



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Numéro de publication : **0 447 284 A1**

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt : **91400521.0**

⑤① Int. Cl.⁵ : **F42B 10/66**

㉔ Date de dépôt : **26.02.91**

③① Priorité : **14.03.90 FR 9003253**

④③ Date de publication de la demande :
18.09.91 Bulletin 91/38

⑧④ Etats contractants désignés :
BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE

⑦① Demandeur : **AEROSPATIALE SOCIETE
NATIONALE INDUSTRIELLE Société
Anonyme dite:
37, Boulevard de Montmorency
F-75016 Paris (FR)**

⑦② Inventeur : **Morgand, Jean-Pierre
22 rue du Moulinet
F-75013 Paris (FR)**

⑦④ Mandataire : **Bonnetat, Christian
CABINET BONNETAT 23, Rue de Léninegrad
F-75008 Paris (FR)**

⑤④ **Système pour le pilotage d'un missile au moyen de jets gazeux latéraux.**

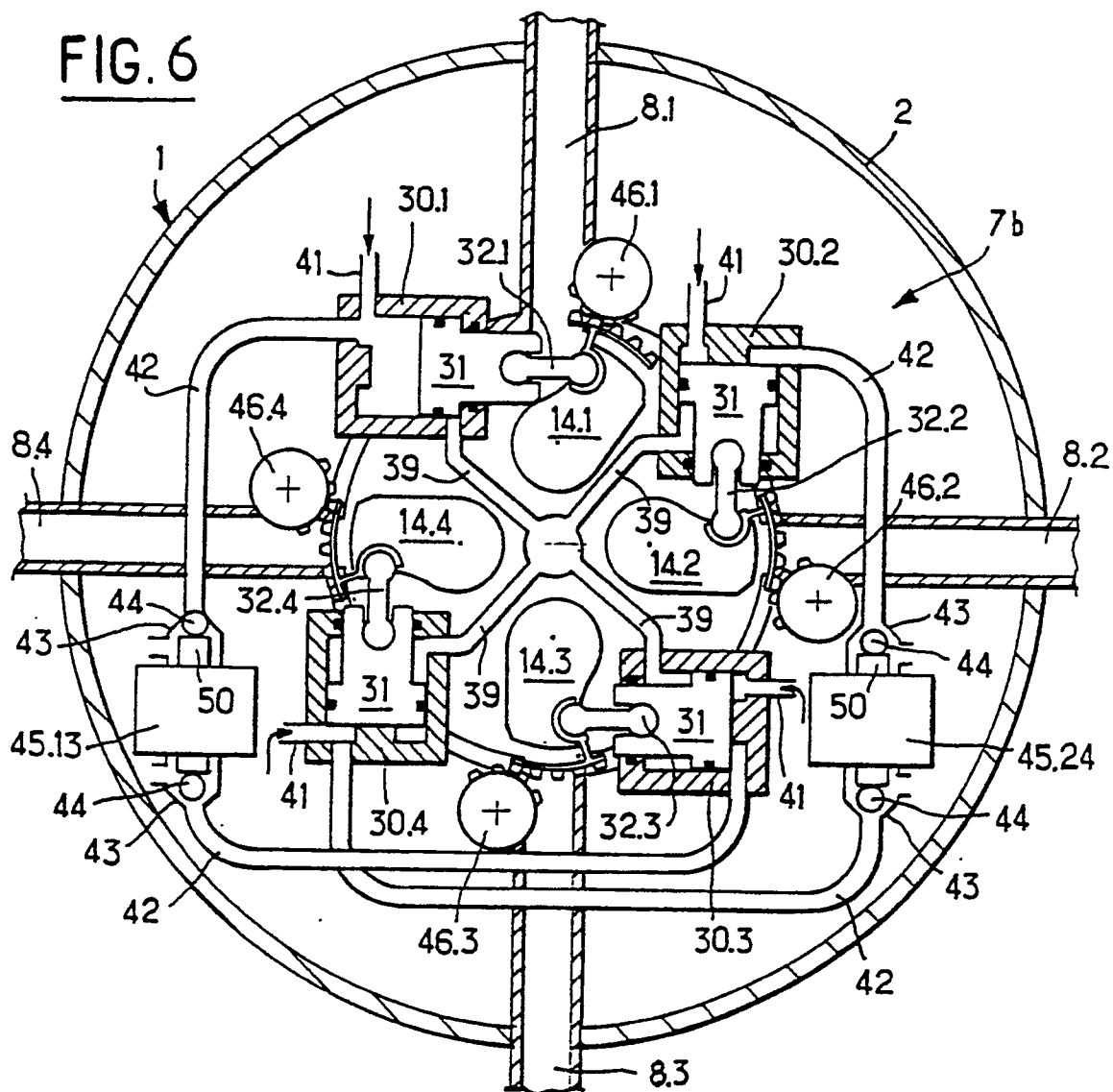
⑤⑦ **Système pour le pilotage d'un missile (1) au moyen de jets gazeux, comportant un générateur de gaz (9) susceptible d'être relié à au moins une paire de tuyères latérales (8) par l'intermédiaire de moyens d'obturation rotatifs (14), mobiles sous l'action de moyens moteurs (30) et commandant le passage des gaz à travers lesdites tuyères.**

Selon l'invention, ce système est caractérisé en ce que :

- à chaque tuyère (8) est associé un obturateur rotatif individuel (14) ;
- chaque obturateur (14) est commandé en rotation par le piston (31) d'un vérin (30), dont une chambre (38a) reçoit une partie du gaz engendré par ledit générateur de gaz (9), la position dudit piston étant commandée par le contrôle du débit dudit gaz à travers ladite chambre (38a) ;
- les chambres (38b) desdits vérins (30), opposées à celles (38a) recevant lesdits débits de gaz, sont reliées entre elles par un circuit de couplage (39) contenant un fluide incompressible sous pression ; et
- le volume dudit fluide incompressible sous pression est choisi pour qu'un des obturateurs (14) puisse être en position d'ouverture complète de la tuyère (8) associée, lorsque tous les autres obturateurs obturent complètement les tuyères qui leur correspondent.

EP 0 447 284 A1

FIG. 6



SYSTEME POUR LE PILOTAGE D'UN MISSILE AU MOYEN DE JETS GAZEUX LATERAUX

La présente invention concerne un système pour le pilotage d'un missile au moyen de jets gazeux latéraux et un missile comportant un tel système.

Il est déjà connu, notamment lorsqu'un missile doit être piloté avec de forts facteurs de charge, de prévoir à bord de ce missile des tuyères latérales, susceptibles d'être alimentées en gaz à partir soit d'un générateur de gaz du propulseur principal, soit d'un générateur de gaz spécialement prévu à cet effet. Ainsi, il en résulte des jets de gaz latéraux engendrant des forces propulsives transversales aptes à infléchir de façon rapide et importante la trajectoire du missile. On peut faire en sorte que les lignes d'action de telles forces transversales passent par le centre de gravité du missile, ou tout au moins au voisinage de ce centre de gravité et l'on dit alors que le missile est piloté en force, le temps de réponse à la commande étant alors particulièrement rapide. Cependant, ceci n'est pas une obligation et les lignes d'action desdites forces transversales peuvent passer en des points de l'axe du missile différents du centre de gravité. Lesdites forces transversales créent alors, de façon semblable à des gouvernes aérodynamiques classiques, des moments permettant la commande du missile en attitude par rapport au centre de gravité.

Par le brevet américain US-A-4 531 693 et par le brevet français FR-A-2 620 812, on connaît déjà un système pour le pilotage d'un missile au moyen de jets gazeux latéraux, comportant un générateur de gaz susceptible d'être relié à au moins une paire de tuyères latérales par l'intermédiaire de moyens d'obturation rotatifs, mobiles sous l'action de moyens moteurs et commandant le passage des gaz à travers lesdites tuyères.

Dans le système du brevet américain US-A-4 531 693, à chacune desdites tuyères est associé un obturateur rotatif individuel, lui-même individuellement commandé par un oscillateur. Grâce à cette structure, chaque obturateur rotatif peut présenter une faible inertie, de sorte que le temps de réponse des moyens d'obturation, et donc du pilotage, peut être très faible.

Par ailleurs, du fait que l'on dispose d'un oscillateur pour chacun desdits obturateurs, il est aisé de commander l'ensemble desdits oscillateurs pour que, à chaque instant, la position de chacun desdits obturateurs (ouverture complète, obturation totale ou obturation partielle) corresponde exactement à la phase de pilotage et/ou à l'état dudit générateur de gaz. En revanche, à cause de la commande desdits obturateurs rotatifs par des oscillateurs, une position commandée d'un obturateur par rapport à la tuyère correspondante n'est pas atteinte directement, mais par un train d'oscillations. De plus, ces oscillations peuvent induire des oscillations parasites dans le mis-

sile, compliquant le pilotage de celui-ci.

En revanche, dans le système du brevet français FR-A-2 620 812, pour assurer le nécessaire couplage de commande entre lesdites tuyères, on prévoit un obturateur rotatif commun aux deux tuyères, cet obturateur étant commandé par le piston d'un vérin dont les deux chambres reçoivent une partie du gaz engendré par ledit générateur, la position du piston dudit vérin, et donc celle dudit obturateur, étant commandée par contrôle du débit dudit gaz dans l'une desdites chambres du vérin. Grâce à une telle commande, l'obturateur rotatif peut atteindre sa position directement, sans oscillations. Toutefois, dans ce cas, l'obturateur rotatif est forcément important, de sorte que son inertie et son temps de réponse sont élevés.

