



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
21.11.2001 Bulletin 2001/47

(51) Int Cl.7: **F23K 5/14, F23K 5/00,**
F16K 31/06

(21) Numéro de dépôt: **01401245.4**

(22) Date de dépôt: **15.05.2001**

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

(30) Priorité: **17.05.2000 FR 0006311**

(71) Demandeur: **Safmatic**
79201 Parthenay Cedex (FR)

(72) Inventeurs:
• **Lemoine, Olivier**
Parthenay Cedex (FR)

• **Jarry, Luc**
Parthenay Cedex (FR)
• **Gresser, Dominique**
Parthenay Cedex (FR)
• **Boutet, Christian**
Parthenay Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Vesin, Jacques**
L'Air Liquide
Service des Relations Industrielles
75, quai d'Orsay
75321 Paris Cédex 07 (FR)

(54) **Vanne commandable notamment pour délivrer un débit pulsé de fluide**

(57) L'invention concerne une vanne commandable notamment pour délivrer un débit pulsé de fluide.

Elle comprend un corps de vanne (10) ; un siège de clapet (12) séparant l'intérieur du corps en une chambre d'entrée (14) et une chambre de sortie (16) ; un obturateur de clapet (22) mobile ; un actionneur (24) comportant une partie fixe de commande (26) pour recevoir des signaux de commande et une partie mobile (28) ; des premiers moyens rigides (30) de liaison pour relier ladite partie mobile de l'actionneur (28) audit obturateur (22) ; une butée mécanique (40') ; un organe compressible (38) sous l'effet d'une force qui lui est appliquée comprenant une première extrémité solidaire de ladite butée mécanique ; et des deuxièmes moyens rigides (36') pour relier cinématiquement une des faces dudit obturateur (22b) à la deuxième extrémité dudit organe compressible (38).

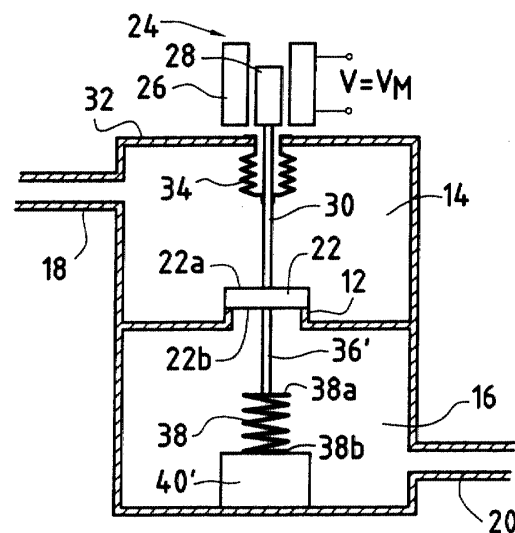


FIG.3A

Description

[0001] La présente invention a pour objet une vanne et notamment une vanne qui peut être commandée pour délivrer à sa sortie un débit pulsé de gaz.

[0002] Par débit pulsé, il faut entendre que ce débit est alternativement à un niveau élevé et à un niveau bas pendant des périodes prédéterminées et résultant de l'application d'un signal de commande en général en créneaux.

[0003] Des vannes susceptibles d'être commandées pour fournir à leur sortie un débit pulsé peuvent trouver de nombreuses applications et notamment dans des installations d'alimentation pulsée de brûleurs du type oxycombustible. Une telle installation est notamment décrite dans le document EP 524 880.

[0004] Comme cela est indiqué dans ce document, il a en effet été mis en évidence que, si on alimentait un brûleur à l'aide d'un débit pulsé au moins soit en carburant, soit en comburant, on pouvait obtenir une réduction très significative de la teneur en oxyde d'azote dans les fumées résiduelles du brûleur. Selon les installations, une vanne peut être placée sur l'alimentation en carburant, notamment en gaz naturel ou sur la conduite d'alimentation en comburant, typiquement de l'oxygène, ou sur ces deux conduites. Comme cela est également décrit dans le document mentionné ci-dessus, la fréquence de pulsation est de préférence inférieure à 1 Hz. En outre, pour obtenir un effet significatif de la diminution des oxydes d'azote produits, il est nécessaire que le débit ou la pression de gaz pulsé présente une forme aussi proche que possible de créneaux correspondant aux signaux de commande de la vanne ou des vannes utilisées.

[0005] De telles vannes peuvent également être utilisées pour l'alimentation de brûleurs avec de l'air comme comburant.

[0006] Sur les figures annexées 1a et 1b, on a représenté un exemple de signal de commande S de l'électrovanne en fonction du temps et la courbe de pression P du gaz délivré à la sortie de la vanne recevant ce signal de commande. Sur la figure 1a, on a représenté le signal de commande S qui présente un premier niveau haut pendant des périodes T_1 , dit niveau ouvert, et un niveau bas pendant des périodes T_2 , dit niveau fermé. Le plus souvent, les périodes T_1 et T_2 sont égales. Sur la figure 1b, on a représenté la pression du gaz à la sortie de la vanne en relation temporelle avec le signal de commande S. On a appelé C le niveau de pression correspondant au signal de commande fermé et Q la différence de pression entre les signaux d'ouverture et de fermeture. On voit sur cette figure que, durant les périodes correspondant à l'application du signal d'ouverture, la pression n'a pas rigoureusement la forme d'un créneau mais présente un front de montée incliné F1, un front de descente F2 également incliné et, durant l'application du signal d'ouverture, la pression n'est pas constante. Comme on l'a indiqué, il est souhaitable que

la forme des créneaux de pression soit aussi rectangulaire que possible.

