énergie restituée par ce billage de commutation 70 durant le temps de décharge soit suffisante pour vaincre le billage de maintien en position 48 du tiroir de commande 38 du distributeur 34, ramène le tiroir 38 du distributeur 34 dans sa première position de commande.

[0067] Dès lors, tant qu'il y a un débit de fluide hydraulique dans la conduite principale de sortie 74, c'est-à-dire tant que l'actionneur hydraulique consomme du fluide hydraulique ou tant que la pression dans la conduite principale de sortie 74 est inférieure à la pression P_{HP_max} , le piston différentiel 18 effectue des allers-retours dans le vérin à piston différentiel 12.

[0068] Il est à noter que le dispositif selon l'invention peut être réalisé de manière uniquement mécanique et hydraulique, c'est-à-dire qu'il ne comporte par exemple aucun élément électronique, ce qui facilite son intégration dans le moteur.

[0069] Il est remarquable que l'alimentation des chambres haute pression prélève uniquement l'énergie utile pour la mise en oeuvre de l'actionneur hydraulique et compenser les fuites éventuelles.

[0070] Par ailleurs, le dispositif d'amplification de pression selon l'invention fournit, au rendement près, l'énergie qu'il reçoit. La pression étant amplifiée, le débit restitué est plus faible que le débit prélevé. De plus, le débit prélevé n'est généralement pas constant mais dépend au contraire du régime moteur. Pour palier à ces contraintes, le dispositif d'amplification de pression selon l'invention peut alimenter un actionneur hydraulique au travers d'un accumulateur hydraulique. Cet accumulateur doit avoir la capacité de fournir le débit nécessaire pour un actionnement complet de

l'actionneur hydraulique garantissant ainsi un temps de réponse optimal de l'actionneur.

[0071] L'invention ne se réduit pas au seul exemple de mode de réalisation décrit ici à titre d'exemple illustratif et non limitatif et de nombreux modes de réalisation sont possibles sans sortir du cadre de l'invention.

[0072] On peut par exemple envisager un dispositif ne comprenant qu'une chambre haute pression au lieu de deux chambres haute pression comme cela a été présenté ci-avant, ou un dispositif où les têtes haute pression et la tête basse pression ne seraient pas coaxiales ou encore un dispositif où les têtes haute pression ne seraient pas réalisées directement sur la tête basse pression mais uniquement couplées à cette tête basse pression (via un arbre par exemple).

[0073] On peut également envisager que le billage de commutation soit solidaire du support et que les renforcements de commutation et la dent qui coopèrent avec ce billage soient alors solidaires du bâti. Par ailleurs, cette dent peut avoir une forme moins régulière que la forme d'un triangle. De préférence, cette dent présente un sommet en pointe. De préférence encore, cette dent est sensiblement symétrique. Le dispositif de billage de commutation, c'est-à-dire le dispositif comportant une bille montée sur un ressort, peut également être remplacé par tout moyen d'appui élastique apte à coopérer avec les renforcements de commutation et la dent, comme, à titre d'exemple illustratif et non limitatif, une languette métallique élastique.

[0074] De même, on peut concevoir un dispositif d'amplification de pression où le billage de maintien en position du tiroir est solidaire du tiroir de commande et où les renforcements de maintien en position sont réalisés à l'intérieur de la douille du distributeur. Là encore, le billage de maintien en position peut être remplacé par tout moyen bistable de maintien en position, comme, à titre d'exemple illustratif et non limitatif, une lame métallique élastique.

[0075] De plus, le distributeur peut également comporter deux sorties de décharge, chacune des sorties de décharge étant apte à être mise en communication de fluide avec une des chambres basse pression du vérin à piston différentiel.

[0076] Enfin, il est noté que les applications pour un tel dispositif d'amplification de pression sont nombreuses. En effet, le dispositif d'amplification de pression selon l'invention peut être mis en oeuvre avec tout type d'actionneur hydraulique, notamment les actionneurs hydrauliques disposés à l'intérieur d'un moteur thermique, comme, à titre d'exemple illustratif et non limitatif, un actionneur hydraulique de contrôle de la course d'un piston dans un moteur à taux de compression variable.

