

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 715 084 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
17.05.2000 Bulletin 2000/20

(51) Int Cl.7: **F15B 15/12, B64C 13/40**

(21) Numéro de dépôt: **95402648.0**

(22) Date de dépôt: **23.11.1995**

(54) **Vérin rotatif conique et son application à la commande d'une gouverne d'aéronef**

Konischer Drehflügelantrieb und seine Verwendung zur Steuerung eines Scharniers eines Flugzeuges

A conical rotary actuator and its application to control an aircraft hinge

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT SE

(30) Priorité: **28.11.1994 FR 9414222**

(43) Date de publication de la demande:
05.06.1996 Bulletin 1996/23

(73) Titulaire: **AEROSPATIALE Société Nationale Industrielle**
75781 Paris Cédex 16 (FR)

(72) Inventeur: **Durand, Yves**
F-31840 Aussonne (FR)

(74) Mandataire: **Dubois-Chabert, Guy et al**
Société de Protection des Inventions
3, rue du Docteur Lanceraux
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 169 511 **DE-B- 1 024 804**
US-A- 2 870 748

EP 0 715 084 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne un vérin rotatif comprenant un corps intérieur et au moins un corps extérieur montés coaxialement l'un dans l'autre de façon à pouvoir être animés d'un mouvement de rotation relative, chacun des corps du vérin portant des palettes disposées de façon alternée pour définir deux séries de chambres de commande étanches à volume variable. Un tel vérin est connu du document US-A-2 870 748.

[0002] L'invention concerne également une gouverne d'aéronef comprenant au moins un panneau articulé dont le pivotement est commandé par un tel vérin rotatif.

[0003] Habituellement, le corps intérieur et le corps extérieur des vérins rotatifs présentent l'un et l'autre une configuration cylindrique et la hauteur des palettes portées par chacun de ces corps est uniforme d'une extrémité à l'autre de ces palettes. Le nombre de palettes équipant l'actionneur dépend principalement de l'amplitude du mouvement de pivotement que l'on désire commander.

[0004] Compte tenu de cette contrainte, les vérins rotatifs sont utilisés pour commander des mouvements de pivotement d'amplitude limitée entre deux pièces. Ils ont alors pour avantage de présenter un très faible encombrement puisqu'ils peuvent être placés selon l'axe de pivotement relatif entre les pièces. Par comparaison, la commande du même mouvement à l'aide d'un vérin linéaire impose de monter le vérin sur l'une des pièces, perpendiculairement à l'axe de pivotement et de le relier à l'autre pièce à l'aide d'un mécanisme incluant au moins une biellette articulée.

[0005] Dans un vérin rotatif, la pression appliquée alternativement dans chacune des deux séries de chambre du vérin tend à déformer en sens inverse les corps intérieur et extérieur du vérin. Par conséquent, l'étanchéité des chambres indispensable au fonctionnement du vérin ne peut être assurée que lorsque celui-ci ne dépasse pas une certaine longueur, pour une pression de commande donnée. Un vérin rotatif de conception cylindrique classique ne peut donc pas être utilisé pour commander la rotation relative de deux pièces lorsque le moment de charnière que l'on désire appliquer entre ces pièces excède une certaine valeur.

[0006] Lorsque le moment de charnière que l'on désire pouvoir appliquer entre les pièces est trop élevé, il est possible de placer bout à bout deux vérins rotatifs dont chacun est capable d'exercer la moitié du moment de charnière requis. Cependant, cela conduit à accroître très sensiblement le coût de l'installation, notamment du fait de la multiplication des paliers servant à transmettre les efforts entre les vérins et chacune des pièces. En effet, un vérin rotatif cylindrique classique est normalement en prise par deux paliers sur chacune des deux pièces dont il commande un mouvement de rotation relative. L'utilisation de deux vérins rotatifs pour commander ce mouvement nécessiterait donc huit paliers.

[0007] Les avantages d'encombrement présentés par

les vérins rotatifs rendent particulièrement attractif l'utilisation de tels vérins pour commander les gouvernes des aéronefs et notamment les élévons équipant les avions supersoniques.

[0008] En effet, le logement de tels vérins dans le bord d'attaque des gouvernes supprimerait toutes les perturbations aérodynamiques provoquées habituellement par la présence des vérins linéaires commandant les gouvernes, malgré la présence éventuelle de carénages sur ces vérins.