[0007] Un autre problème pour la fourniture de débit pulsé réside dans le fait que ces vannes sont utilisées et commandées un très grand nombre de fois durant la période de fonctionnement du brûleur. Il est donc nécessaire que non seulement la vanne permette de se rapprocher de la forme d'un créneau parfait, mais il est également nécessaire que celle-ci présente une très bonne répétitivité de la pression d'ouverture et de la pression de fermeture du fluide délivré dans le temps.

[0008] On a déjà proposé pour résoudre ce problème une vanne notamment décrite dans le brevet américain US 5 222 713. L'élément de commande du débit de cette vanne est constitué par une pièce dont la périphérie est déformable permettant ainsi, selon la contrainte qui lui est appliquée, de permettre le passage du fluide ou d'interrompre celui-ci. L'actionneur permettant la déformation pulsée de ce composant est, par exemple, un élément piézorésistif commandé électriquement en fonction de la fréquence de pulsation souhaitée. Cependant, il apparaît que la déformation de l'élément constituant l'obturateur de la vanne s'altère au fur et à mesure de l'utilisation et qu'il est relativement peu répétitif d'une vanne à une autre, notamment en ce qui concerne les débits correspondant respectivement à l'ouverture et à la fermeture.

[0009] Un objet de la présente invention est de fournir une vanne commandable, notamment pour délivrer un débit pulsé, qui présente une courbe de sortie en débit ou en pression sensiblement en forme de créneaux rectangulaires et qui, par ailleurs, présente des caractères suffisants de répétitivité notamment en ce qui concerne le débit ou la pression fourni dans l'état ouvert et dans l'état fermé.

[0010] Pour atteindre ce but selon l'invention, la vanne commandable, notamment pour délivrer un débit pulsé de fluide, comprend :

- un corps de vanne ;
- un siège de clapet séparant l'intérieur du corps de vanne en une chambre d'entrée de fluide et chambre de sortie ;
- un obturateur de clapet mobile selon une direction de déplacement pour coopérer avec le siège de clapet ;
- un actionneur comportant une partie fixe de commande pour recevoir des signaux de commande et une partie mobile, ladite partie fixe appliquant à la partie mobile une force correspondant au signal de commande ;
- des premiers moyens rigides de liaison s'étendant selon la direction de déplacement pour relier ladite partie mobile de l'actionneur audit obturateur de clapet ;
- une butée mécanique ;
- un organe compressible sous l'effet d'une force qui lui est appliquée comprenant une première extré-

- mité solidaire de ladite butée mécanique ; et
- des deuxièmes moyens rigides pour relier cinématiquement une des faces dudit obturateur de clapet à la deuxième extrémité dudit organe compressible.

[0011] On comprend que, d'une part, les débits respectivement d'ouverture et de fermeture étant définis par un siège rigide et par un obturateur de clapet rigide, ces débits sont intrinsèquement parfaitement stables dans le temps. On comprend également que, lorsqu'on n'applique plus de signal de commande à la partie fixe de l'actionneur, l'obturateur se déplace dans un sens ou dans l'autre selon le mode de réalisation considéré non seulement sous l'effet de la suppression de la force correspondante, mais également sous l'effet de la libération de l'organe compressible qui était précédemment comprimé. On comprend que, en utilisant un organe compressible présentant des propriétés très stables dans le temps, on pourra obtenir une grande régularité du fonctionnement de la vanne. En outre, on comprend que les fronts de montée ou de descente seront améliorés par rapport aux solutions connues du fait de l'action de l'organe compressible.

[0012] Selon un premier mode de réalisation, les deuxièmes moyens rigides de liaison relient la face de l'obturateur de clapet tournée vers le siège de clapet à la deuxième extrémité de l'organe compressible.

[0013] Selon un deuxième mode de réalisation, les deuxièmes moyens rigides de liaison relient la face de l'obturateur de clapet non tournée vers le siège de clapet à la deuxième extrémité de l'organe compressible, lesdits deuxièmes moyens rigides incluant lesdits premiers moyens rigides de liaison.

[0014] On comprend que, selon le premier mode de réalisation, en l'absence de signal de commande, l'obturateur de clapet revient spontanément à sa position d'ouverture sous l'effet de l'organe compressible. En revanche, dans le deuxième mode de réalisation, l'obturateur de clapet revient en position fermée sous l'effet de la libération de l'organe compressible. Comme on l'indiquera ultérieurement, par position de fermeture, il ne faut pas entendre nécessairement que l'obturateur est appliqué avec pression sur son siège de telle manière que le débit soit effectivement nul mais une position de l'obturateur telle que le débit fourni soit faible par rapport au débit fourni en position d'ouverture.

[0015] De préférence, l'élément compressible est constitué par une pièce en matériau élastomérique choisi pour la constance de ses caractéristiques de compressibilité, cette pièce présentant deux faces parallèles qui sont interposées directement ou indirectement entre la butée mécanique et l'obturateur.

[0016] L'invention concerne également un procédé de combustion dans lequel on injecte dans un four un débit d'oxydant et un débit de combustible, dans lequel l'oxydant et le combustible réagissent l'un avec l'autre pour réaliser une flamme susceptible de chauffer une charge. Selon l'invention, ce procédé est caractérisé en

ce que l'injection du débit d'oxydant et/ou du débit de combustible est réalisée de façon pulsée à l'aide d'une vanne pulsante telle que décrite dans le texte de la présente spécification.

[0017] De préférence, au moins une vanne pulsante est utilisée pour l'injection de combustible et au moins une vanne pulsante est utilisée pour l'injection de comburant, les pulsations étant identiques (ou différentes) en durée mais en opposition de phase. Selon une autre variante de l'invention, les pulsations sont de même durée (ou de durées différentes) mais en phase.