L'objet de la présente invention est un système du type mentionné ci-dessus présentant, à la fois, des obturateurs à faible inertie et une commande d'obturateurs sans oscillations.

A cette fin, selon l'invention, le système pour le pilotage d'un missile au moyen de jets gazeux, comportant un générateur de gaz susceptible d'être relié à au moins une paire de tuyères latérales par l'intermédiaire de moyens d'obturation rotatifs, mobiles sous l'action de moyens moteurs et commandant le passage des gaz à travers lesdites tuyères est remarquable en ce que :

- à chaque tuyère est associé un obturateur rotatif individuel ;
- chaque obturateur est commandé en rotation par le piston d'un vérin, dont une chambre reçoit une partie du gaz engendré par ledit générateur, la position dudit piston étant commandée par le contrôle du débit dudit gaz à travers ladite chambre ;
- les chambres desdits vérins, opposées à celles recevant lesdits débits de gaz, sont reliées entre elles par un circuit de couplage contenant un fluide incompressible sous pression ; et
- le volume dudit fluide incompressible sous pression est choisi pour qu'un des obturateurs puisse être en position d'ouverture complète de la tuyère associée, lorsque tous les autres obturateurs obturent complètement les tuyères qui leur correspondent.

Ainsi, chaque obturateur peut présenter une faible inertie, et le positionnement de chaque obturateur commandé est déterminé, sans oscillations, par le vérin commandé correspondant, les vérins non commandés prenant une position déterminée par la répartition dudit fluide incompressible.

Afin de réduire au maximum l'inertie des obturateurs, chaque tuyère présente une section oblongue, au moins au voisinage de son col coopérant avec un

obturateur. Ainsi, chaque obturateur peut être constitué par un arbre solidaire d'une palette radiale en saillie, dont la face longitudinale d'extrémité coopère avec le col de la tuyère correspondante.

Avantageusement, afin de réduire le couple exercé par les gaz sur les obturateurs et tendant à s'opposer à l'ouverture de ceux-ci, la face latérale de la palette radiale, en regard du col de la tuyère en position d'ouverture dudit obturateur, est concave et courbe.

De préférence, lesdits obturateurs sont montés dans un bloc rigide solidaire de la structure dudit missile.

Lorsque lesdites tuyères sont ménagées dans des ailes dudit missile solidaires de la peau de celui-ci, il est avantageux que les pieds desdites tuyères soient emboîtés à frottement glissant dans ledit bloc rigide. Ainsi, on découple les déformations desdites tuyères du reste du missile.

Le contrôle du débit de gaz à travers un vérin est de préférence obtenu à l'aide d'un moteur linéaire déplaçant une bille, dans un évasement prévu sur le circuit dudit débit de gaz.

Lorsque le système comporte deux paires de tuyères latérales, les deux tuyères d'une paire étant diamétralement opposées et les tuyères d'une paire étant disposées dans un plan radial perpendiculaire au plan radial contenant les tuyères de l'autre paire, au maximum, un obturateur de chaque paire de tuyères est commandé simultanément à un obturateur de l'autre paire de tuyères.

Dans ce cas, il est préférable que les deux obturateurs d'une paire de tuyères soient commandés par le même moteur.

On prévoit alors, à bord du missile, des moyens de calcul susceptibles de résoudre le système d'équations :

- (1) $f \cos \beta = F1 - F3$
- (2) $f \sin \beta = F4 - F2$
- (3) $F1 + F2 + F3 + F4 = P$ et
- (4) $F2 = F3$ ou $F1 = F4$

dans lequel

f est l'intensité d'une poussée radiale désirée, β est l'angle formé par ladite poussée radiale désirée avec la poussée radiale $F1$ provenant d'une desdites tuyères, et $F2, F3$ et $F4$ sont les poussées radiales provenant des trois autres tuyères.

On peut prévoir une réserve de fluide incompressible sous pression susceptible d'être reliée audit circuit de couplage. Une telle réserve peut être reliée audit circuit de couplage par un distributeur, susceptible de mettre ledit circuit de couplage à l'échappement.

Les figures des dessins annexés feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 est une vue schématique d'un exem-

ple de réalisation du missile selon l'invention, avec arrachement partiel.

La figure 2 est une coupe transversale partielle, à plus grande échelle, du missile selon l'invention, suivant la ligne II-II de la figure 1.

La figure 3 est une coupe longitudinale partielle du missile selon l'invention, les parties gauche et droite de cette figure correspondant respectivement aux lignes III-III et III'-III' de la figure 2.

Les figures 4 et 5 illustrent schématiquement les moyens d'actionnement de chaque organe d'obturation.

La figure 6 illustre schématiquement une application des moyens d'actionnement des figures 4 et 5 à la commande de quatre organes d'obturation, deux à deux diamétralement opposés.

La figure 7 est un diagramme illustrant le fonctionnement du système de la figure 6.

La figure 8 montre le schéma électrique de commande du système de la figure 6.

La figure 9 montre une variante du système de commande de la figure 6.

Les figures 10a et 10b sont des schémas illustrant le fonctionnement du dispositif de la figure 9.

L'exemple de réalisation du missile 1 selon l'invention, montré schématiquement sur les figures 1 à 3, comporte un corps allongé 2 d'axe L-L pourvu d'ailes 3 et d'empennages 4. Les ailes 3 et les empennages 4 sont pourvus de gouvernes 5 et 6, respectivement. Les ailes 3 sont au nombre de quatre et elles sont deux à deux diamétralement opposées, les plans de deux ailes consécutives étant orthogonaux entre eux et passant par l'axe L-L. De même, les empennages 4 sont au nombre de quatre et ils sont deux à deux diamétralement opposés, les plans de deux empennages consécutifs étant orthogonaux entre eux et passant par l'axe L-L. De plus, les empennages 4 se trouvent dans les plans bissecteurs des ailes 3.

Au voisinage du centre de gravité G du missile 1, est prévu, dans le corps 2, un dispositif de pilotage en force 7 commandant quatre tuyères 8, deux à deux diamétralement opposées et disposées dans les ailes 3. Les tuyères 8 sont placées au voisinage de la chambre de combustion d'un générateur de gaz 9, par exemple à propergol solide, et sont reliées audit générateur 9, par des conduits 10.

Les tuyères 8 peuvent être mises en liaison avec les conduits 10 à travers un orifice d'entrée ou col 11 et elles débouchent à l'extérieur par un orifice de sortie 12, de plus grande section que l'orifice d'entrée 11, lesdits orifices 11 et 12 étant reliés par un divergent 13. Les orifices de sortie 12 se trouvent au niveau du bord longitudinal 3a des ailes 3, de sorte que les jets gazeux traversant les tuyères 8 sont écartés du corps 2 du missile et n'interfèrent que peu avec l'écoulement aérodynamique autour de la peau 2a dudit corps 2.

Comme cela sera expliqué plus en détail par la

suite, chacune des tuyères 8 est équipée, au niveau de son orifice d'entrée 11, d'un organe d'obturation ou obturateur rotatif 14 (non représenté sur la figure 1) permettant d'obturer ou au contraire de dégager au moins partiellement la tuyère 8 correspondante.

En vol sans facteur de charge important, l'action du dispositif de pilotage en force 7 n'est pas forcément nécessaire, car alors le missile 1 peut être piloté de façon classique grâce à ses gouvernes aérodynamiques 5 et 6. Par suite, si le générateur de gaz 9 est de type à fonctionnement commandé, il peut être à l'arrêt. Si le générateur de gaz 9 est du type à fonctionnement continu, les organes d'obturation 14 de deux tuyères opposées sont commandés pour que les jets de gaz qu'elles émettent exercent sur le missile des forces dont la résultante est nulle ; ainsi, dans ce cas, les organes d'obturation 14 des deux tuyères opposées sont constamment partiellement ouverts pour laisser échapper les gaz produits par le générateur 9.

En revanche, en vol avec facteur de charge important imposant un brusque changement d'orientation de la trajectoire du missile, il est nécessaire de faire fonctionner à plein au moins l'une des tuyères 8, pour obtenir ce brusque changement d'orientation. Alors, l'organe d'obturation 14 de la ou des tuyères commandées au fonctionnement est largement effacé, de sorte que le ou les jets gazeux latéraux et transversaux émis sont importants et obligent le missile 1 à changer brusquement de direction, alors que les organes d'obturation 14 des tuyères non commandées en fonctionnement obturent largement, si ce n'est totalement, les tuyères correspondantes.

On remarquera que, puisqu'elles sont incorporées aux ailes 3, les tuyères 8 présentent la forme d'un entonnoir aplati. L'orifice de sortie 12 est de forme oblongue, la grande dimension de sa section étant parallèle à l'axe longitudinal L-L du missile 1, tandis que la petite dimension de cette section est transversale audit axe L-L. Cette petite dimension transversale est avantageusement constante et les extrémités de l'orifice de sortie 12 peuvent être arrondies.

