

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 510 190

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 08295

(54) Ensemble propulseur notamment pour engins spatiaux.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 02 K 9/68.

(22) Date de dépôt..... 12 mai 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : DE, 21 juillet 1981, n° P 31 28 735.2.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 28-1-1983.

(71) Déposant : Société dite : ERNO RAUMFAHRTTECHNIK GMBH. — DE.

(72) Invention de : Manfred Steenborg.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger,
115, bd Haussmann, 75008 Paris.

L'invention part d'un ensemble propulseur, notamment pour commander des engins spatiaux, avec, pour décomposer un support liquide d'énergie, un dispositif revêtant la forme d'une chambre de décomposition à laquelle est susceptible d'être amenée la substance liquide propulsive, ainsi qu'avec un dispositif d'échauffement branché à la suite de la chambre de décomposition pour poursuivre l'échauffement et la décomposition des gaz propulseurs obtenus dans la chambre de décomposition, et avec, se raccordant à ce dispositif d'échauffement, une buse de sortie pour les gaz propulseurs ainsi obtenus. Ce type d'ensemble propulseur a été décrit dans le document GB-PS 1 473 749.

Les ensembles propulseurs de ce type sont notamment utilisés pour le réglage des trajectoires et des positions de satellites. Comme substance propulsive revêtant la forme d'un support liquide d'énergie, on emploie alors surtout l'hydrazine (N_2H_4) qui est décomposée soit catalytiquement, soit comme dans le cas du brevet précité, thermiquement pour donner des produits de décomposition NH_3 , N_2 et H_2 , cette réaction se déroulant suivant un processus exothermique avec un dégagement intense de chaleur. Les gaz ainsi obtenus s'échappent dans l'environnement par l'intermédiaire d'une buse et engendrent ainsi la poussée nécessaire pour la correction de trajectoires et de positions.

Dans ce contexte, on sait déjà d'après le document GB-PS 1 473 749, en vue d'accroître la poussée susceptible d'être obtenue, échauffer encore davantage ces produits gazeux de décomposition et décomposer le gaz d'ammoniac (NH_3) prenant naissance en azote (N_2) et en hydrogène (H_2), ce processus se déroulant suivant une réaction endothermique. Ce n'est qu'ensuite que les gaz s'échappent dans l'environnement par l'intermédiaire de la buse de sortie. L'augmentation de vitesse des gaz d'échappement ainsi obtenue est alors à rapporter à une augmentation supplémentaire de la pression, qui résulte pour une part de l'échauffement supplémentaire et de l'énergie cinétique ainsi augmentés des gaz propulseurs, et d'autre part, de la modification de la composition des gaz du fait de la décomposition précédemment mentionnée.

Cet échauffement complémentaire ou bien cette décomposition s'effectue dans le cas d'un dispositif connu

d'après le document GB-PS 1 473 749 dans une chambre d'échauffement dans laquelle est maintenu un tube métallique enroulé en hélice, dans lequel passe les gaz propulseurs et qui est susceptible d'être chauffé par effet Joule lorsqu'il est directement parcouru par le courant. Dans le cas d'un autre dispositif connu à partir du même document, les gaz propulseurs circulent tangentiellement dans une chambre d'échauffement cylindrique dans le centre de laquelle est disposé un enroulement chauffant.

Le but de l'invention est de perfectionner l'ensemble propulseur défini ci-dessus de façon qu'aussi bien ses caractéristiques de puissance que sa durée de fonctionnement soient augmentées et qu'il soit autant que possible insensible aux sollicitations mécaniques ainsi qu'aux autres perturbations de son fonctionnement.

Pour atteindre ce but, l'invention concerne un ensemble caractérisé en ce qu'il comporte un échangeur de chaleur constitué d'au moins deux chambres placées l'une dans l'autre et reliées l'une à l'autre, la chambre externe étant reliée à la chambre de décomposition, tandis que dans la chambre interne reliée à la buse de sortie, est placé le dispositif d'échauffement.

D'autres caractéristiques de l'invention permettent d'envisager d'autres formes avantageuses de l'ensemble propulseur défini ci-dessus.

Les dispositions conformes à l'invention présentent l'avantage que du fait que les gaz propulseurs délivrés par la chambre de décomposition et amenés à l'échangeur de chaleur parcourent une chambre entourant le dispositif d'échauffement proprement dit, les pertes par rayonnement de ce dispositif d'échauffement sont considérablement réduites et l'efficacité de ce dispositif d'échauffement est notablement améliorée. Cela conduit en dernier ressort à l'utilisation encore meilleure de la substance propulsive mise en oeuvre, si bien que la quantité de substance propulsive entraînée se trouve réduite et qu'ainsi la charge utile peut être augmentée ou bien la durée de fonctionnement peut être prolongée.