[0018] Selon une autre variante de l'invention dans laquelle il existe au moins deux injections séparées de comburant, avec des comburants identiques ou différents choisis parmi l'oxygène, l'oxygène substantiellement pur (et notamment l'oxygène délivré par un appareil de séparation des gaz de l'air fonctionnant par adsorption encore appelé VSA ou « vacuum swing adsorption » en anglais, contenant notamment au moins 88% d'oxygène environ 2 à 5% d'argon le complément éventuel étant de 0 à 10% d'azote) l'air enrichi en oxygène, l'air ou l'air appauvri en oxygène, l'une au moins des deux injections étant réalisée à l'aide d'une vanne pulsante. D'une manière générale, l'invention concerne également l'utilisation d'une vanne pulsante telle que définie dans la présente spécification pour la pulsation d'un gaz oxydant et/ou combustible.

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux figures annexées, sur lesquelles :

- les figures 1a et 1b déjà décrites montrent respectivement le signal de commande S et la pression du fluide délivré par la vanne ;
- les figures 2a et 2b montrent, sous forme schématique, un premier mode de réalisation de la vanne respectivement en position fermée et ouverte ;
- les figures 3a et 3b montrent un schéma de principe d'un deuxième mode de réalisation de la vanne représentée respectivement en position fermée et en position ouverte ;
- les figures 4a et 4b montrent plus en détail un mode préféré de réalisation de la vanne respectivement en position ouverte et en position fermée correspondant au principe de vannes montrées sur les figures 3a et 3b ; et
- les figures 5a et 5b montrent des courbes donnant la pression du fluide en sortie de la vanne représentée sur les figures 4a et 4b.

[0020] En se référant tout d'abord aux figures 2a et 2b, on va décrire un premier mode de réalisation de la vanne. Celle-ci est constituée par un corps de vanne 10 comportant un siège 12 qui sépare l'intérieur du corps de vanne en une chambre d'entrée 14 et une chambre de sortie 16 du fluide. Les chambres 14 et 16 sont res-

pectivement équipées de conduites d'entrée 18 et de sortie 20 qui débouchent dans la paroi latérale 10a du corps de vanne. La vanne comporte également un obturateur de clapet 22 mobile selon l'axe X-X' du corps de vanne. Cet obturateur est bien sûr destiné à coopérer avec le siège 12 pour définir le débit de passage de la vanne en fonction de la position de l'obturateur. L'obturateur 22 est relié par sa face 22a opposée au siège 12 à un actionneur 24. L'actionneur 24 est constitué par une partie fixe de commande 26 consistant par exemple en une bobine d'induction alimentée par une tension de commande et par une partie mobile 28 qui est, par exemple, un noyau électromagnétique. La face 22a de l'obturateur est reliée au noyau 28 par une tige rigide 30 qui traverse la paroi d'extrémité 32 du corps de vanne. De préférence, cette traversée est équipée d'un soufflet d'étanchéité 34. Le noyau 28 est prolongé par une deuxième tige rigide 36 dont l'extrémité 36a coopère avec la première extrémité 38a d'un élément compressible 38. La deuxième extrémité 38b de l'élément compressible 38 est appliquée contre une butée mécanique 40.

[0021] On comprend que la position de l'obturateur de clapet 22 par rapport au siège 12 et donc le débit de passage résultent de la composition de la force axiale produite par la bobine 26 appliquée au noyau 28, et référencée F et de la force de compression F' de l'élément compressible.

[0022] On comprend également que la force F appliquée au noyau 28 dépend, bien sûr, de la tension de commande V appliquée à la bobine 26. Pour la position de l'obturateur correspondant au débit minimal qui, comme on l'a déjà expliqué, n'est pas nécessairement nul, on applique une tension V_m telle que la composition des forces F et F' produise la position de l'obturateur souhaitée. De préférence, la tension de commande V_M est nulle. En revanche, comme le montre la figure 2b, lorsqu'on applique la tension de commande V_M correspondant à la position d'ouverture, la résultante des forces F et F' est telle que l'obturateur 22 est écarté de son siège pour produire le débit maximal.

[0023] On comprend également que, dans ce mode de réalisation, la fermeture de la vanne ou plus précisément l'arrivée de l'obturateur dans sa position de débit minimale résulte non seulement de la modification de la tension de commande correspondant au signal de commande S, mais également de l'action de l'élément compressible 38. On obtient ainsi une fermeture très rapide de la vanne. En revanche, son ouverture résulte de la seule action de la force F appliquée au noyau pour comprimer l'organe compressible 38.

[0024] Dans le mode de réalisation représenté sur les figures 3a et 3b, on retrouve le corps de vanne 10 avec ses chambres supérieure 14 et inférieure 16, son siège de clapet 12 et son obturateur mobile 22. La face 22a de l'obturateur opposée au siège 12 est encore reliée par une tige rigide 30 au noyau mobile 28 de l'actionneur 24. L'autre face 22b de l'obturateur est reliée à la pre-

mière extrémité 38a de l'élément compressible 38 par une tige rigide 36', l'autre extrémité 38b de l'élément compressible 38 étant appliquée contre la butée mécanique 40'.

[0025] On comprend que, dans ce deuxième mode de réalisation, lorsque la tension de commande est égale à V_m , l'obturateur 22 est rapproché de son siège 12 et l'organe compressible 38 est comprimé. Au contraire, lorsqu'on applique la tension de commande V_m , la force appliquée au noyau 28 est réduite et l'obturateur 22 s'écarte du siège 12 en permettant l'expansion de l'organe compressible 38. On comprend que, dans ce mode de réalisation, la fermeture est obtenue par la seule application de la force électromagnétique de l'actionneur qui comprime également l'organe compressible 38. En revanche, l'ouverture de la vanne est liée à la fois à la modification de la tension de commande et au retour à son état de repos de l'organe compressible 38.