L'orifice d'entrée ou col 11, situé du côté intérieur du missile 1, est également de forme oblongue, de largeur constante et à extrémités arrondies. La section dudit col 11 est semblable à celle de l'orifice de sortie 12, mais plus petite que celle de cette dernière. Le divergent 13 se raccorde aux deux orifices 11 et 12 par une surface réglée.

Le rapport de section nécessaire pour détendre suffisamment les gaz de combustion provenant du générateur 9 s'obtient en grande partie par détermination des longueurs respectives des orifices 11 et 12.

Grâce à la structure oblongue des tuyères 8, les jets de pilotage latéraux présentent la forme de nappes ayant une faible dimension frontale pour l'écou-

lement aérodynamique. Par suite, les interactions entre lesdits jets de pilotage latéraux et ledit écoulement aérodynamique, déjà amoindries par l'écartement des orifices de sortie 12 de la peau 2a du corps 2, sont, sinon totalement supprimées, du moins encore plus réduites, de sorte que les éléments aérodynamiques 3, 4, 5 et 6 peuvent continuer à remplir leur fonction en coopérant avec l'écoulement aérodynamique, même lorsque les jets latéraux de pilotage sont utilisés à leur puissance maximale.

Comme cela est particulièrement visible sur la figure 3, le dispositif de pilotage en force 7 est composé de deux parties 7a et 7b, à savoir une partie 7a dans laquelle sont montés les organes d'obturation 14 et une partie 7b destinée à la commande desdits organes d'obturation.

La partie 7a du dispositif de pilotage en force 7 comporte un bloc rigide central 15, coaxial à l'axe L-L et formant boîtier à l'intérieur duquel sont disposés les organes d'obturation mobiles 14. Le bloc rigide 15 est relié rigidement à la structure interne au corps 2 du missile 1 par des viroles d'extrémité 16, 17. Ce bloc rigide 15 est creux et comporte un évidement interne 18 en communication avec les conduits 10 par des ouvertures périphériques 19. Par ailleurs, le bloc rigide 15 comporte d'autres ouvertures périphériques, formant les cols de tuyère 11 et en communication avec l'évidement interne 18, sous la dépendance des organes d'obturation 14.

Les organes d'obturation rotatifs 14 comportent chacun un arbre 20 d'axe 1-1, parallèle à l'axe L-L du missile, monté par rapport au bloc rigide 15 sur des paliers à faible frottement 21, par exemple des roulements. Chaque organe d'obturation 14 comporte une palette radiale 22, solidaire de l'arbre 20 correspondant et en saillie vers l'extérieur, par rapport à celui-ci. La face longitudinale extérieure 22a des palettes radiales 22 coopère avec le col de tuyère 11 correspondant soit pour obturer celui-ci (voir la position des organes d'obturation 14 de gauche et du haut sur la figure 2), soit pour dégager au moins partiellement ledit col de tuyère 11 (voir la position des organes d'obturation 14 de droite et du bas sur la figure 2).

Lorsque les organes d'obturation 14 sont dans cette position d'obturation, ils isolent l'évidement interne 18 des tuyères 8 et donc celles-ci des conduits 10. En revanche, lorsque les organes d'obturation 14 sont dans leur position de dégagement des cols 11, ils mettent en communication les tuyères 8 avec les conduits 10, à travers lesdits cols de tuyère 11, l'évidement interne 18 et les ouvertures périphériques 19.

Les axes 1-1 des organes d'obturation 14 sont respectivement disposés dans le plan longitudinal médian des tuyères 8.

Afin de limiter le couple s'opposant à l'ouverture des cols de tuyères 11 par les organes d'obturation 14 (ce couple étant dû à la mise en vitesse des gaz et à la dépression qui en résulte au niveau desdits cols de

tuyère 11), la face latérale 22b des palettes 22, en regard des cols de tuyère 11 en position ouverte desdits organes d'obturation 14, est concave et courbe, profilée pour former avec la paroi interne 18a de l'évidement interne 18 un convergent en direction desdits cols de tuyère 11. Ainsi, les faces latérales courbes 22a servent de faces d'appui pour la mise en vitesse des gaz et reportent la dépression engendrée à distance des axes de rotation 1-1 des organes d'obturation 14.

La saillie des palettes 22 par rapport aux arbres 20 est réduite de manière à ce que chaque organe d'obturation 14 présente une inertie de rotation et un débattement de manoeuvre très faibles, de façon à obtenir un temps de réponse très court avec une puissance de commande minimale. On voit ainsi que, grâce à un tel mode de réalisation des organes d'obturation 14, ceux-ci présentent une très faible inertie, ce qui leur permet d'avoir un temps de réponse très réduit, et limitent le couple qui s'oppose à l'ouverture des cols de tuyère, ce qui évite de prévoir des systèmes de compensation complexes.

Bien entendu, la face extérieure 22a des organes d'obturation 14, possède un jeu minimal par rapport à la paroi interne 18a du bloc 15, afin de réduire les fuites en position fermée, tout en autorisant les dilatations provoquées par la température élevée des gaz, par exemple lorsque ceux-ci proviennent d'un générateur de gaz 9 du type à poudre. Le choix des matériaux constitutifs du bloc 15 et des organes d'obturation 14, ainsi que le choix de leur forme peuvent contribuer également à la minimisation des frottements : on utilise par exemple du carbone, du molybdène, protégés ou non par des revêtements ou manchons de protection thermique.

Par ailleurs, comme cela est montré sur les figures 2 et 3, les pieds 8a des tuyères 8 sont emboîtés dans des empreintes 23, de forme correspondante, prévues dans la paroi externe du bloc rigide 15, de façon à ce que la liaison entre lesdites tuyères 8 et ledit bloc rigide 15 soit du type à ajustement glissant. Ainsi, les tuyères 8, qui sont solidaires de la peau 2a du corps 2, peuvent suivre les déformations de celle-ci. On dissocie ainsi les déformations entre la structure rigide interne du missile 1 et la peau externe 2a du corps 2, dues en partie au facteur de charge important auquel est soumis le missile 1 au cours des manoeuvres en pilotage en force, déformations qui engendreraient des perturbations de fonctionnement.

Comme cela est visible sur la figure 3, les arbres 20 des organes d'obturation 14 pénètrent à l'intérieur de la partie 7b (seulement représentée par un contour en trait mixte) du dispositif de pilotage en force 7, destinée à la commande desdits organes d'obturation 14. Sur les figures 4 à 8, on a représenté schématiquement des modes de réalisation de cette partie de commande 7b.

On peut voir, sur les figures 4 et 5, qu'à chaque organe d'obturation 14 est associé un vérin 30, dont le piston 31 est relié à l'arbre 20 dudit organe 14 par une liaison mécanique 32, comportant, dans l'exemple représenté, un bras radial 33, solidaire en rotation dudit arbre 20 autour de l'axe 1-1, et une biellette 34, respectivement articulée en 35 et 36 sur ledit bras 33 et sur la tige 37 dudit piston 31.

Le piston 31 partage l'intérieur du cylindre 38 du vérin 30 en deux chambres 38a et 38b. Dans la chambre 38b débouche un conduit 39, introduisant un fluide incompressible sous pression destiné à repousser le piston 31 vers la chambre 38a, susceptible de communiquer une position au piston 31, telle que l'organe d'obturation 14 obture alors le col 11 de la tuyère 8 (voir la figure 4). Dans ce cas, le piston 31 peut venir en appui contre une butée 40, prévue dans la chambre 38a et délimitant le volume minimal que celle-ci peut occuper.

Dans ce volume minimal de la chambre 38a débouchent un conduit d'admission 41 de section calibrée et un conduit d'échappement 42 de section modulable. Le conduit d'admission 41 reçoit une partie, par exemple de l'ordre de 1%, du flux gazeux engendré par le générateur 9 en étant par exemple relié à un conduit 10. Le conduit d'échappement 42 est mis à l'air, en étant par exemple relié à l'extérieur du missile 1, de sorte qu'une légère pression po règne dans la chambre 38a. Pour pouvoir moduler de façon précise et rapide la section dudit conduit d'échappement 42, l'extrémité libre de celui-ci est prolongée par une partie 43 évasée en entonnoir et une bille réfractaire 44 est prévue pour pouvoir se déplacer à l'intérieur de ladite partie évasée 43, dans l'axe de celle-ci. Un moteur 45, par exemple un moteur électrique linéaire, est prévu pour un tel déplacement de ladite bille 44. On voit qu'avec un tel dispositif, la bille 44 est automatiquement centrée par rapport au conduit 42 en position d'obturation.

Un organe 46, par exemple un potentiomètre rotatif, est lié à l'arbre 20, par exemple par l'intermédiaire d'un engrenage 47 lié à l'arbre dudit potentiomètre et d'une crémaillère circulaire 48, centrée sur l'axe 1-1 et solidaire du bras radial 33, pour mesurer la position en rotation dudit organe d'obturation 14.

Lorsque le moteur 45 est commandé pour rétracter la bille 44 et libérer complètement le conduit d'échappement 42 (voir la figure 4), c'est-à-dire pour dégager entre ladite bille 44 et la paroi en regard de l'entonnoir 43 une section de passage au moins égale à la section du conduit d'échappement 42, le courant gazeux entrant par le conduit d'admission 41 s'échappe librement à travers ledit conduit d'échappement 42, de sorte que ce courant gazeux n'exerce que la légère pression po sur le piston 31, qui est repoussé contre la butée 40 par l'action du fluide incompressible amené par le conduit 39. Dans cette position du piston 31, la liaison mécanique 32 impose

à l'organe d'obturation 14 une position pour laquelle il obture complètement le col de tuyère 11. Cette position d'obturation est détectée par l'organe de mesure 46.