D'autres avantages qui se rapportent notamment aux autres formes de l'invention correspondant à d'autres caractéristiques de celle-ci résident en un "Blow down" amélioré, c'est-à-dire en une gamme de pression plus étendue dans laquelle

l'ensemble propulseur conforme à l'invention est susceptible de fonctionner et en une construction robuste insensible aux sollicitations par des vibrations ainsi qu'aux pointes de pression possibles dans la chambre de décomposition pendant le fonctionnement. A ceci vient s'ajouter que grâce à une construction prévue dans une large mesure à portée libre, les pertes calorifiques par l'intermédiaire des fixations, se trouvent largement évitées. Enfin, l'exemple de réalisation préféré de l'ensemble propulseur conforme à l'invention permet également la mise en oeuvre de ce que l'on appelle "Off-Modulation", dans laquelle en fonctionnement prolongé, l'amenée de la substance propulsive à la chambre de décomposition est interrompue selon une succession rythmique.

L'invention va être expliquée plus en détail en se référant à des exemples de réalisation représentés sur les dessins ci-joints, dans lesquels :

- la figure 1 représente en coupe partielle un premier exemple de réalisation de l'ensemble propulseur conforme à l'invention,
- la figure 2 est une représentation analogue à la figure 1 d'un second exemple de réalisation de l'invention,
- la figure 3 montre un détail agrandi de l'ensemble représenté sur la figure 1.

Dans les figures, les parties constitutives identiques ou correspondantes sont munies des mêmes références.

Dans le cas de l'ensemble représenté sur la figure 1, il s'agit d'un ensemble propulseur électro-thermique de haute puissance, tel qu'on en utilise entre-autres pour le réglage de satellites en trajectoires et en positions.

Cet ensemble propulseur est constitué d'une chambre de décomposition 1, reliée par l'intermédiaire d'un tube d'injection 2 avec un réservoir, non représenté sur la figure, dans lequel se trouve un support liquide d'énergie, à savoir dans le présent cas, de l'hydrazine. L'ensemble propulseur comporte en outre, une soupape 3 actionnée électriquement, réglant l'amenée de l'hydrazine à la chambre de décomposition 1. Il comprend en outre, un échangeur de chaleur 4 branché à la suite de la chambre de décomposition 1, ainsi qu'une buse de sortie 5 raccordée à cet échangeur.

La paroi externe de la chambre cylindrique de

décomposition 1 est entourée d'un enroulement chauffant 6 à plusieurs couches, qui est en contact thermique immédiat avec la chambre de décomposition 1. A l'intérieur de cette chambre, se trouve un remplissage poreux 7 d'un matériau susceptible 5 d'être chauffé, dont la capacité thermique sert à obtenir la température de réaction nécessaire. Ce remplissage est constitué dans le cas présent, de billes de platine/rhodium.

L'extrémité aval de la chambre de décomposition 1 débouche dans un orifice de buse 8 disposé dans un adaptateur 9. Ce dernier relie la chambre de décomposition 1 à 10 l'échangeur thermique 4 ou bien à la chambre externe 10 de celui-ci. Cette chambre externe est constituée de deux douilles cylindriques 11 et 12 disposées concentriquement l'une à 15 l'intérieur de l'autre, et qui sont maintenues par une pièce d'adaptateur 13. Dans la chambre interne 14 constituée par la douille interne 12, est disposé un tube 15 enroulé en hélice, et qui est constitué d'un matériau résistant à une température élevée, dans le cas présent du rhénium. Le tube 15 est enrobé dans une garniture 16 en nitrure de bore servant d'isolateur 20 pour haute température et qui du fait de sa conformation maintient le tube 15 à une certaine distance de la douille 12 et empêche en même temps que les différentes spires du tube 15 soient en contact les unes avec les autres.

Le tube est conformé de telle façon que l'extrémité de l'hélice opposée à la chambre de décomposition 1, débouche tangentiellement sur la pièce adaptateur 13 dans la chambre externe 10, tandis que l'autre partie d'extrémité est repliée radialement en direction de l'axe médian de l'hélice et s'étend ensuite pratiquement en ligne droite sur la hauteur 30 totale de l'hélice dans le centre de celle-ci, jusqu'à ce que finalement, cette autre partie terminale débouche dans la buse de sortie 5. La buse de sortie 5 est maintenue par une pièce de centrage 17 dans la pièce d'adaptateur 13.