Revendications

1. Dispositif d'amplification de pression (10) pour un actionneur hydraulique situé dans un moteur thermique **caractérisé en ce qu'il** comporte :

- un vérin à piston différentiel (12) comportant un cylindre basse pression (14), au moins un premier cylindre haute pression (16a) dans le prolongement dudit cylindre basse pression (14), et un piston différentiel (18) comprenant une tête basse pression (20), pouvant coulisser de manière étanche dans ledit cylindre basse pression (14) et divisant le volume intérieur du cylindre basse pression (14) en des première (22a) et seconde (22b) chambres basse pression, et une première tête haute pression (24a) entraînée par ladite tête basse pression (20) et montée coulissante dans ledit premier cylindre haute pression (24a) de manière à délimiter avec ledit premier cylindre haute pression (16a) une première chambre haute pression (28a), ladite première chambre haute pression comportant une première entrée de fluide hydraulique basse pression (29a) et une première sortie de fluide hydraulique haute pression (29a),

- un distributeur (34) de fluide hydraulique de commande comportant une douille (36) et un tiroir de commande (38) apte à coulisser dans ladite douille (36) entre des première et seconde positions de commande dans lesquelles, ladite première (22a), respectivement seconde (22b), chambre basse pression est en communication de fluide avec une première (40a), respectivement une seconde (40b), entrée de commande du distributeur (34), la seconde (22b), respectivement première (22a), chambre basse pression étant alors isolée de ladite seconde (40b), respectivement première (40a), entrée de commande du distributeur (34) et en communication de fluide avec une sortie de décharge (44) dudit distributeur (34),

- des moyens de couplage mécanique dudit tiroir de commande (38) et dudit piston différentiel (18) de manière à commander la commutation de la position dudit tiroir de commande (38) au moyen dudit piston différentiel (18).

2. Dispositif d'amplification de pression (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit distributeur (34) comporte des moyens bistables de maintien en position dudit tiroir de commande (38) dans lesdites première et seconde position de commande.

3. Dispositif d'amplification de pression (10) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** lesdits moyens bistables de maintien en position dudit tiroir de commande (38) comprennent des premier (46a) et second (46b) renforcements de maintien en position ménagés sur ledit tiroir de commande (38), et un billage de maintien en position (48),

solidaire de ladite douille (36) et coopérant avec lesdits renforcements de maintien en position (46a, 46b).

4. Dispositif d'amplification de pression (10) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de couplage mécanique comportent un support (54) comportant des premier (56a) et second (56b) doigts de commande pénétrant dans ledit vérin à piston différentiel (12) de manière à être poussés par ledit piston différentiel (18) à l'approche de la première, respectivement de la seconde, position de fin de course dudit piston (18), et des première (60a) et seconde (60b) saillies de commande aptes à pousser, sous l'effet du déplacement du premier (56a), respectivement du second (56b), doigt de commande, ledit tiroir de commande (38) de manière à amener ledit tiroir (38) depuis une position de commande jusqu'à l'autre position de commande.
5. Dispositif d'amplification de pression (10) selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre des moyens de commutation rapide de la position de commande dudit tiroir (34).
6. Dispositif d'amplification de pression selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de commutation rapide comportent une dent (68) ménagée sur ledit support (54) et des moyens d'appui élastiques (70) coopérant avec ladite dent (68), de manière à ce qu'une translation dudit support (54) sous l'effet du déplacement d'un desdits doigts de commande (56a, 56b) provoque, durant un temps de charge, une compression desdits moyens d'appui élastiques (70), ledit support (54) étant ensuite, durant un temps de décharge, poussé par le glissement desdits moyens élastiques (70) sur ladite dent (68), de manière à pousser ledit tiroir de commande (38) au moyen de ladite première (60a), respectivement seconde (60b), saillie de commande depuis la première, respectivement seconde, position de commande dudit tiroir (38) jusqu'à la seconde, respectivement la première, position de commande dudit tiroir (38).
7. Dispositif d'amplification de pression (10) selon la revendications 6, **caractérisé en ce que**, ladite première (60a), respectivement seconde (60b), saillie de commande étant en contact avec ladite première (62a), respectivement seconde (62b), extrémité dudit tiroir de commande (38), la seconde (60b), respectivement première (60a), saillie de commande est espacée de ladite seconde (62b), respectivement première (62a), extrémité dudit tiroir de commande (38) au moyen d'un jeu (64a, 64b), de manière à ce que, durant ledit temps de charge desdits moyens d'appui élastiques (70), ledit piston différentiel (18) puisse entraîner ledit support (50) sans déplacer ledit tiroir de commande (38) et à ce que, durant ledit temps de décharge desdits moyens d'appui élastiques (70), le coulisement dudit support (50) entraîne le coulisement dudit tiroir de commande (38).
8. Dispositif d'amplification de pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit vérin à piston différentiel (12) comporte en outre un second cylindre haute pression (16b) réalisé dans le prolongement dudit cylindre basse pression (14), opposé audit premier cylindre haute pression (16a), et une seconde tête haute pression (24b) dans le prolongement de ladite tête basse pression (20), entraînée par ladite tête basse pression (20) et montée coulissante dans ledit second cylindre haute pression (16b) de manière à délimiter avec ledit second cylindre haute pression (16b) une seconde chambre haute pression (28b), ladite seconde chambre haute pression (28b) comportant une seconde entrée de fluide hydraulique basse pression (29b) et une seconde sortie de fluide hydraulique haute pression (29b).
9. Dispositif d'amplification de pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des première (72a) et seconde (72b) conduites secondaires de sortie débouchant respectivement dans lesdites première (28a) et seconde (28b) chambres haute pression, et pourvues d'un premier (76a), respectivement d'un second (76b), clapet d'anti-retour vers les première (28a) et seconde (28b) chambres haute pression, se rejoignent pour former une conduite principale de sortie (74).
10. Moteur thermique comprenant un actionneur hydraulique et un dispositif d'amplification de pression (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit fluide hydraulique de commande et/ou ledit fluide hydraulique basse pression est de l'huile lubrifiant ledit moteur.