[0026] Les positions dites d'ouverture et de fermeture résultent toujours de l'effet antagoniste de la force appliquée au noyau de l'actionneur et de la force développée par l'organe compressible. En réglant convenablement la force appliquée au noyau, c'est-à-dire en réglant convenablement la tension de commande appliquée à la bobine 26, on peut définir ainsi différentes positions d'ouverture et de fermeture qui seront parfaitement répétitives. Comme on l'expliquera ultérieurement, il est également possible de prévoir que la butée mécanique 40 ou 40' soit réglable.

[0027] Sur les figures 2 et 3, l'organe compressible 38 est constitué par un ressort spirale dont l'axe de compression est confondu avec l'axe de déplacement de l'obturateur. On peut également utiliser, comme on l'expliquera plus en détail ultérieurement, une pièce en matériau compressible présentant une courbe de compression en fonction de la force qui lui est appliquée ayant une grande stabilité et une grande répétitivité. On comprend également que le choix entre les deux modes de réalisation décrits précédemment se fera selon qu'il est plus approprié d'avoir une vitesse de fermeture ou une vitesse d'ouverture de la vanne très rapide.

[0028] Il faut également ajouter que l'actionneur peut être à double effet, c'est-à-dire que les deux tensions de commande provoquent des déplacements du noyau 28 dans des sens opposés par rapport à la position de repos correspondant à une tension de commande nulle.

[0029] En se référant maintenant aux figures 4a et 4b, on va décrire plus en détail un mode préféré de réalisation du deuxième type de vanne représenté sur les figures 3a et 3b. Sur cette figure, on retrouve la chambre d'entrée 14, la chambre de sortie 16 et les conduites respectivement d'entrée 18 et de sortie 20 occupant des positions latérales par rapport à l'axe longitudinale X-X' du corps de vanne. Le siège de clapet est constitué par une plaque 50 percée d'un orifice 52 dont la paroi latérale 54 a la forme d'un tronc de cône d'axe X-X'. De préférence, le demi-angle au sommet α de ce tronc de cône dont le sommet est tourné vers la chambre de sortie 16

est au moins égal à 45 degrés. De même, sur la figure 4a, on a représenté un mode préféré de réalisation de l'obturateur de clapet et qui porte la référence 56. La face 56a de l'obturateur, tournée vers le siège, est sensiblement plane alors que son autre face 56b a également la forme générale d'un tronc de cône dont le sommet est dans la chambre d'entrée 14. Le demi-angle au sommet b du tronc de cône formant la face 56b de l'obturateur est de l'ordre de 60 degrés.

[0030] La forme particulière donnée au siège 52 et à l'obturateur 56 permet, d'une part, de stabiliser l'écoulement dans l'environnement de l'obturateur et, d'autre part, d'avoir une modification plus rapide de la section de passage du fluide entre les deux chambres lorsque l'obturateur 56 est écarté de ce siège. Ces dispositions favorisent l'obtention de flancs des créneaux de pression pulsée plus verticaux et rectilignes.

[0031] Comme le montrent les figures 4a et 4b, de préférence le corps de vanne 10 est réalisé en deux parties, une partie supérieure 60 qui correspond à la chambre d'entrée 14 et une partie inférieure 62 correspondant à la chambre de sortie 16. Le siège 12 est usiné dans une plaque 64 dont la périphérie 64a est pincée entre les parties supérieures 60 et inférieures 62 du corps de vanne, ces deux parties étant assemblées par tout moyen convenable. Il est ainsi possible de désolidariser les deux parties formant le corps de vanne pour extraire la plaque 64 et la remplacer par une autre dans laquelle est usiné un siège de dimensions différentes. De plus, on prévoit que l'obturateur 22 soit désolidarisé de façon démontable avec la tige 30. Il est alors possible de monter dans la vanne des ensembles sièges-obturateurs différents correspondant à des débits différents.

[0032] Dans ce mode de réalisation, la position de la butée mécanique 40' supportant l'élément compressible 38 est réglable par rapport à l'extrémité 42 du corps de vanne. De préférence, la vanne comporte une deuxième butée mécanique axiale 44 également réglable qui peut coopérer avec un ergot 46 prolongeant le noyau 28. Cette deuxième butée mécanique définit une position maximale d'ouverture de la vanne. En jouant sur la valeur de la tension d'ouverture V_m , on peut définir d'autres positions d'ouverture de la vanne, qui sont bien sûr inférieures à cette valeur maximale.

[0033] Pour réaliser l'organe compressible, on peut utiliser des ressorts élastomères du type EFFBE produit par la société CEF à base de chloroprène ou de polyuréthane. Ces "ressorts" peuvent présenter un taux de compression de 30 à 40 %. Ils sont constitués par une couronne unique ou par deux couronnes superposées. Comme ils présentent une déformation résiduelle, il est souhaitable de prévoir un montage autorisant une précontrainte adaptée à cette déformation résiduelle.

[0034] Les figures 5a et 5b montrent les débits pulsés obtenus avec l'électrovanne décrite en liaison avec les figures 4a et 4b. Sur ces figures, on trouve le temps en abscisses, et en ordonnées une grandeur P représentative de la pression en sortie de vanne mesurée avec

un capteur de pression. Dans l'exemple considéré, la fréquence est de 0,5 Hertz. La figure 5a montre un signal de pression avec des fronts de montée et de descente presque verticaux. Dans le cas de la figure 5b, les créneaux ont des fronts de montée et de descente moins verticaux, tout en restant acceptables, mais ils présentent une très bonne constance des niveaux "haut" et "bas". La différence entre ces courbes résulte de taux de précontrainte différents appliqués à la pièce en élastomère. Dans les solutions connues, le signal de commande est du type "créneaux" comme cela est représenté sur la figure 1a.