Par les conducteurs de courant 18, 19, 20 et 35 21, le tube 15 est susceptible d'être chauffé par passage direct du courant, le contact s'établissant, d'une part, par l'intermédiaire de la paroi de la buse de sortie 5, et d'autre part, par l'intermédiaire de la pièce adaptateur 13, de la douille externe 11, ainsi que de l'adaptateur 9. Pour l'alimentation, 40 on utilise un élément chauffant 22 qui, tout comme les autres

éléments chauffants 23, servant à l'échauffement de la chambre de réaction 1, est maintenu contre le boîtier de la soupape 3. A cet élément chauffant 22, est associé un circuit électronique de commande, non représenté, qui règle et, éventuellement limite, le courant passant par le tube 15.

L'ensemble est complété par un tube de mesure 24 grâce auquel la pression des gaz propulseurs sortant de la chambre de décomposition 1, est détectée. Enfin, en vue de la protection thermique, il est prévu, d'une part, un écran calorifique 25 entourant le tube d'injection 2, et d'autre part, une structure d'isolation 26 dans laquelle sont enrobés la chambre de décomposition 1 ainsi que l'échangeur thermique 4.

A la différence du premier exemple de réalisation de l'invention représenté sur les figures 1 et 3, dans lequel la chambre de décomposition 1 et l'échangeur thermique 4 sont disposés coaxialement l'un par rapport à l'autre, et dans lequel l'orifice 8 de la buse débouche axialement dans la chambre externe 10 de l'échangeur thermique 4, dans le cas du second exemple de réalisation représenté sur la figure 2, la chambre de décomposition 1 et l'échangeur thermique 4 sont disposés à peu près à angle droit l'un de l'autre. Dans ce cas, où l'adaptateur 9' présente une forme différente, l'orifice 8' de la buse débouche tangentiellement dans la chambre externe légèrement modifiée 10' de l'échangeur thermique 4. Dans cet exemple de réalisation, qui par ailleurs, est d'une constitution identique à celui-précédemment décrit, l'orifice de la buse de sortie 5 est décalé de 90° par rapport à la disposition selon la figure 1.

Pour la mise en service de l'ensemble propulseur conforme à l'invention, la chambre de décomposition 1 ainsi que les billes qui s'y trouvent sont tout d'abord échauffées à une température se situant au-dessus de 500°C environ. Ensuite, la soupape 3 permettant de libérer l'arrivée d'hydrazine est commandée par des moyens électriques. L'hydrazine liquide s'écoule par l'intermédiaire du tube d'injection 2 et pénètre dans la chambre de décomposition 1 où elle est vaporisée sur les billes échauffées et où elle se décompose selon une réaction exothermique avec un dégagement de chaleur intense à environ 1200°C pour donner les gaz N₂ et NH₃, le NH₃ se dissociant ensuite partiellement de façon endothermique dans les

gaz N₂ et H₂. Ces gaz portés à la température d'environ 900°C s'écoulement par l'intermédiaire de l'orifice 8 de la buse dans l'échangeur thermique 4, à savoir tout d'abord dans la chambre externe 10 puis dans le tube 15. Ce dernier, par suite du passage du courant et du fait de sa résistance électrique, est échauffé dans une mesure telle que les gaz propulseurs qui le parcourrent atteignent une température d'environ 1500 à 1800°.

La régulation du courant électrique parcourant le tube 15 s'effectue alors à l'aide du circuit électronique de commande qui,

10 dans le cas d'un accroissement trop élevé de la température du tube (au-delà de 2100°C), par exemple par suite d'une interruption de courte durée de l'arrivée des gaz propulseurs refroidissant le tube, interrompt l'arrivée du courant électrique et la rétablit lors du franchissement vers le bas d'une valeur inférieure de seuil d'environ 1900°C.

La chaleur rayonnée par le tube 15 du fait de l'échauffement de celui-ci, échauffe alors également de façon importante la garniture 16, qui cède une partie de chaleur à la douille interne 12 avec laquelle elle n'est bien entendu en contact direct qu'en un petit nombre de points d'appui. Cette douille interne s'échauffe également et les gaz qui circulent le long de sa paroi externe c'est-à-dire à travers la chambre externe 10, sont déjà pré-échauffés avant qu'ils pénètrent dans le tube 15 pour le processus d'échauffement proprement dit.