[0009] Du fait que les gouvernes présentent des rigidités différentes de celles de la voilure, il existe des différences entre les déformations en vol des gouvernes et de la voilure. Pour des raisons aérodynamiques, les valeurs maximales de ces différences doivent être aussi faibles que possible. Cela peut conduire à réaliser chaque gouverne sous la forme de plusieurs panneaux, qui doivent alors être commandés indépendamment les uns des autres. Dans l'hypothèse où l'on utiliserait deux vérins cylindriques par panneau, l'implantation des vérins dans la gouverne nécessiterait la présence de seize ou vingt quatre paliers selon que la gouverne serait découpée en deux ou trois panneaux.

[0010] Par ailleurs, la redondance imposée par les règles de sécurité impose généralement de commander les gouvernes des aéronefs à l'aide de trois circuits hydrauliques distincts. La prise en compte de cet impératif combinée avec la réalisation des gouvernes sous forme de plusieurs panneaux conduit naturellement à découper chaque gouverne en trois panneaux. L'utilisation de vérins rotatifs cylindriques impliquerait alors l'emploi de six vérins pour chaque gouverne, ce qui se traduirait par la présence de vingt quatre paliers. Cela rend cette solution trop coûteuse et pratiquement inacceptable.

[0011] L'invention a principalement pour objet un vérin rotatif de conception originale, présentant notamment, pour un encombrement diamétral donné, une puissance sensiblement supérieure à celle d'un vérin rotatif cylindrique classique.

[0012] L'invention a aussi pour objet un vérin rotatif dont la conception originale permet de réduire le nombre de paliers nécessaires à la transmission des efforts entre le vérin et les pièce et, par conséquent, le coût d'une installation utilisant de tels vérins.

[0013] L'invention a aussi pour objet un vérin rotatif dont la conception originale permet de réduire les déformations en torsion de l'un au moins des corps intérieur et extérieur du vérin, par rapport aux vérins rotatifs classiques.

[0014] Conformément à l'invention, ces résultats sont atteints au moyen d'un vérin rotatif, comprenant un corps intérieur et au moins un corps extérieur montés coaxialement l'un dans l'autre de façon à définir entre eux au moins un espace annulaire, des premières palettes et des deuxième palettes solidaires respectivement du corps intérieur et du corps extérieur et disposées de façon alternée dans ledit espace annulaire, pour y définir alternativement des premières et des

deuxièmes chambres de commande étanches à volume variable, dont une mise en pression alternée commande une rotation relative entre les corps intérieur et extérieur, caractérisé par le fait que l'un au moins des corps intérieur et extérieur présente une section évolutive, de telle sorte que les premières et deuxièmes palettes présentent une hauteur qui décroît d'une extrémité à l'autre de ces palettes.

[0015] Un vérin rotatif répondant à cette définition sera appelé par la suite "vérin rotatif conique". Cette désignation, qui découle du caractère évolutif de la section de l'espace annulaire formé entre les corps intérieur et extérieur du vérin, ne doit pas être considérée comme limitant la configuration de cet espace annulaire à une forme géométrique précise.

[0016] Dans une forme de réalisation préférentielle de l'invention, le corps extérieur est cylindrique et présente une section constante alors que le corps intérieur présente une section évolutive.

[0017] Dans ce cas, le corps intérieur peut notamment présenter une partie sensiblement tronconique et une partie sensiblement cylindrique prolongeant une extrémité de relativement petit diamètre de la partie sensiblement tronconique.

[0018] L'extrémité de relativement grand diamètre de la partie sensiblement tronconique du corps intérieur présente alors un diamètre extérieur sensiblement égal au diamètre intérieur du corps extérieur.

[0019] Dans la forme de réalisation préférentielle de l'invention, le corps intérieur constitue le rotor du vérin alors que le corps extérieur en constitue le stator. Une disposition inverse peut toutefois être adoptée dans certaines applications.

[0020] Le corps intérieur du vérin est avantageusement un corps tubulaire. Cette caractéristique permet de relier le corps intérieur à un circuit de conditionnement en température, assurant la circulation, à l'intérieur du vérin d'un fluide caloporteur apte à réchauffer ou à refroidir le vérin selon les conditions d'utilisation.

[0021] Dans la forme de réalisation préférentielle de l'invention, le vérin rotatif comprend deux corps extérieurs montés coaxialement sur deux parties du corps intérieur, chacune de ces deux parties portant des deuxième palettes disposées de façon alternée avec les premières palettes portées par chacun des corps extérieurs.