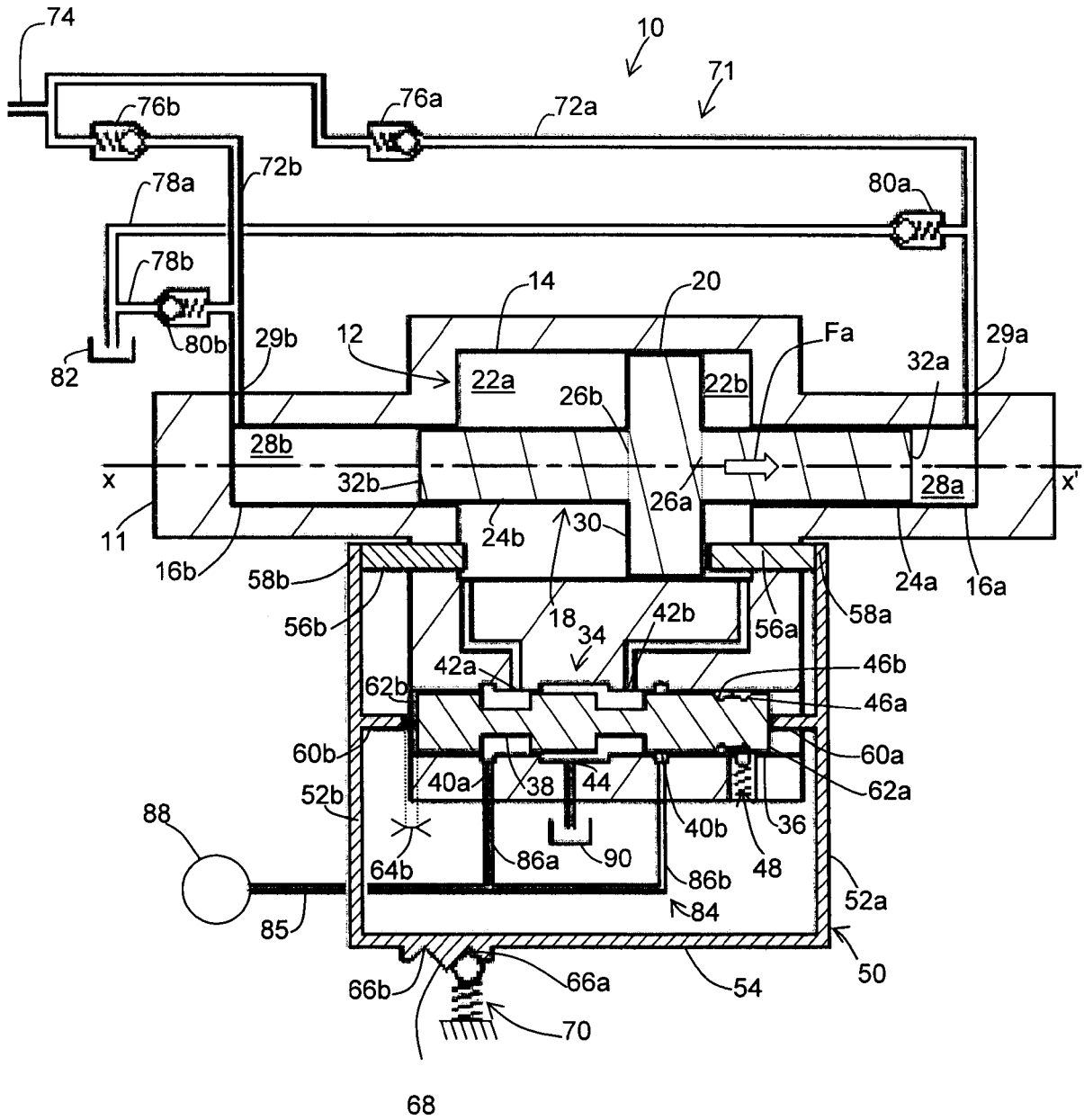


Figure 1

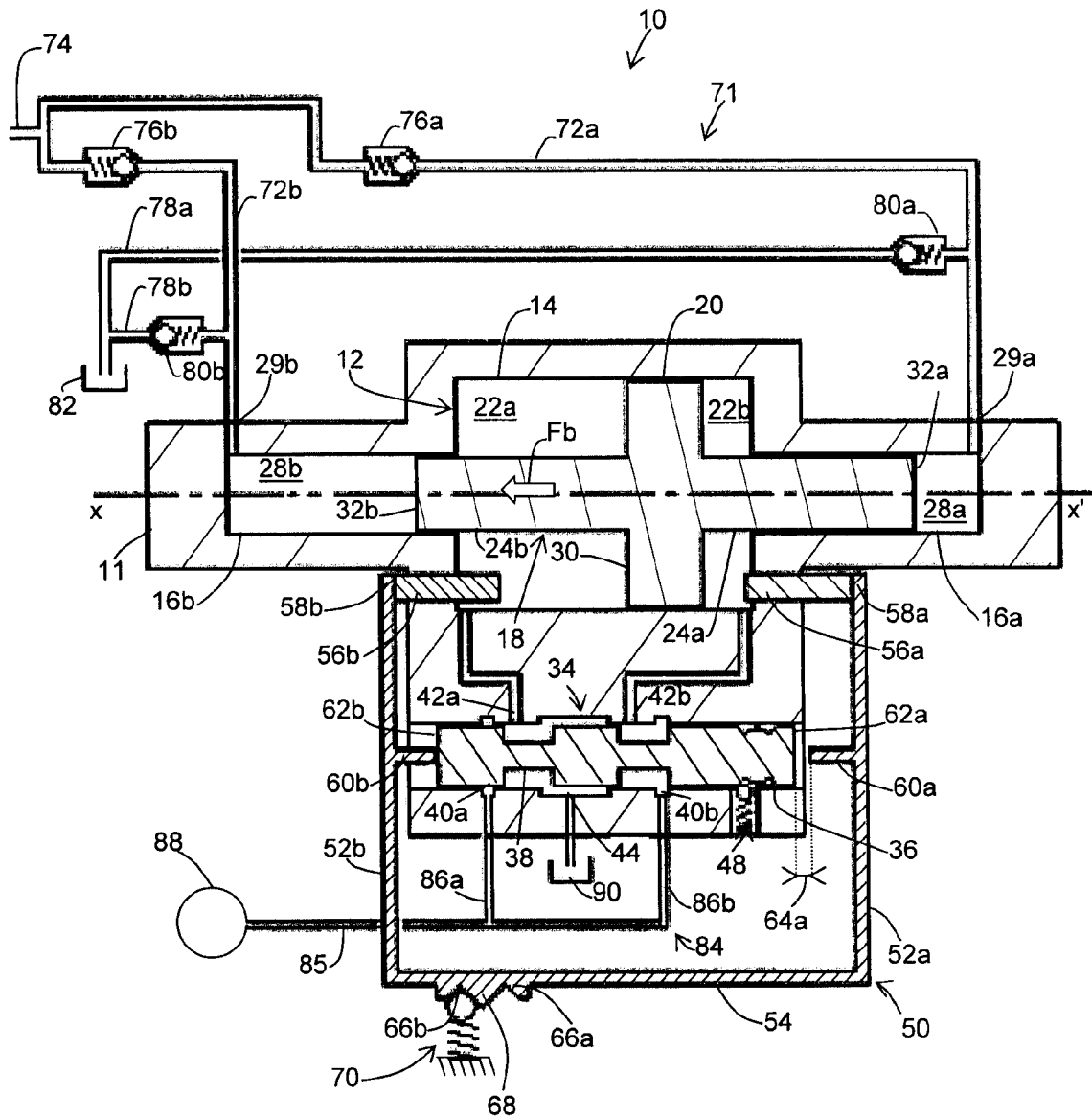


Figure 2



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	AU 694 860 B2 (DEN NORSKE STATS OLJESELSKAP A.S) 30 juillet 1998 (1998-07-30) * page 5, ligne 13-38; figure 3 *	1,4,5	INV. F15B3/00 F02D15/02
Y		2,3	
A		6,7	
X	----- US 4 780 064 A (OLSEN ET AL) 25 octobre 1988 (1988-10-25) * colonne 4, ligne 49 - colonne 10, ligne 40; figures 2-5c *	1,8-10	
A		6,7	
X	----- EP 1 548 283 A (MICRO MECHATRONIC TECHNOLOGIES AG) 29 juin 2005 (2005-06-29) * alinéas [0007] - [0012]; figures 1-3 *	1	
A	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 205 (M-603), 3 juillet 1987 (1987-07-03) & JP 62 024001 A (FUKUSHIMA SEISAKUSHO:KK), 2 février 1987 (1987-02-02) * abrégé *	1	
Y		2,3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F15B F04B F02D
A	----- DE 298 04 629 U1 (SEDLMAIR, CHRISTIAN, 85244 ROEHMOOS, DE) 2 juillet 1998 (1998-07-02) * page 5, alinéa 5 - page 6, alinéa 1; figure 2 *	1-3	