25 Le courant gazeux léchant la paroi externe de la douille interne 12 ainsi que la paroi interne de la douille externe 11, empêche alors un rayonnement calorifique excessif dans l'environnement c'est-à-dire dans la structure isolante 26.

Les gaz désormais échauffés de façon supplémentaire et complètement dissociés en leurs composantes N₂ et H₂ sortent avec une vitesse relativement élevée d'environ 2700 à 3100 m/s de la buse de sortie 5, ce qui a pour conséquence une poussée relativement forte et une impulsion spécifique relativement importante. Des caractéristiques de puissance typiques 35 pour l'ensemble propulseur conforme à l'invention tel qu'il est représenté sur les figures 1 et 3, sont alors :

poussée maximale	200 à 250 mN
impulsion spéciale	environ 300 sec
durée de marche	environ 150 h

40 Une utilisation particulièrement bonne de

la puissance de chauffe mise en oeuvre dans l'échangeur thermique 4, découle de la disposition représentée sur la figure 2. Du fait que dans ce cas les gaz propulseurs pénètrent tangentiellement dans la chambre externe de l'échangeur thermique, cette 5 chambre est encore sollicitée plus fortement par les gaz, si bien que l'évacuation de chaleur à partir de la paroi interne de la douille externe est encore meilleure et qu'ainsi le rayonnement thermique vers l'extérieur est encore plus réduit.

Dans les deux cas, c'est-à-dire aussi bien 10 avec l'ensemble représenté sur les figures 1 et 3 qu'avec celui représenté sur la figure 2, il subsiste en outre la possibilité de mettre en fonctionnement l'ensemble propulseur, même en cas d'une défaillance du système d'échauffement pour la chambre de décomposition 1. Comme la chambre de décomposition 1 et l'échangeur thermique 4 sont reliés l'un à l'autre de façon thermiquement conductrice par l'intermédiaire de l'adaptateur 9 ou 9', 15 le remplissage 7 de la chambre de décomposition 1 peut également être chauffé au moyen du système d'échauffement pour le tube 15. Cela est possible car le circuit électronique de commande 20 pour la régulation du courant électrique passant par le tube 15 empêche que ce tube soit détruit par surchauffe, lorsque par suite de l'absence des gaz propulseurs, il ne s'effectue pratiquement aucune évacuation de chaleur.

R E V E N D I C A T I O N S

1.- Ensemble propulseur, notamment pour commander des engins spatiaux, avec, pour décomposer un support liquide d'énergie, un dispositif revêtant la forme d'une chambre de décomposition à laquelle est susceptible d'être amenée la substance liquide propulsive, ainsi qu'avec un dispositif d'échauffement branché à la suite de la chambre de décomposition pour poursuivre l'échauffement et la décomposition des gaz propulseurs obtenus dans la chambre de décomposition, et avec, 5 se raccordant à ce dispositif d'échauffement, une buse de sortie pour les gaz propulseurs ainsi obtenus, ensemble caractérisé en ce qu'il comporte un échangeur de chaleur (4) constitué d'au moins deux chambres (10, 14) placées l'une dans l'autre et reliées l'une à l'autre, la chambre externe (10) étant reliée 10 à la chambre de décomposition (1), tandis que dans la chambre interne (14) reliée à la buse de sortie (5) est placé le dispositif d'échauffement (15).

2.- Ensemble propulseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif d'échauffement est 20 constitué d'un tube (15) en forme d'hélice, chauffé électriquement, par l'intermédiaire duquel les gaz propulseurs sont amenés à la buse de sortie (5).

3.- Ensemble propulseur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le tube (15) est disposé de telle 25 sorte dans la chambre interne (14) que son orifice d'entrée (8) relié à la chambre externe (10) se situe dans la partie opposée à la chambre de décomposition (1) de la chambre interne (14).

4.- Ensemble propulseur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le tube (15) est prévu de telle 30 sorte que sa partie terminale reliée à la buse de sortie (5) s'étende axialement en passant par le centre de l'hélice sur toute la hauteur de celle-ci.

5.- Ensemble propulseur selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le tube (15) 35 est susceptible d'être chauffé par le courant qui le parcourt directement.

6.- Ensemble propulseur selon la revendication 5, caractérisé en ce que le tube (15) est constitué d'un matériau résistant à une chaleur élevée, de préférence du 40 rhénium, du tungstène/rhénium ou bien du molybdène/tungstène.