En revanche, si le moteur 45 est commandé, à partir de la position d'obturation montrée par la figure 4, pour rapprocher la bille 44 du conduit d'échappement 42, ladite bille délimite avec la paroi en regard de l'entonnoir 43 une section de passage qui va en diminuant. Dès que cette section de passage devient inférieure à la section du conduit d'échappement 42, il y a obstacle à l'écoulement du courant gazeux entrant par le conduit d'admission 41, de sorte que la pression gazeuse augmente à l'intérieur de la chambre 38a, au-delà de la valeur p_0 . Dès que cette pression est suffisamment grande pour vaincre l'action du fluide incompressible amené par le conduit 39, le piston 31 se déplace vers la gauche de la figure 4 et la liaison mécanique 32 fait tourner l'organe d'obturation 14 dans le sens du dégagement du col de tuyère 11 (sens des aiguilles d'une montre sur la figure 4). Le gaz engendré par le générateur 9 et amené audit col 11 à travers les conduits 10 et l'évidement 18 peut alors s'échapper à travers la tuyère 8. A chaque instant, la position d'ouverture partielle correspondante de l'organe d'obturation 14 est indiquée par l'organe de mesure 46.

Si le rapprochement de la bille 44 du conduit d'échappement 42 continue, sous l'action du moteur 45, jusqu'à ce que ladite bille 44 vienne au contact de la paroi de l'entonnoir 43 (voir la figure 5), la section de passage du courant gazeux entrant par le conduit d'admission 41 devient nulle et la pression à l'intérieur de la chambre 38a prend la valeur de la pression des gaz engendrés par le générateur 9. Dans cette situation, le piston 31 est suffisamment repoussé à l'encontre de l'action du fluide incompressible amené par le conduit 39 pour que la liaison mécanique 32 impose à l'organe d'obturation une position pour laquelle il dégage complètement le col 11 de la tuyère 8.

Si maintenant le moteur 45 est commandé pour rétracter la bille 44, une section de passage de gaz est de nouveau disponible entre ladite bille 44 et la paroi en regard de l'entonnoir 43, de sorte que la pression diminue dans la chambre 38a et que le fluide incompressible amené par le conduit 39 peut repousser le piston 31 vers la droite des figures 4 et 5, l'organe d'obturation 14 tournant dans le sens de l'obturation du col 11 (sens inverse des aiguilles d'une montre sur les figures 4 et 5).

Il résulte de ce qui vient d'être décrit que, par contrôle du moteur 45, on peut contrôler la rotation relative de l'organe d'obturation 14 par rapport au col de tuyère 11, pour communiquer à cet organe d'obturation toutes les positions désirées entre l'obturation complète de la tuyère 8 (figure 4) et le dégagement complet de ladite tuyère (figure 5), la position instan-

tanée dudit obturateur étant mesurée par l'organe de mesure 46.

On conçoit donc aisément que le système des figures 4 et 5, utilisé pour chaque tuyère 8 du missile 1, permette de piloter en force ledit missile. Pour assurer le fonctionnement du vérin à double effet, il est préférable que la chambre 38a corresponde à la grande section motrice du piston 31 et donc que, du côté de la chambre 38b, la surface du piston 31 soit plus petite que du côté de la chambre 38a. Ceci est obtenu grâce à la présence de la tige de piston 37.

Ainsi, la position de l'organe d'obturation 14 par rapport au col de tuyère 11 résulte de l'équilibre des efforts entre le piston et l'obturateur correspondant.

Sur la figure 6, on a représenté schématiquement l'application du système des figures 4 et 5, au pilotage d'un missile 1 pourvu de quatre tuyères, deux à deux diamétralement opposées et réparties à 90° autour de l'axe L-L dudit missile. Sur cette figure, les références 8 désignent les tuyères sont respectivement affectées d'un indice i (avec $i = 1, 2, 3$ ou 4), progressant dans le sens des aiguilles d'une montre, autour de l'axe L-L, les dispositifs associés à une tuyère 8.i étant eux-mêmes affectés du même indice i . Ainsi, à chaque tuyère 8.i sont associés un organe d'obturation 14.i, un vérin 30.i dont le piston 31 est relié à l'organe d'obturation 14.i correspondant par une liaison 32.i, et un organe de mesure de position 46.i. Toutefois, au lieu de prévoir un moteur 45 par tuyère, dans ce mode de réalisation on associe un seul moteur 45 pour deux tuyères diamétralement opposées : c'est ainsi que le moteur 45.13 commande les organes d'obturation 14.1 et 14.3, respectivement associés aux tuyères 8.1 et 8.3, tandis que le moteur 45.24 commande les organes d'obturation 14.2 et 14.4, respectivement associés aux tuyères 8.2 et 8.4. Chacun de ces moteurs 45.13 et 45.24 est par exemple un moteur linéaire du type décrit dans le brevet FR-A-2 622 066, comportant un noyau allongé 50 mobile en translation parallèlement à lui-même. Une bille 44 est portée par chaque extrémité du noyau 50, pour pouvoir coopérer avec les entonnoirs 43 associés aux conduits d'échappement 42 des vérins 30.1 et 30.3, ou 30.2 et 30.4, correspondants, de façon que lorsqu'une bille 44 se rapproche de son entonnoir associé, l'autre bille 44 s'éloigne du sien et vice-versa.

Par ailleurs, les conduits 39 des quatre vérins 30.1 à 30.4 sont reliés entre eux, le fluide hydraulique emprisonné dans les conduits 39 et dans les chambres 38b des vérins 30.i étant sous pression.

De plus, afin d'optimiser l'impulsion spécifique du générateur 9, la section globale d'évacuation des gaz à travers les quatre paires tuyère 8 - obturateur 14, fixée par le volume du fluide hydraulique incompressible compris entre les quatre vérins 30.1 à 30.4, est choisie égale à l'ouverture complète d'un col 11 de tuyère 8.

Lorsque les deux moteurs 45.13 et 45.24 sont

dans leur position neutre (correspondant à la position du moteur 45.24 sur la figure 8), leurs billes 44 respectives sont écartées des entonnoirs 43 avec lesquels elles coopèrent et à égale distance de ceux-ci, de sorte que les sections d'échappement des quatre conduits 42 sont identiques. De ce fait, sous l'action du fluide hydraulique emprisonné entre les quatre chambres 38b et les conduits 42, les pistons 31 des quatre vérins 30.1 à 30.4 occupent des positions identiques et chacune des tuyères 8.1 à 8.4 est au quart ouverte.

Si, à partir de cette position neutre, l'un des moteurs 45.13 ou 45.24 est commandé, le noyau correspondant se déplace dans le sens imposé par la commande, en rapprochant une bille 44 de son entonnoir associé. Ainsi, l'un des organes d'obturation 14 s'ouvre plus, alors que les trois autres se ferment et occupent des positions d'obturation partielles identiques, grâce à l'égale répartition du fluide incompressible compris dans les chambres 38b et les conduits 42. Une telle commande peut se poursuivre jusqu'à ce que l'un des obturateurs soit complètement ouvert, alors que les trois autres sont complètement fermés. Cette dernière situation est représentée sur la figure 6, où l'organe d'obturation 14.1 est ouvert et les organes d'obturation 14.2, 14.3 et 14.4 sont en position de fermeture.

Dans le cas où les deux moteurs 45.13 et 45.24 sont commandés, deux organes d'obturation 14 prennent des positions d'ouverture commandées, qui sont fonction des commandes, alors que les deux autres organes d'obturation prennent des positions d'obturation partielles identiques, à cause de la répartition égale dudit fluide hydraulique incompressible dans le circuit des chambres 38b et des conduits 39. L'ouverture globale des deux organes d'obturations commandés correspond au maximum à l'ouverture complète d'un seul organe d'obturation, lorsque les deux autres organes d'obturation sont fermés, chacun desdits organes pouvant alors dégager au maximum la moitié du col de tuyère correspondant, configuration qui est représentée sur la figure 2.

Puisque, de façon connue, la poussée transversale délivrée par un jet gazeux sortant d'une tuyère 8 est une fonction directe de l'ouverture de ladite tuyère, on voit que la poussée transversale fournie par le système de la figure 8 autour de l'axe L-L du missile s'inscrit dans un carré 51 centré sur ledit axe (voir la figure 7).

Les sommets du carré 51 se trouvent sur l'axe des tuyères 8.1, 8.2, 8.3 et 8.4 et ils correspondent aux poussées maximales F1M, F2M, F3M et F4M susceptibles d'être fournies par chacune desdites tuyères, lorsque les trois autres sont complètement obturées, chacune de ces poussées maximales étant égale à la poussée P susceptible d'être délivrée par le générateur 9. Sur la figure 7, on a également représenté le cercle 52 de rayon P, qui correspond à une

distribution théorique homogène de la poussée du générateur 9 autour de l'axe L-L. On voit que pour se rapprocher de cette distribution théorique et donc optimiser encore plus le système de l'invention, il est avantageux d'augmenter le nombre de paires de tuyères diamétralement opposées, afin que le carré 51 se transforme en un polygone inscrit, suivant au plus près ledit cercle 52.