[0035] Selon une variante de mise en oeuvre de l'invention, il est possible de modifier la forme du signal électrique de commande afin d'améliorer encore les fronts de montée et de descente de pression à la sortie de la vanne. En particulier, on peut prévoir lors de l'ouverture de la vanne que la tension atteigne, pendant une brève période, une valeur supérieure à la valeur de commande de l'état "ouvert", ce qui "accélère" encore l'ouverture de la vanne. De même, lors de la fermeture de la vanne, on peut prévoir que la tension de commande atteigne, pendant une brève période, une valeur inférieure à la valeur de tension de commande de l'état "fermé", ce qui accélère la fermeture de la vanne.

Revendications

1. Vanne commandable notamment pour délivrer un débit pulsé de fluide comprenant :
 - un corps de vanne ;
 - un siège de clapet séparant l'intérieur du corps de vanne en une chambre d'entrée de fluide et une chambre de sortie ;
 - un obturateur de clapet mobile selon une direction de déplacement pour coopérer avec le siège de clapet ;
 - un actionneur comportant une partie fixe de commande pour recevoir des signaux de commande et une partie mobile, ladite partie fixe appliquant à la partie mobile une force correspondant au signal de commande ;
 - des premiers moyens rigides de liaison s'étendant selon la direction de déplacement pour relier ladite partie mobile de l'actionneur audit obturateur de clapet ;
 - une butée mécanique ;
 - un organe compressible sous l'effet d'une force qui lui est appliquée comprenant une première extrémité solidaire de ladite butée mécanique ; et
 - des deuxième moyens rigides pour relier cinématiquement une des faces dudit obturateur de clapet à la deuxième extrémité dudit organe compressible.

2. Vanne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** lesdits deuxièmes moyens rigides de liaison relient la face de l'obturateur de clapet tournée vers le siège de clapet à la deuxième extrémité de l'organe compressible. 5
3. Vanne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les deuxièmes moyens rigides de liaison relient la face de l'obturateur de clapet non tournée vers le siège de clapet à la deuxième extrémité de l'organe compressible, lesdits deuxièmes moyens rigides incluant lesdits premiers moyens rigides de liaison. 10
4. Vanne selon la revendication 2, **caractérisée en ce qu'un** premier signal de commande (S1) tend à déplacer la partie mobile de l'actionneur dans un sens qui rapproche ledit obturateur de clapet de son siège de clapet en comprimant ledit organe compressible. 15
5. Vanne selon la revendication 3, **caractérisée en ce qu'un** premier signal de commande (S1) tend à déplacer la partie mobile de l'actionneur dans un sens qui éloigne ledit obturateur de clapet du siège de clapet en comprimant ledit organe compressible. 20
6. Vanne selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, **caractérisée en ce qu'un** deuxième signal de commande (S2) provoque la suppression de la force appliquée à ladite partie mobile de l'actionneur et libère ledit organe compressible. 25
7. Vanne selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, **caractérisée en ce qu'un** troisième signal de commande (S3) tend à appliquer à la partie mobile de l'actionneur une force dans un sens opposé à celui de la force créée par ledit premier signal de commande par quoi ledit organe compressible est libéré plus rapidement. 30
8. Vanne selon l'une quelconque des revendication 1 à 7, **caractérisée en ce que** ladite butée est réglable en position par rapport au corps de vanne selon ladite direction de déplacement. 35
9. Vanne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre une butée additionnelle réglable en position par rapport au corps de vanne selon ladite direction de déplacement pour limiter le déplacement de l'obturateur de clapet sous l'effet de la décompression dudit organe compressible. 40
10. Vanne selon l'une quelconque des revendications 8 et 9, **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre une conduite d'entrée de fluide et une conduite de sortie de fluide débouchant latéralement dans ledit corps de vanne respectivement dans les 45
- chambres d'entrée et de sortie et **en ce que** la ou lesdites butées mécaniques sont disposées aux extrémités du corps de vanne selon ladite direction de déplacement.
11. Vanne selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** ledit organe compressible est constitué par une pièce en matériau élastomérique présentant deux faces parallèles orthogonales à ladite direction de déplacement.
12. Vanne selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** ledit organe compressible est constitué par un ressort mécanique dont l'axe de compression est disposé selon ladite direction de compression.
13. Vanne selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisée en ce que** ledit siège de clapet est constitué par une surface tronconique s'évasant vers ladite chambre d'entrée et dont l'angle au sommet est au moins égal à 90 degrés.
14. Vanne selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisée en ce que** ledit obturateur de clapet présente une première face tournée vers le siège de clapet sensiblement plane et une deuxième face opposée au siège de clapet ayant la forme d'un tronc de cône s'évasant vers ladite chambre de sortie.
15. Vanne selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisée en ce que** ledit corps de vanne est constitué par deux pièces distinctes correspondant à la chambre d'entrée et à la chambre de sortie et **en ce que** ledit siège est usiné dans une plaque dont la périphérie est solidaire des deux pièces formant ledit corps de vanne et **en ce que** ledit obturateur est rendu solidaire des premiers moyens de liaison rigide par des moyens démontables.
16. Procédé de combustion dans lequel on injecte dans un four un débit d'oxydant et un débit de combustible, dans lequel l'oxydant et le combustible réagissent l'un avec l'autre pour réaliser une flamme susceptible de chauffer une charge, **caractérisé en ce que** l'injection du débit d'oxydant et/ou du débit de combustible est réalisée de façon pulsée à l'aide d'une vanne pulsante selon l'une des revendications 1 à 15.
17. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** au moins une vanne pulsante est utilisée pour l'injection de combustible et au moins une vanne pulsante est utilisée pour l'injection de comburant et **en ce que** les pulsations sont identiques en durée mais en opposition de phase.

18. Procédé selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** les pulsations sont en phase.

19. Procédé selon l'une des revendications 16 à 18, dans lequel il existe au moins deux injections séparées de comburant, avec des comburants identiques ou différents choisis parmi l'oxygène, l'oxygène substantiellement pur, l'air enrichi en oxygène, l'air ou l'air appauvri en oxygène, l'une au moins des deux injections étant réalisée à l'aide d'une vanne pulsante.