7.- Ensemble propulseur selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que les différentes spires du tube (15) sont séparées les unes des autres ainsi que de la paroi séparatrice (12) des deux chambres (10, 14)

- 5 par une garniture (16) constituée par un isolateur pour haute température.

8.- Ensemble propulseur selon la revendication 7, caractérisé en ce que la garniture (16) est constituée de nitrure de bore.

- 10 9.- Ensemble propulseur selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, caractérisé en ce que, à l'alimentation en courant du tube (15), est associé un circuit électrique de commande pour la régulation du courant parcourant le tube (15).

- 15 10.- Ensemble propulseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'orifice d'aménée (8) entre la chambre de décomposition (1) et la chambre externe (10) est en forme de buse.

- 20 11.- Ensemble propulseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la chambre de décomposition (1) ainsi que l'échangeur de chaleur (4) sont disposés coaxialement l'un par rapport à l'autre.

- 25 12.- Ensemble propulseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la chambre de décomposition (1) et l'échangeur de chaleur (4) sont disposés à angle droit tandis que l'orifice d'aménée (8) se situe à peu près tangentiellement dans la paroi externe de la chambre externe (10) de l'échangeur de chaleur (4).

- 30 13.- Ensemble propulseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la décomposition s'effectue par des voies électrothermiques, la chambre de décomposition (1) et l'échangeur de chaleur (4) étant reliés ensemble de façon thermiquement conductrice.

- 35 14.- Ensemble propulseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que la chambre de décomposition (1) et l'échangeur de chaleur (4) sont disposés dans une structure commune d'isolation thermique (26).

Fig. 1

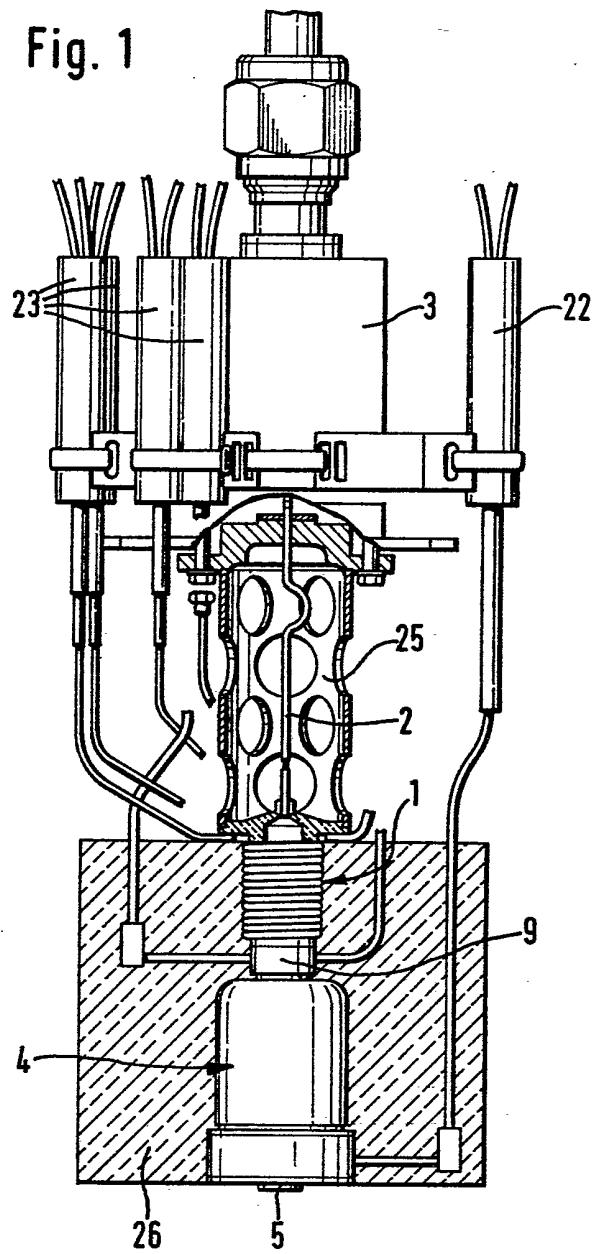
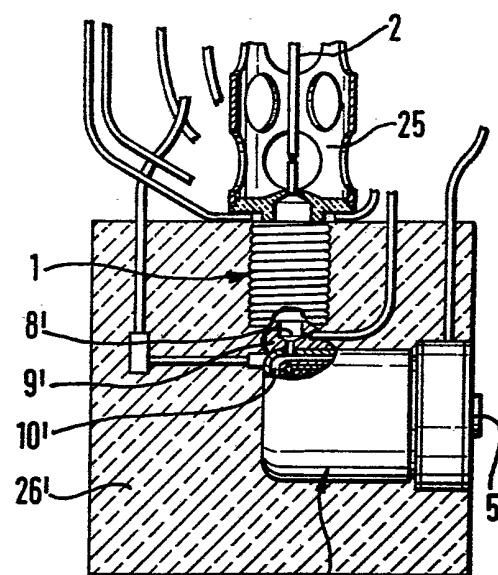