Comme le montre la figure 8, à bord du missile 1 sont prévus des moyens de calcul 53, destinés à commander les moteurs 45.13 et 45.24 pour obtenir, pour le pilotage en force du missile 1, toute poussée transversale désirée, inscrite dans le carré 51. A cet effet, sur leur entrée 54, les moyens de calcul 53 reçoivent (d'un dispositif de pilotage non représenté), l'intensité et l'orientation de cette poussée désirée. En se reportant également à la figure 7, il est supposé que cette intensité doit être égale à f et que l'orientation est donnée par l'angle β que fait ladite poussée par rapport à l'axe de la tuyère 8.1.

On désigne ci-après par F1, F2, F3 et F4 les poussées transversales, respectivement dues aux tuyères 8.1 à 8.4.

Comme le montre la figure 7, on peut écrire :

$$(1) f \cos \beta = F1 - F3 \text{ et}$$

$$(2) f \sin \beta = F4 - F2$$

Par ailleurs, on sait que :

$$(3) F1 + F2 + F3 + F4 = P,$$

P étant la poussée du générateur 9.

Enfin, à cause de la répartition uniforme du fluide compressible dans les chambres 38b et les conduits 39, on a

$$(4) F2 = F3 \text{ ou } F1 = F4$$

Les moyens de calcul 53 disposent donc d'un système de quatre équations à quatre inconnues et ils calculent F1, F2, F3 et F4 à partir de f , β et P. Ils délivrent alors des ordres aux moteurs 45.13 et 45.24, qui commandent respectivement les vérins 30.1 à 30.4. Ceux-ci à leur tour, par l'intermédiaire des organes d'obturations 14.1 à 14.4, déplacent les organes de mesure de position 46.1 à 46.4. Les mesures de ceux-ci sont représentatives de l'ouverture desdits organes d'obturation et donc des poussées réellement commandées F1 à F4, de sorte que lesdites mesures sont adressées aux moyens de calcul 53 qui peuvent ainsi contrôler la bonne exécution de leurs ordres.

Dans la variante de réalisation montrée par la figure 9, on retrouve le système de la figure 6. On a prévu de plus une réserve 55 de fluide incompressible susceptible d'être reliée au circuit 39, à travers un distributeur 56.

La réserve 55 présente par exemple la forme d'un vérin dont le piston 57 est soumis à une pression, par exemple grâce à une partie des gaz provenant du générateur 9. Dans ce cas, un orifice 58 permet l'entrée desdits gaz. Ainsi, le piston 57 est pressé en direction du distributeur 56 et met sous pression le fluide incompressible contenu dans le vérin 55.

Le distributeur 56, outre sa liaison 59 à la réserve 55 comporte une liaison 60 au circuit 39 et un orifice 61 à l'échappement. Sur la figure 9, le distributeur 56 isole la réserve 55 du circuit 39. En revanche, sur la figure 10a, le distributeur 56 est dans une position pour laquelle, la réserve 55 peut introduire du fluide incompressible dans le circuit 39. Enfin, sur la figure 10b, le distributeur permet de relier le circuit 39 avec l'échappement 61.

On voit ainsi que la réserve 55, associée au distributeur 56, permet d'assurer un volume constant de fluide incompressible dans le circuit 39, dans une large gamme de températures. De plus, dans le cas où le générateur 9 est du type dans lequel la vitesse combustion est sensible à la pression, on voit que l'on peut réduire cette vitesse, par mise à l'échappement à travers le distributeur 56, lorsque ledit générateur 9 fonctionnant, on est dans une phase de pilotage ne nécessitant pas de poussée transversale de pilotage en force.

Le distributeur 56 est commandé par la sortie 62 du calculateur 53.

Revendications

1 - Système pour le pilotage d'un missile (1) au moyen de jets gazeux, comportant un générateur de gaz (9) susceptible d'être relié à au moins une paire de tuyères latérales (8) par l'intermédiaire de moyens d'obturation rotatifs (14), mobiles sous l'action de moyens moteurs (30) et commandant le passage des gaz à travers lesdites tuyères, caractérisé en ce que :

- à chaque tuyère (8) est associé un obturateur rotatif individuel (14) ;
- chaque obturateur (14) est commandé en rotation par le piston (31) d'un vérin (30), dont une chambre (38a) reçoit une partie du gaz engendré par ledit générateur de gaz (9), la position dudit piston étant commandée par le contrôle du débit dudit gaz à travers ladite chambre (38a) ;
- les chambres (38b) desdits vérins (30), opposées à celles (38a) recevant lesdits débits de gaz, sont reliées entre elles par un circuit de couplage (39) contenant un fluide incompressible sous pression ; et
- le volume dudit fluide incompressible sous pression est choisi pour qu'un des obturateurs (14) puisse être en position d'ouverture complète de la tuyère (8) associée, lorsque tous les autres obturateurs obturent complètement les tuyères qui leur correspondent.

2 - Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au moins au niveau de son col (11) coopérant avec un obturateur (14), chaque tuyère (8) présente une section oblongue.

3 - Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque obturateur comporte un

arbre (20) solidaire d'une palette radiale (22) en saillie, dont la face longitudinale d'extrémité (22a) coopère avec le col (11) de la tuyère (8) correspondante.

4 - Système selon la revendication 3, caractérisé en ce que la face latérale (22b) de la palette radiale (22), en regard du col (11) de la tuyère (8) en position d'ouverture dudit obturateur (14), est concave et courbe.

5 - Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdits obturateurs sont montés dans un bloc rigide (15) solidaire de la structure dudit missile (1).

6 - Système selon la revendication 5, dans lequel lesdites tuyères (8) sont ménagées dans des ailes (3) dudit missile solidaires de la peau (2a) de celui-ci, caractérisé en ce que les pieds (8a) desdites tuyères (8) sont emboîtés à frottement glissant dans ledit bloc rigide (15).

7 - Système selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le contrôle du débit de gaz à travers un vérin est obtenu à l'aide d'un moteur linéaire (45) déplaçant une bille (44) dans un évasement (43) prévu sur le circuit dudit débit de gaz.

8 - Système selon l'une des revendications 1 à 7, comportant deux paires de tuyères latérales, les deux tuyères d'une paire étant diamétralement opposées et les tuyères d'une paire étant disposées dans un plan radial perpendiculaire au plan radial contenant les tuyères de l'autre paire, caractérisé en ce que, au maximum, un obturateur de chaque paire de tuyères est commandé simultanément à un obturateur de l'autre paire de tuyères.

9 - Système selon les revendications 7 et 8, caractérisé en ce que les deux obturateurs d'une paire de tuyères sont commandés par le même moteur (45.13 ou 45.24).

10 - Système selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de calcul (53) susceptibles de résoudre le système d'équations :

$$(1) f \cos \beta = F1 - F3$$

$$(2) f \sin \beta = F4 - F2$$

$$(3) F1 + F2 + F3 + F4 = P \text{ et}$$

$$(4) F2 = F3 \text{ ou } F1 = F4$$

dans lequel

f est l'intensité d'une poussée radiale désirée,

β est l'angle formé par ladite poussée radiale désirée avec la poussée radiale F1 provenant d'une desdites tuyères, et F2, F3 et F4 sont les poussées radiales provenant des trois autres tuyères.

11 - Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte une réserve (55) de fluide incompressible sous pression susceptible d'être reliée audit circuit de couplage (39).

12 - Système selon la revendication 11,

caractérisé en ce que ladite réserve (55) est reliée audit circuit de couplage (39) par un distributeur (56), susceptible de mettre ledit circuit de couplage (39) à l'échappement.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