[0022] Le vérin rotatif présente alors avantageusement une symétrie par rapport à un plan médian coupant le corps intérieur en son milieu.

[0023] En outre, les hauteurs des premières et des deuxièmes palettes décroissent depuis le plan médian du vérin vers ses extrémités.

[0024] De préférence, le corps intérieur comprend, entre les deux parties portant les deuxièmes palettes, une partie centrale de transmission d'effort. De même, chacun des corps extérieurs comprend une partie terminale de transmission d'efforts, à proximité de chacune des extrémités du vérin.

[0025] L'invention a également pour objet une gouverne d'aéronef, comprenant au moins un panneau articulé sur un longeron arrière d'un élément de voilure d'aéronef, autour d'un axe d'articulation sensiblement parallèle à ce longeron arrière, et des moyens de commande de pivotement du panneau autour de cet axe d'articulation, caractérisée par le fait que les moyens de commande de pivotement comprennent au moins un vérin rotatif conique conforme à l'invention, logé dans le panneau selon son axe d'articulation.

[0026] Les parties terminales de transmission d'efforts du vérin rotatif sont alors montées dans des premiers paliers portés par le longeron arrière et la partie centrale de transmission d'efforts du vérin rotatif est montée dans un deuxième palier porté par le panneau. Grâce à cette caractéristique, on voit que la commande d'une gouverne formée de trois panneaux distincts ne nécessite que neuf paliers. Le nombre de paliers est donc réduit de près de deux tiers par rapport à une gouverne qui utiliserait des vérins rotatifs cylindriques classiques.

[0027] Afin que les déformations de la voilure dues à sa flexion ne soient pas transmises au vérin, chacun des premiers paliers est porté par le longeron arrière de façon à pouvoir tourner autour d'un premier axe perpendiculaire au longeron et passant par l'axe d'articulation du panneau.

[0028] Pour assurer la transmission des efforts entre la voilure et le corps extérieur du vérin, chacun des premiers paliers est en prise sur les parties terminales de transmission d'efforts du vérin par des premiers moyens de liaison en rotation autour de l'axe d'articulation du panneau. De même, la transmission des efforts entre le tube intérieur du vérin et le panneau est assurée par des deuxième moyens de liaison en rotation autour de l'axe d'articulation, par lesquels le deuxième palier est en prise sur la partie centrale de transmission d'efforts du vérin. Ces premiers et deuxième moyens de liaison en rotation sont constitués par des cannelures ou par tout mécanisme équivalent permettant de transmettre directement les efforts à proximité des panneaux de revêtement de la voilure.

[0029] Afin d'assurer la liaison entre le corps extérieur du vérin et la voilure dans le sens de l'axe d'articulation du panneau, tout en permettant une déformation différentielle de la voilure par rapport au vérin, l'un des premiers paliers est en prise sur l'une des parties terminales de transmission d'efforts du vérin par de premiers moyens de liaison en translation selon l'axe d'articulation précité. Au contraire, l'autre premier palier est libre de se déplacer parallèlement à cet axe d'articulation par rapport à l'autre partie terminale de transmission d'efforts du vérin. De façon comparable, le deuxième palier est en prise sur la partie centrale de transmission d'efforts du vérin par des deuxième moyens de liaison en translation selon l'axe d'articulation.

[0030] Dans une forme de réalisation préférentielle de la gouverne selon l'invention, cette gouverne comprend

au moins deux panneaux reliés entre eux par au moins une manille, un vérin rotatif étant logé dans chacun des panneaux.

[0031] On décrira à présent, à titre d'exemple non limitatif, une forme de réalisation préférentielle de l'invention, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de dessus d'un avion supersonique, représentant notamment l'implantation des élevons dont la commande peut être assurée à l'aide de vérins rotatifs coniques conformes à l'invention ;
- la figure 2 est une vue de dessus, avec arrachement partiel, représentant à plus grande échelle l'implantation des vérins de commande de l'un des élevons interne de l'avion illustré sur la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue de dessus, à plus grande échelle et en coupe longitudinale partielle représentant à plus grande échelle l'un des vérins coniques de commande de l'élevon interne de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue en perspective éclatée d'une partie du vérin de la figure 3 ;
- la figure 5 est une vue en coupe selon la ligne V-V de la figure 3, représentant à plus grande échelle l'un des paliers par lesquels les vérins sont reliés au longeron arrière de la demi-voilure correspondante ; et
- la figure 6 est une vue en coupe selon la ligne VI-VI de la figure 3 représentant le palier par lequel le vérin est relié au panneau correspondant de l'élevon interne.