20. Utilisation d'une vanne selon l'une des revendications précédentes pour la pulsation de gaz oxydant et/ou combustible.

20

25

30

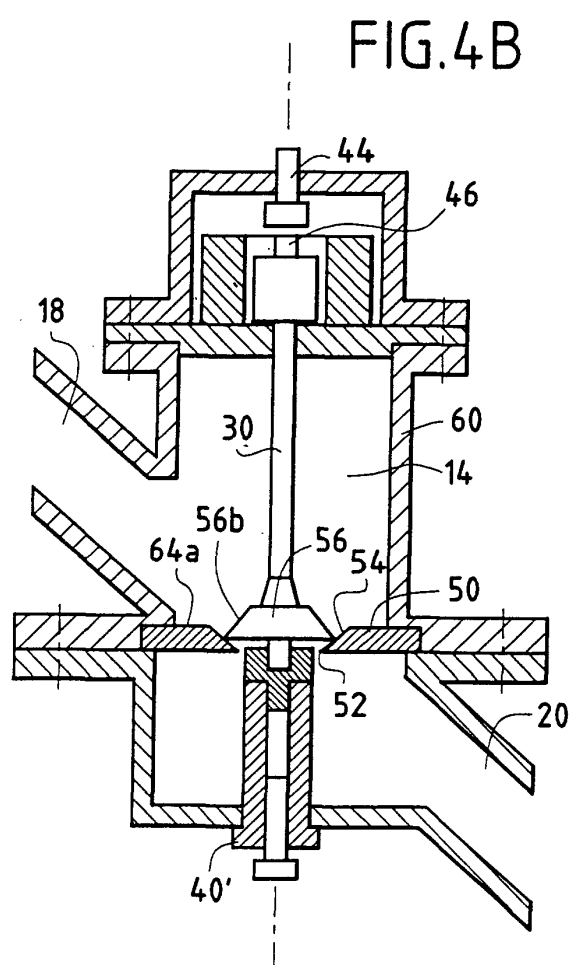
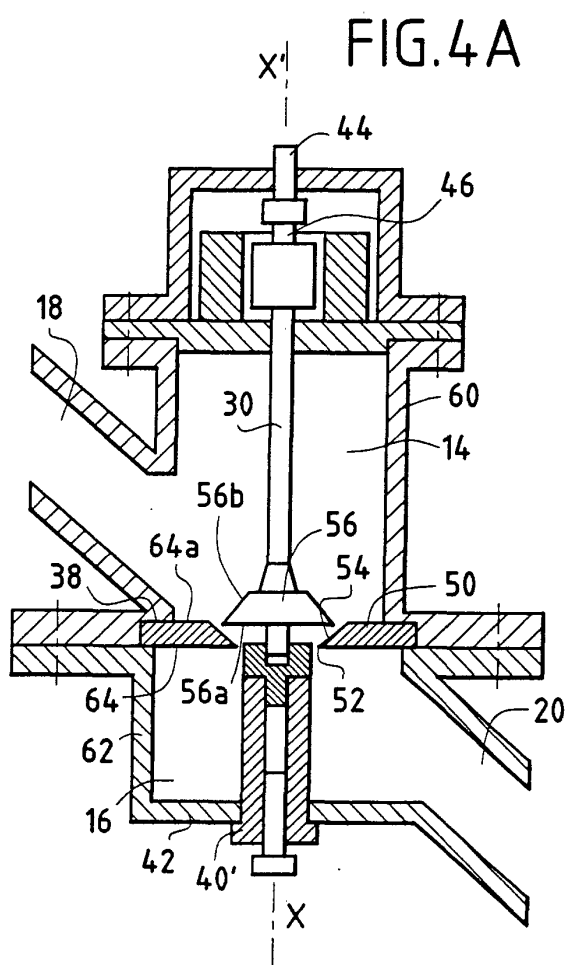
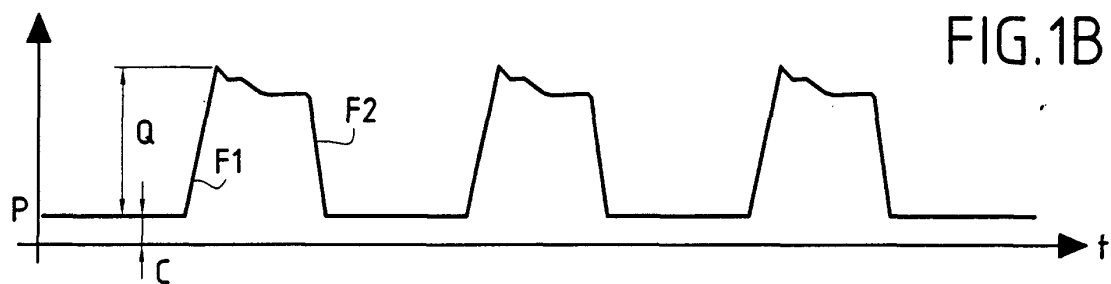
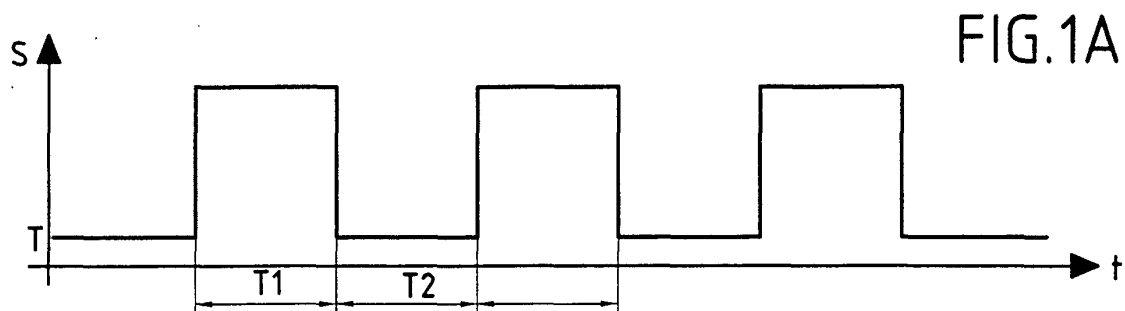
35