10

FIG. 1

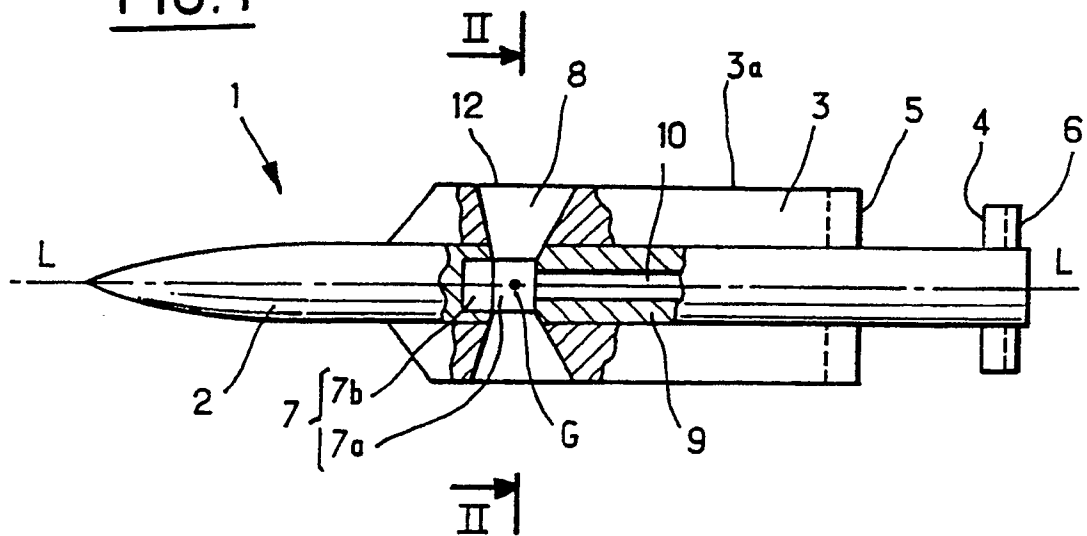


FIG. 8

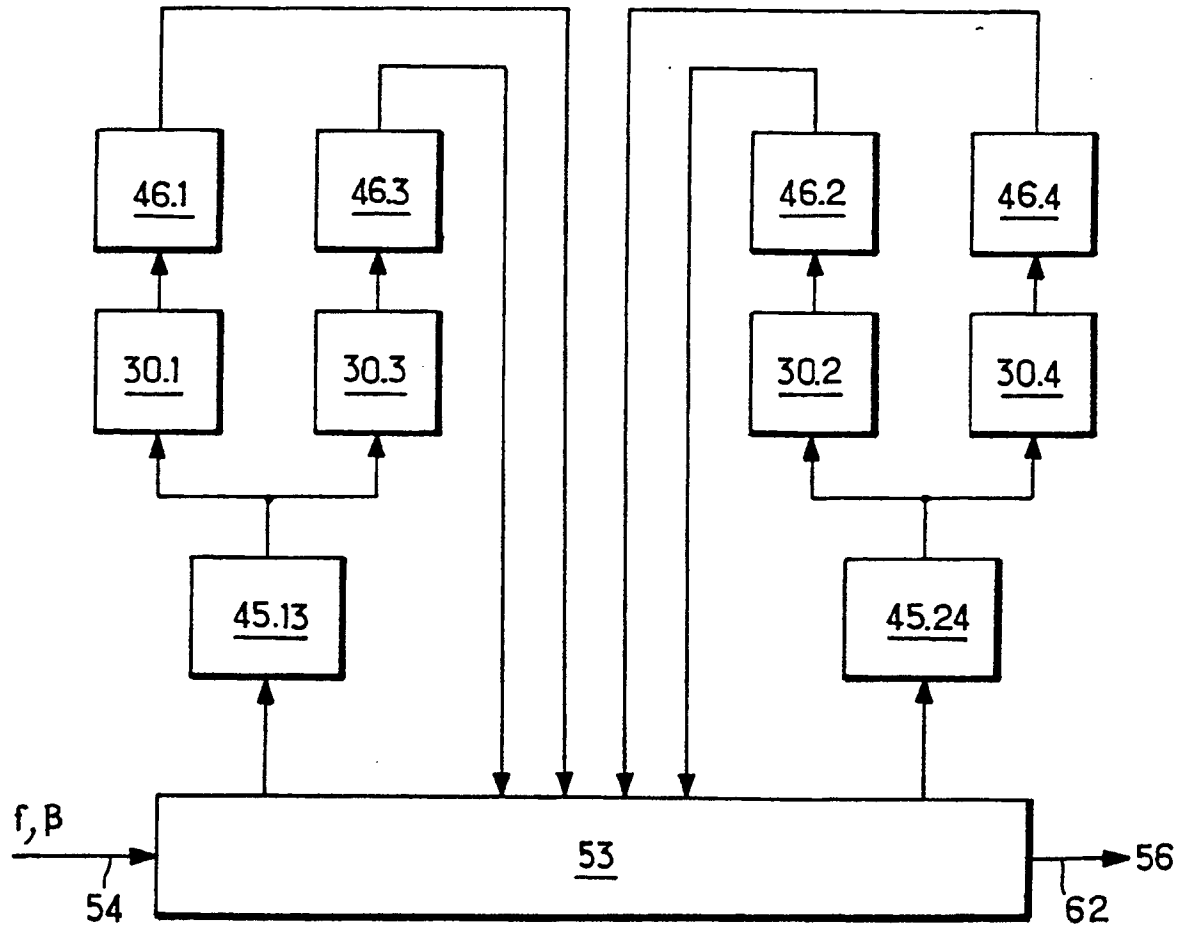
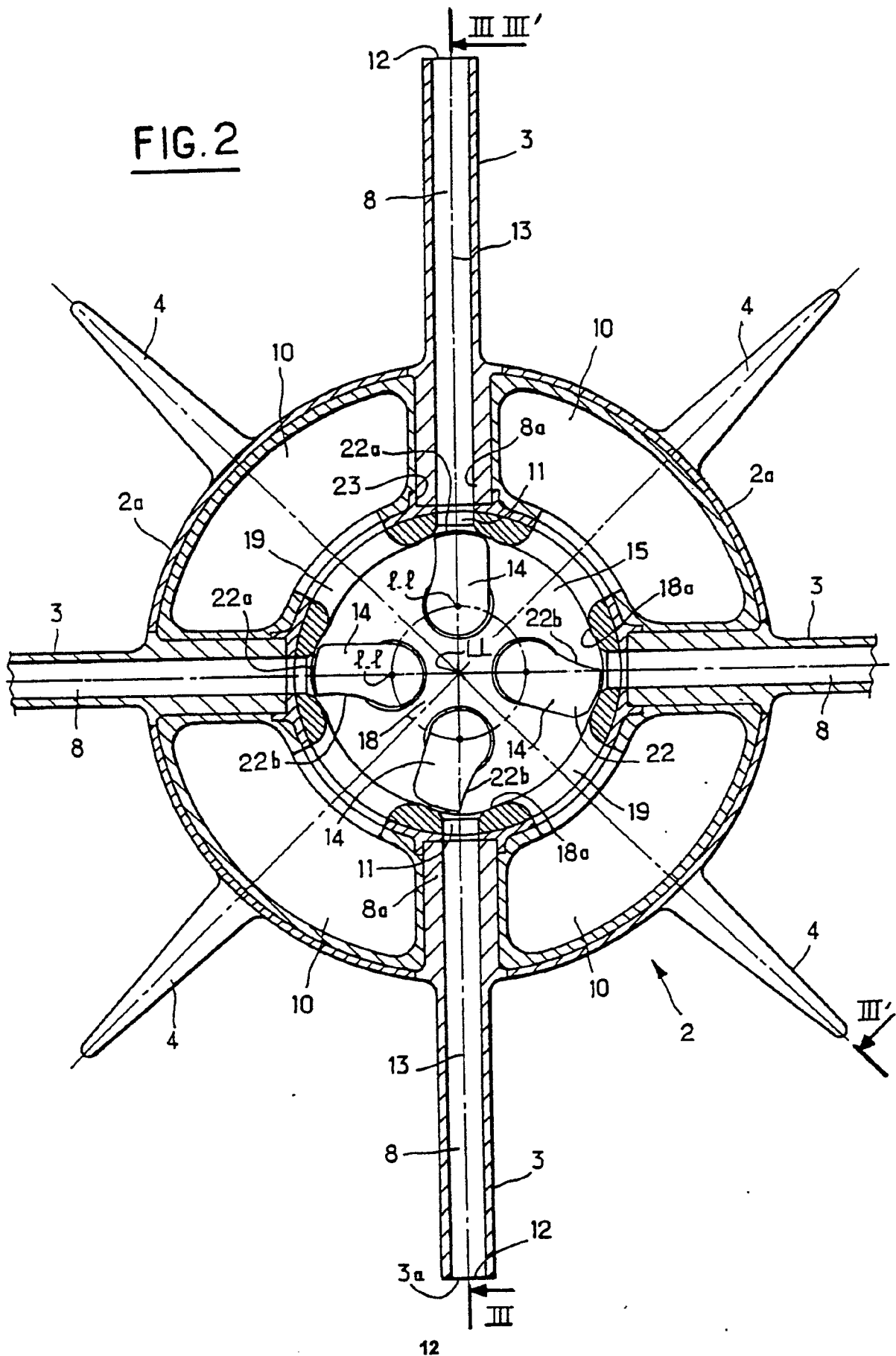