[0032] Une forme de réalisation préférentielle du vérin rotatif conique selon l'invention va à présent être décrite dans son application à la commande des élevons d'un avion supersonique. Il est fait observer que les avantages procurés par le vérin rotatif conique selon l'invention peuvent conduire à utiliser un ou plusieurs vérins de ce type dans de nombreuses autres applications.

[0033] Sur la figure 1, on a désigné par la référence 10 chacune des demi-voilures d'un avion supersonique. Chaque demi-voilure 10 comporte sur son bord de fuite un élevon interne 12, un élevon médian 14 et un élevon externe 16. Ces élevons constituent des gouvernes remplissant différentes fonctions, notamment de roulis et de profondeur.

[0034] Chacun des élevons 12, 14 et 16 est monté pivotant sur le longeron arrière 18 (figure 2) de la demi-voilure correspondante, autour d'un axe xx' sensiblement parallèle à ce longeron. Chaque élevon dispose d'un débattement limité, par exemple de plus ou moins 25° par rapport à sa position médiane où il est aligné avec la demi-voilure.

[0035] Pour tenir compte à la fois de la rigidité différente des élevons 12 et 14 et des demi-voilures 10, ainsi que de la nécessité de commander chacun des élevons par trois circuits hydrauliques séparés afin d'assurer la

redondance nécessaire à la sécurité, chacun des élevons 12 et 14 est découpé en trois panneaux articulés adjacents, de dimensions sensiblement égales, selon la direction définie par le longeron arrière 18. Ces trois panneaux sont désignés par les références 12a, 12b et 12c pour les élevons internes 12 et 14a, 14b et 14c pour les élevons médians 14. Conformément à l'invention, chacun des panneaux 12a, 1b et 12c et 14a, 14b et 14c est commandé par un vérin rotatif conique 16. Plus précisément, les trois vérins rotatifs coniques 16 associés à chacun des élevons 12 et 14 sont identiques.

[0036] On a représenté plus en détail sur la figure 2 l'implantation des trois vérins 16 servant à commander les trois panneaux 12a, 12b et 12c de l'un des élevons internes 12. L'implantation des vérins commandant les autres élevons est réalisée selon le même principe. Elle ne sera donc pas décrite.

[0037] Comme l'illustre notamment la figure 2, les trois vérins 16 assurant la commande de élevons 12 présentent une symétrie de révolution autour d'un axe confondu avec l'axe de pivotement xx' de l'élevon. Chaque vérin 16 est logé dans le bord de fuite du panneau 12a, 12b ou 12c correspondant.

[0038] Plus précisément, chacun des vérins rotatifs coniques 16 comporte une partie centrale de transmission d'efforts reliée par un palier 20 au longeron avant 22 et à la nervure forte médiane 24 du panneau correspondant.

[0039] Par ailleurs, chacun des vérins rotatifs coniques 16 comporte deux parties terminales de transmission d'efforts qui sont reliées par deux paliers 26 au longeron arrière 18 de la demi-voilure 10 correspondante.

[0040] Chacun des vérins rotatifs coniques 16 est alimenté en fluide hydraulique sous pression par un bloc hydraulique 30. Dans le cas des élevons internes 12, les blocs hydrauliques 30 sont montés sur le longeron arrière 18 de la voilure, de façon à ménager entre ce longeron et le bord d'attaque de chacun des panneaux de l'élevon un espace permettant notamment le passage d'un certain nombre de canalisations reliant les moteurs au fuselage de l'avion. Dans le cas de gouvernes implantées différemment telles que les élevons intermédiaires 14 sur la figure 1, les blocs hydrauliques peuvent être montés directement sur les vérins 16.

[0041] La structure de l'un des vérins rotatifs coniques 16 conforme à l'invention va à présent être décrite en détail en se référant notamment aux figures 3 et 4.

[0042] Comme l'illustrent ces figures, dans la forme de réalisation représentée, le vérin rotatif conique 16 conforme à l'invention comporte un corps intérieur tubulaire 32 formant rotor et deux corps extérieurs tubulaires 34 formant stator, montés coaxialement.