A	----- DE 16 53 474 A1 (PAUL HAMMELMANN MASCHINENFABRIK; PAUL HAMMELMANN MASCHINENFABRIK, 4740) 9 mars 1972 (1972-03-09) * page 4, alinéa 5 - page 6, alinéa 2; figures 2,3 *	1-5	
	----- -/-		
3 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 3 novembre 2006	Examineur Busto, Mario
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	



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 2 349 150 A (FALASCONI ALBERTO) 16 mai 1944 (1944-05-16) * le document en entier *	1-4	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 décembre 2003 (2003-12-05) & JP 2004 251380 A (HIGH FREQUENCY HEATTREAT CO LTD; NETUREN HYMEC CO LTD), 9 septembre 2004 (2004-09-09) * abrégé *	1	
A	US 5 094 596 A (ERWIN ET AL) 10 mars 1992 (1992-03-10) * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 3 novembre 2006	Examineur Busto, Mario
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			

 3
EPO FORM 1503 03-82 (P04C02)

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

EP 06 30 0590

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.

03-11-2006

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
AU 694860	B2	30-07-1998	AU 5290396 A	16-10-1996
			BR 9607910 A	09-06-1998
			CA 2216556 A1	03-10-1996
			EP 0815338 A1	07-01-1998
			NO 951272 A	01-10-1996
			WO 9630618 A1	03-10-1996
			US 5984026 A	16-11-1999

US 4780064	A	25-10-1988	CN 87100647 A	26-08-1987
			EP 0234798 A2	02-09-1987
			JP 62261678 A	13-11-1987

EP 1548283	A	29-06-2005	DE 10360806 A1	28-07-2005

JP 62024001	A	02-02-1987	AUCUN	

DE 29804629	U1	02-07-1998	AUCUN	

DE 1653474	A1	09-03-1972	AUCUN	

US 2349150	A	16-05-1944	AUCUN	

JP 2004251380	A	09-09-2004	AUCUN	

US 5094596	A	10-03-1992	CA 2042891 A1	02-12-1991

EPO FORM P0460

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

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

- EP 1418322 A [0003]
- US 6622672 B [0004]