Fig. 2

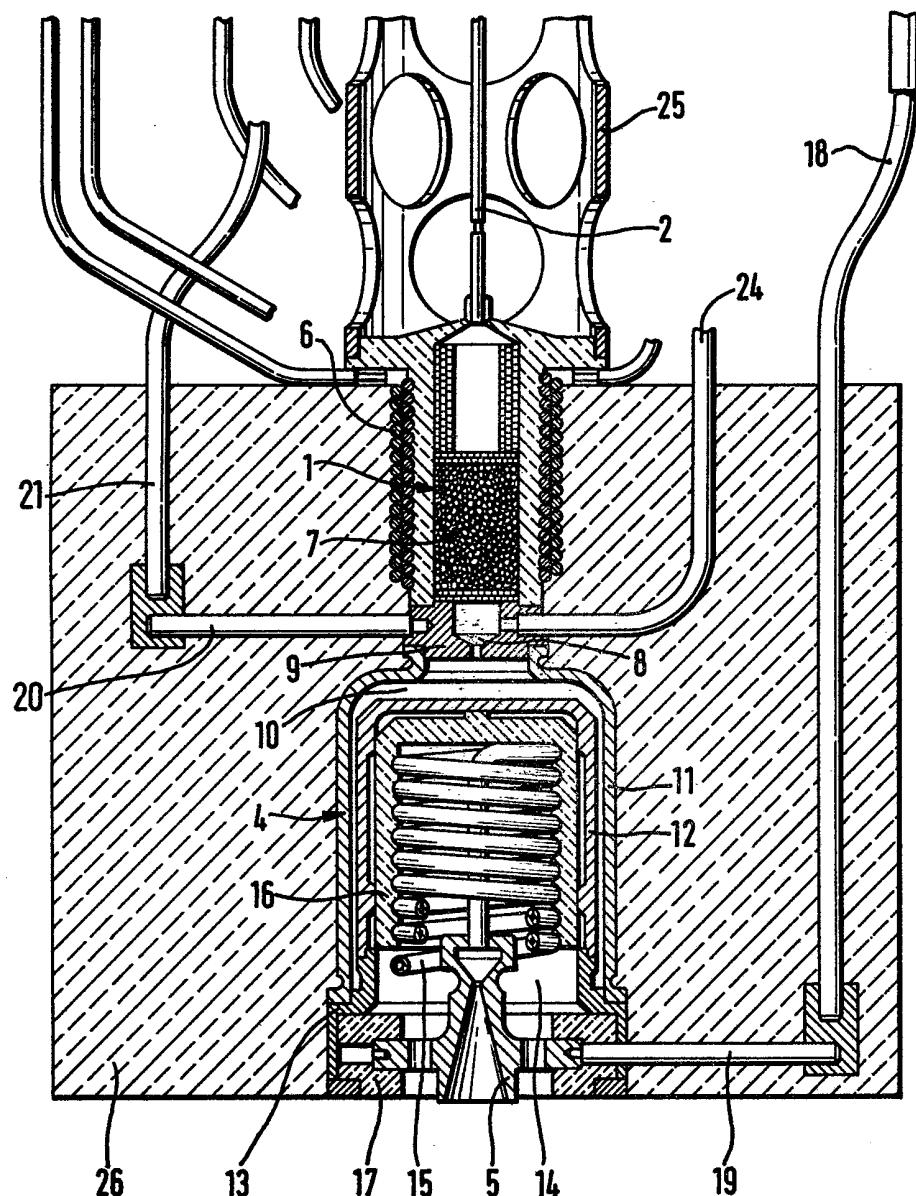


ORIGINAL

BERT, de KERAVENANT & HERRBURGER

Per Procuration
D. J. C. O. G.

Fig. 3



ORIGINAL

Cabinet
BERT, de KERAVENANT & HERRSCHER
Per Procuration
D. Decoy