[0043] De façon plus précise, le corps intérieur tubulaire 32 comporte une partie centrale 36 de transmission d'efforts, prévue pour être en prise sur le palier 20 d'une manière qui sera décrite plus en détail ultérieurement. De part et d'autre de cette partie centrale 36 de transmission d'efforts, le corps intérieur 32 comporte deux

partie tubulaires 38, symétriques par rapport au plan médian du vérin, confondu avec le plan de coupe VI-VI sur la figure 3.

[0044] Les deux corps extérieurs 34 sont identiques et chacun d'entre eux est reçu sur l'une des parties tubulaires 38 du corps intérieur 32, de façon à délimiter entre cette partie 38 et le corps extérieur 34 correspondant un espace annulaire étanche vis-à-vis de l'extérieur. A proximité des extrémités du vérin, chaque corps extérieur 34 comporte sur sa surface extérieure une partie terminale 62 de transmission d'efforts, prévue pour être en prise sur le palier 26 correspondant, d'une manière qui sera décrite plus en détail ultérieurement.

[0045] Chacune des parties tubulaires 38 du corps intérieur 32 porte sur sa surface extérieure des palettes 40 orientées radialement vers l'extérieur (figure 5). Ces palettes 40 sont régulièrement réparties sur la périphérie de la partie tubulaire 38. Elles sont par exemple au nombre de quatre dans la forme de réalisation représentée. Les bords des palettes 40 tournés vers le corps extérieur 34 correspondant portent des joints d'étanchéité 42 assurant l'étanchéité du contact entre ces deux pièces.

[0046] De façon comparable, chacun des corps extérieurs 34 porte sur sa surface intérieure des palettes 44 orientées radialement vers l'intérieur. Les palettes 44 sont régulièrement réparties autour de l'axe du vérin et leur nombre est le même que celui des palettes 40, de telle sorte que les palettes 40 et 44 sont disposées de façon alternée autour de l'axe du vérin. Dans la forme de réalisation représentée, chacun des corps extérieurs 34 comporte donc également quatre palettes 44. Les bords des palettes 44 tournés vers le corps intérieur 32 portent des joints d'étanchéité 46 qui sont en contact étanche avec la surface extérieure de la partie tubulaire 38 correspondante du corps intérieur 32.

[0047] Du fait de l'agencement qui vient d'être décrit et selon une configuration classique dans les vérins rotatifs, l'espace annulaire délimité entre chaque corps extérieur 34 et la partie tubulaire 38 du corps intérieur 32 est divisé par les palettes alternées 40 et 44 en deux séries de chambres à volume variable, désignées par les références 48 et 50 sur la figure 5.

[0048] Le montage de chacun des corps extérieurs 34 sur le corps intérieur 32 du vérin est réalisé de telle sorte qu'une rotation relative entre ces deux pièces soit possible. Pour cela, l'extrémité de chacun des corps extérieurs 34 coopère avec les extrémités de la partie tubulaire 38 correspondante du corps intérieur 32 par deux roulements 52 et 54 tels que des roulements à aiguille.

[0049] Le bloc hydraulique 30 (figure 2) associé à chacun des vérins 16 est relié aux deux corps extérieurs 34 de ce dernier par des tuyauteries 56. Plus précisément, un premier groupe de tuyauteries 56 débouche dans les chambres 48, alors qu'un deuxième groupe de tuyauteries 56 débouche dans les chambres 50.

[0050] Grâce à cet agencement, il est possible de mettre en pression les chambres 48 tout en mettant à

l'atmosphère les chambres 50, ou inversement, de façon à commander la rotation du corps intérieur 32 dans les corps extérieurs 34 dans l'un ou l'autre sens.

[0051] Conformément à l'invention, la section de l'un au moins des corps intérieur 32 et extérieur 34 est évolutive, de telle sorte que les palettes 40 et 44 présentent une hauteur qui décroît d'une extrémité à l'autre de ces palettes.

[0052] Dans la forme de réalisation illustrée sur les figures, cette caractéristique est obtenue en donnant au corps tubulaire extérieur 34 une section uniforme, c'est-à-dire une forme cylindrique et en donnant à chacune des parties tubulaires 38 du corps intérieur 32 une section évolutive.

[0053] Dans l'exemple de réalisation représenté sur les figures 3 et 4, la section évolutive de chacune des parties tubulaires 38 du corps intérieur 32 est obtenue en formant dans chaque partie 38 une partie 38a sensiblement tronconique, dont le diamètre va en diminuant à partir de la partie centrale 36 de transmission d'efforts, et une partie 38b sensiblement cylindrique, prolongeant l'extrémité de relativement petit diamètre de la partie 38a sensiblement tronconique, jusqu'à l'extrémité correspondante du vérin 16.