40

45

50

55



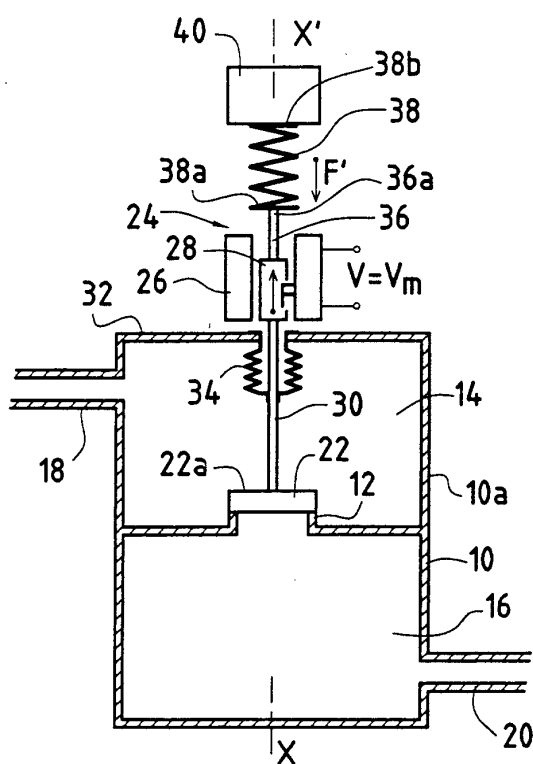


FIG. 2A

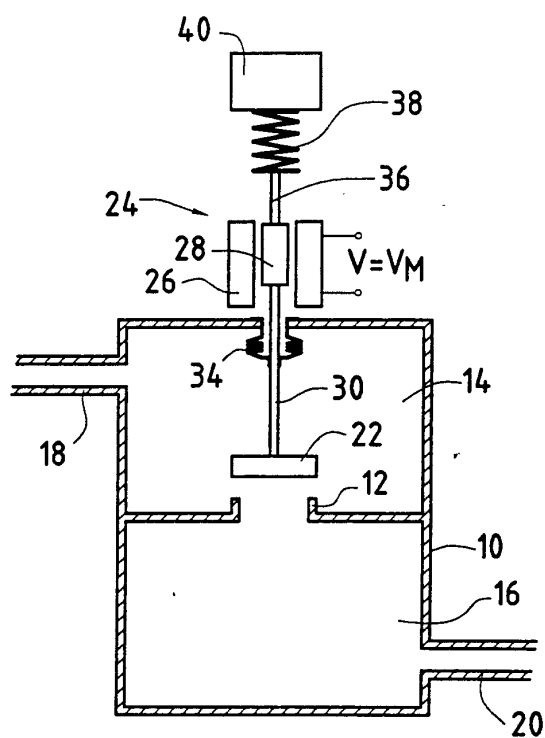


FIG. 2B

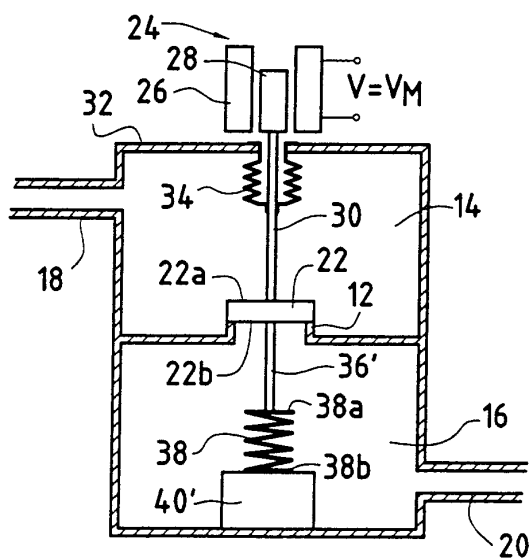


FIG. 3A

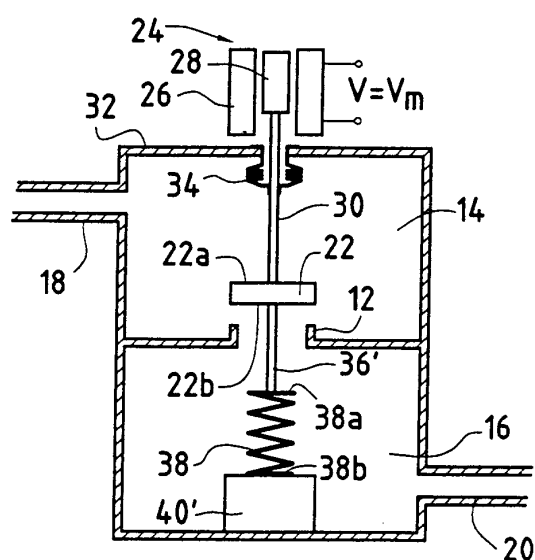


FIG. 3B

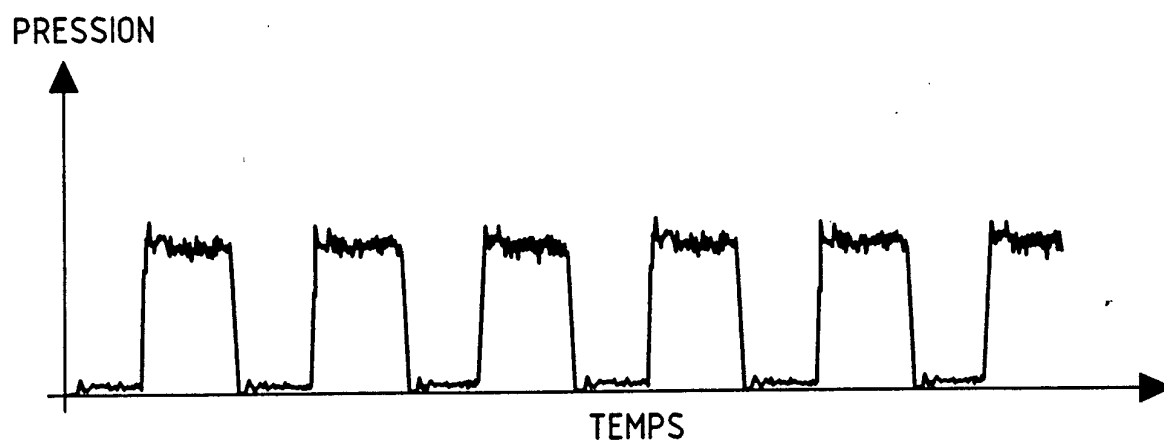


FIG.5A

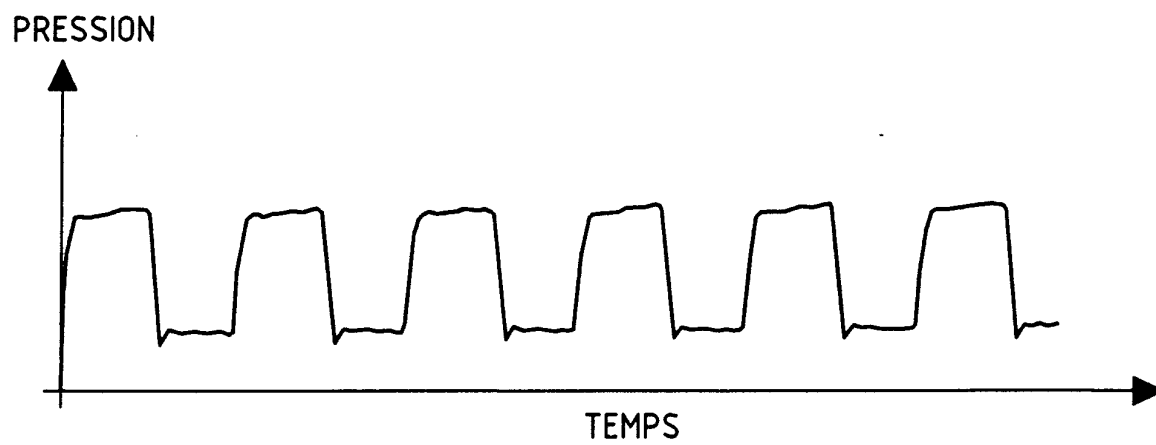


FIG.5B



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 1245

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 267 (M-182), 25 décembre 1982 (1982-12-25) -& JP 57 157878 A (AISHIN SEIKI KK), 29 septembre 1982 (1982-09-29)	1,3,5,6, 8,12	F23K5/14 F23K5/00 F16K31/06
Y	* abrégé *	2,4,9,10	
Y	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 071 (M-567), 4 mars 1987 (1987-03-04) & JP 61 228179 A (KEIHI SEIKI MFG CO LTD), 11 octobre 1986 (1986-10-11) * abrégé *	2,4,9,10	
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 071 (M-126), 6 mai 1982 (1982-05-06) -& JP 57 010020 A (TOSHIBA CORP), 19 janvier 1982 (1982-01-19) * abrégé *	13	
A	--- DE 33 37 259 A (ATLAS FAHRZEUGTECHNIK GMBH) 25 avril 1985 (1985-04-25) * figure 1 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7) F23K F16K F23C
A	--- EP 0 473 451 A (VARIAN AUSTRALIA) 4 mars 1992 (1992-03-04) * figure 1 *	1	
A	--- US 3 043 366 A (WENTWORTH) 10 juillet 1962 (1962-07-10) * figure 4 *	1	