FIG. 2



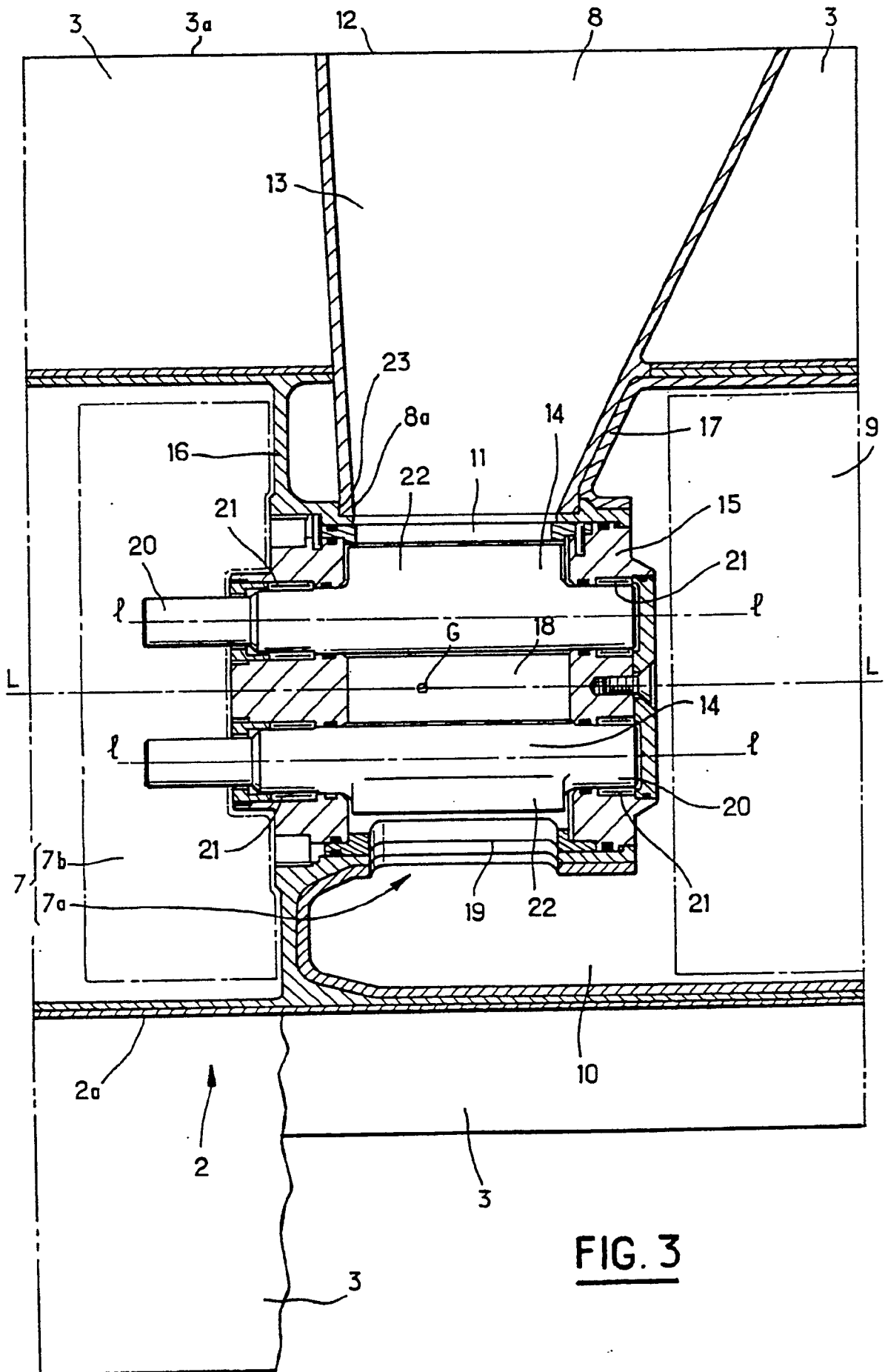


FIG. 4

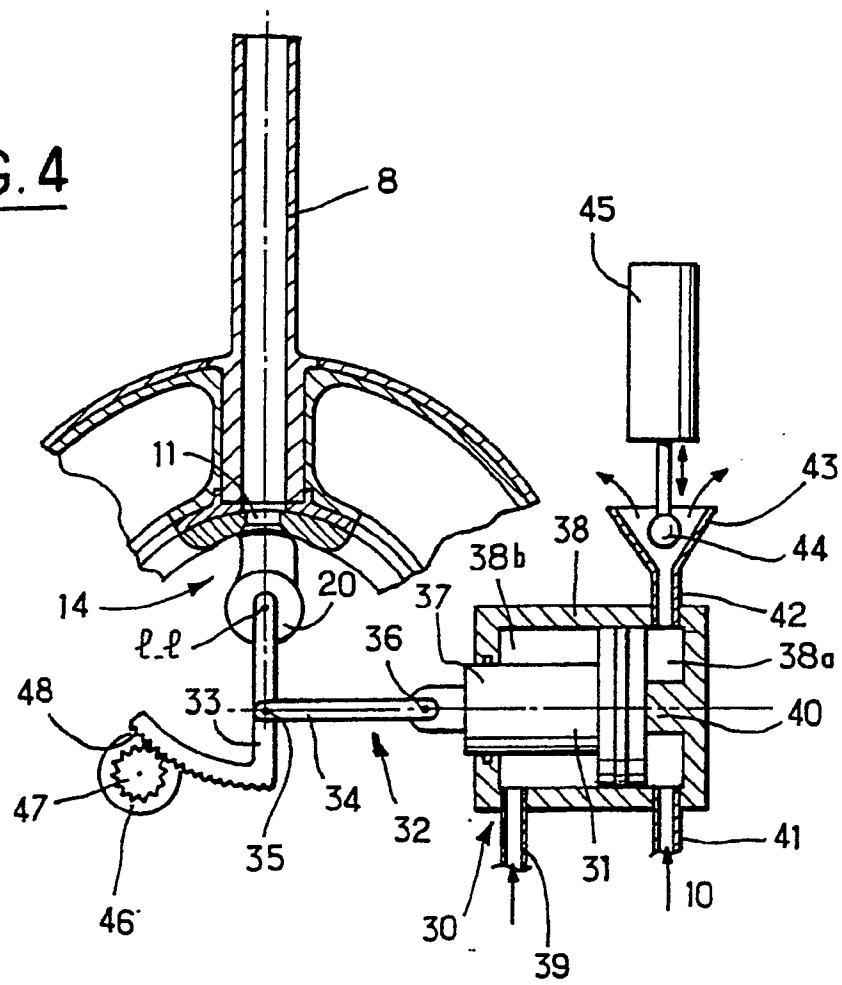


FIG. 5

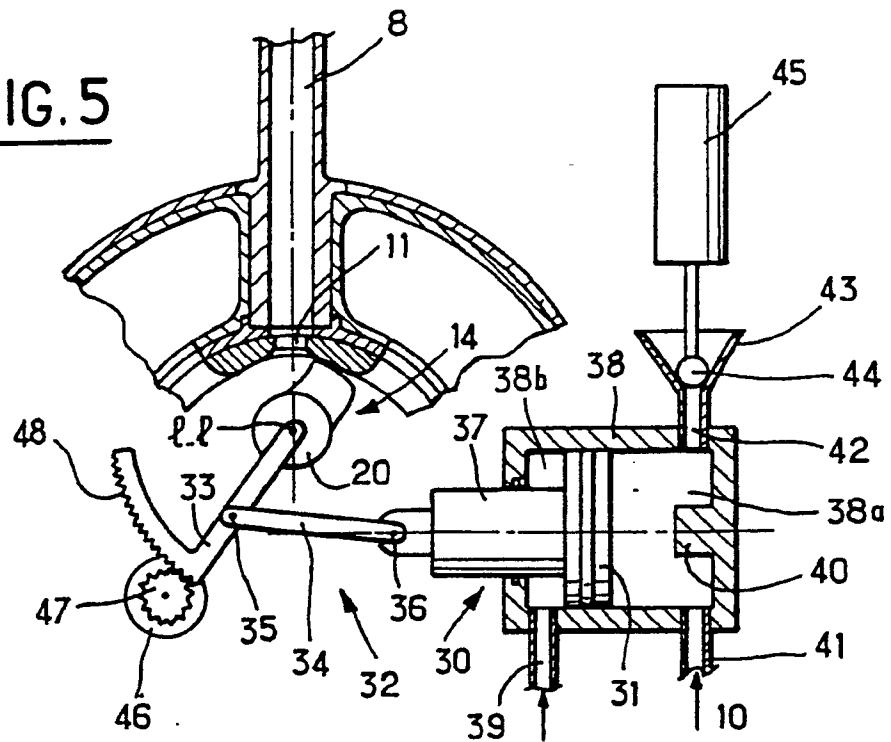


FIG. 6

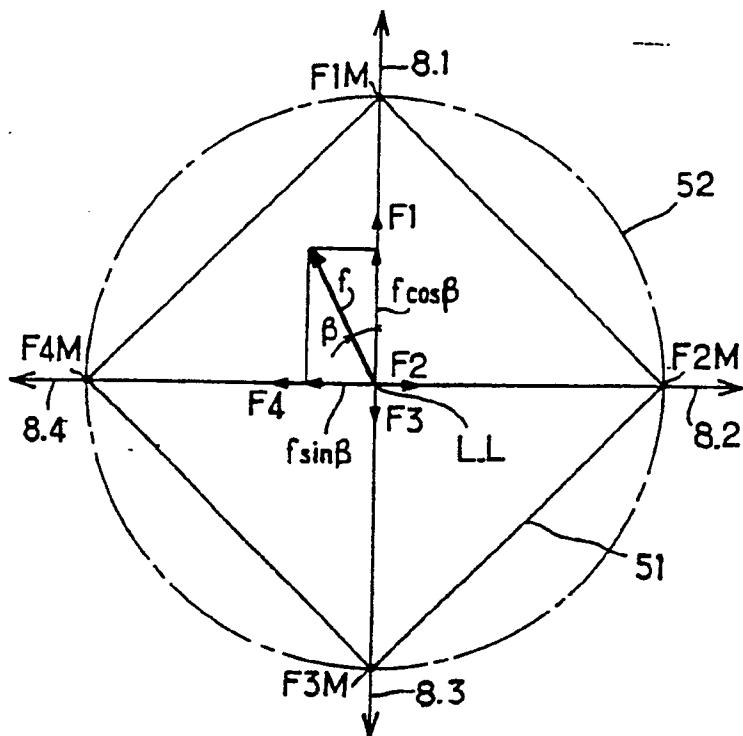
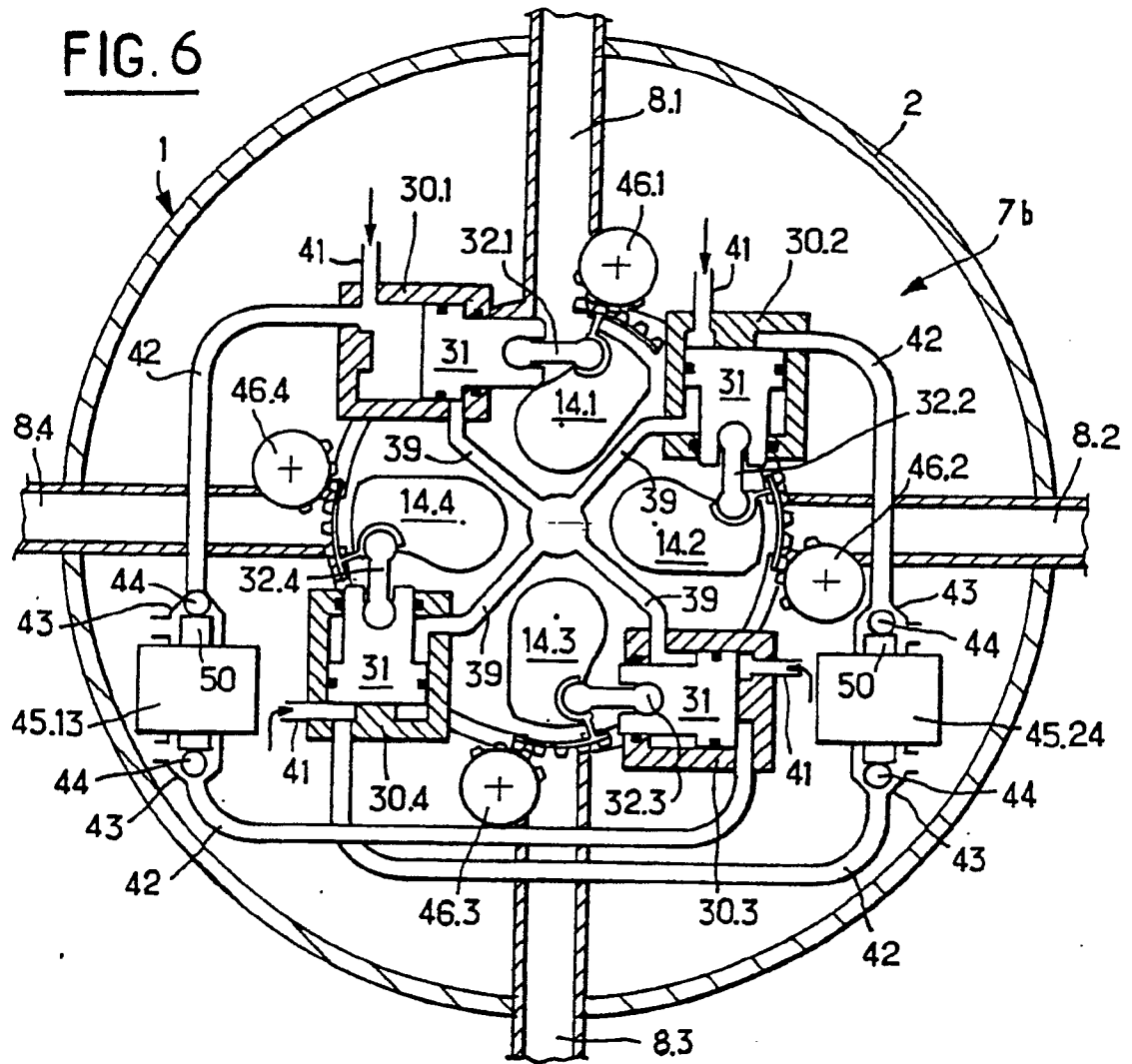


FIG. 7

FIG. 9

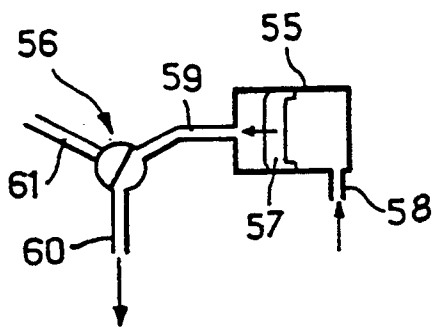
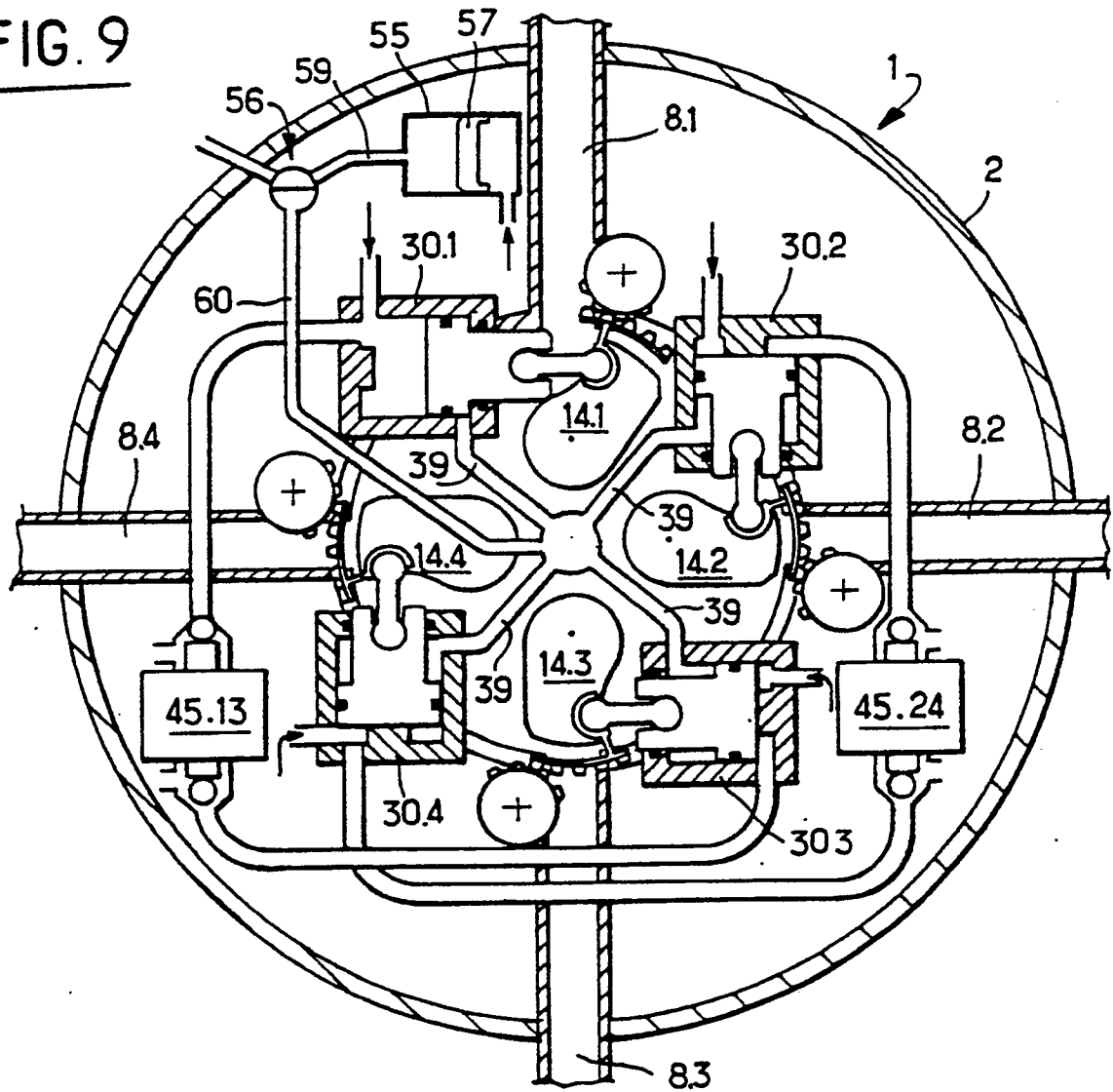


FIG. 10a

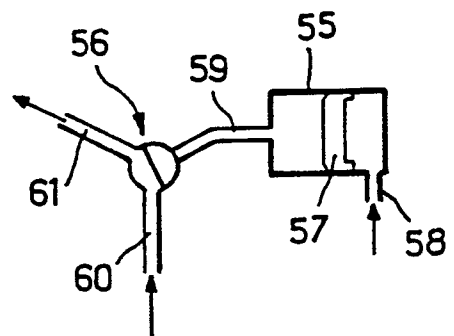


FIG. 10b



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 0521

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	EP-A-64433 (THOMSON-BRANDT) * page 4, ligne 25 - page 8, ligne 21; figures 2-3d *	1, 8, 9	F42B10/66
A	DE-A-2743371 (FORD AEROSPACE & COMMUNICATIONS CORP) * page 9, alinéa 3 - page 12, alinéa 1; figures 1-3 *	1, 7	
D,A	US-A-4531693 (RAYNAUD) * colonne 3, ligne 17 - colonne 6, ligne 2; figures 1-9 *	2, 3, 5, 6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			F42B B64C F02K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19 JUIN 1991	Examineur TRIANAPHILLOU P.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 02.82 (P/9402)