A,D	--- EP 0 524 880 A (AIR LIQUIDE) 27 janvier 1993 (1993-01-27) * le document en entier *	16-20	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 27 juillet 2001	Examineur Coli, 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 92 (P04002)

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

EP 01 40 1245

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.

27-07-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 57157878 A	29-09-1982	JP 1046748 B JP 1560958 C	11-10-1989 31-05-1990
JP 61228179 A	11-10-1986	JP 1907292 C JP 6031648 B	24-02-1995 27-04-1994
JP 57010020 A	19-01-1982	AUCUN	
DE 3337259 A	25-04-1985	AT 41819 T DE 3477506 D EP 0144548 A JP 1777206 C JP 4056911 B JP 60192179 A	15-04-1989 03-05-1989 19-06-1985 28-07-1993 09-09-1992 30-09-1985
EP 0473451 A	04-03-1992	AU 651367 B CA 2050412 A DE 69130752 D DE 69130752 T US 5355214 A	21-07-1994 01-03-1992 25-02-1999 02-09-1999 11-10-1994
US 3043366 A	10-07-1962	AUCUN	
EP 0524880 A	27-01-1993	FR 2679626 A AT 147148 T AU 656206 B AU 2039592 A BR 9202825 A CA 2074306 A DE 69216317 D DE 69216317 T ES 2096054 T JP 5215311 A NZ 243665 A US 5302111 A	29-01-1993 15-01-1997 27-01-1995 28-01-1993 23-03-1993 24-01-1993 13-02-1997 24-04-1997 01-03-1997 24-08-1993 26-10-1994 12-04-1994

EPC FORM P4460

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