[0054] Comme on l'a déjà indiqué, cette forme n'est donnée qu'à titre d'exemple, la génératrice de chacune des parties tubulaires 38 pouvant prendre une forme différente, par exemple droite ou incurvée.

[0055] Dans cette configuration, l'extrémité de relativement grand diamètre de la partie 38a sensiblement tronconique de chacune des parties tubulaires 38 présente un diamètre extérieur sensiblement égal au diamètre du corps intérieur 34 reçu sur cette partie tubulaire 38. Chacune des palettes 40 et 44 présente une forme approximativement triangulaire. Un calcul simple permet de montrer que, pour une même surface active des palettes et pour un vérin présentant le même diamètre extérieur, la forme donnée aux palettes 40 et 44 dans le vérin rotatif conique selon l'invention permet d'accroître de 16,7 % le rendement du vérin par rapport à un vérin rotatif cylindrique de conception traditionnelle.

[0056] De plus, la forme du corps intérieur 32 constituant le rotor du vérin réduit la déformation de cette pièce en torsion par accroissement linéaire de son diamètre. Cette caractéristique rend négligeable les déformations en torsion du corps intérieur 32 par rapport aux déformations consécutives à la pressurisation des chambres 48 ou 50.

[0057] Pour permettre le montage et le démontage de chacun des corps extérieurs 34 du vérin rotatif conique 16, le corps intérieur tubulaire 32 se prolonge à chacune de ses extrémités par une partie filetée 39 (figure 4) sur laquelle est vissé un écrou de blocage 56. Une butée à rouleaux 58 est interposée entre l'écrou 56 et une face d'extrémité du corps extérieur 34 correspondant, de façon à permettre le blocage en translation du corps intérieur 32 sans en empêcher la rotation. Une vis creuse

60 est vissée dans chacune des extrémités du corps intérieur 32 de façon à bloquer l'écrou 56 correspondant.

[0058] Chaque partie terminale 62 de transmission d'efforts est en prise sur l'un des paliers 26 selon un agencement qui va à présent être décrit en se référant à la figure 5.

[0059] Chacun des paliers 26 est monté sur le longeron arrière 18 de la demi-voilure 10 correspondante de façon à pouvoir tourner autour d'un axe yy' perpendiculaire au longeron arrière 18 et passant par l'axe d'articulation xx' du panneau correspondant tel que le panneau 12a sur la figure 5.

[0060] A cet effet, chacun des paliers 26 comporte une face plane 64 qui est en appui sur la face arrière du longeron arrière 18 par l'intermédiaire d'une butée à aiguilles 68. Une partie cylindrique 70 du palier 26 fait saillie sur la face plane 64 selon l'axe yy', en traversant un passage circulaire formé dans le longeron arrière 18. Sur la face avant du longeron arrière 18, un écrou 72 est vissé sur une partie filetée de la partie cylindrique 70, de façon à coopérer avec cette face avant du longeron 18 par une deuxième butée à aiguilles 74.

[0061] Par ailleurs, chacun des paliers 26 est en prise avec la partie terminale 62 de transmission d'efforts du corps extérieur 34 correspondant du vérin, par l'intermédiaire de moyens de liaison en rotation autour de l'axe d'articulation xx' du panneau 12a. Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 5, ces moyens de liaison en rotation sont constitués par des cannelures 76 en développante de cercle, formées sur les parties terminales 62 de transmission d'efforts et par des cannelures complémentaires 77 formées dans une couronne 28 du palier 26, entourant la partie terminale précitée.

[0062] Il est à noter que cet agencement permet de transmettre les efforts entre le vérin et la demi-voilure correspondante près des panneaux de revêtement de la voilure. Cela permet de réduire l'encombrement des paliers 26 entre le longeron arrière 18 et le vérin 16 proprement dit. La place ainsi libérée facilite le cheminement des canalisations issues des moteurs de l'avion.

[0063] En outre, l'un des paliers 26 (par exemple celui qui n'est pas représenté sur la figure 5) porte des moyens de liaison en translation entre ce palier et le corps extérieur 34 correspondant, selon l'axe d'articulation xx' du panneau 12a. Ces moyens de liaison en translation peuvent notamment être constitués par des flasques solidaires du palier et venant se placer de part et d'autre des extrémités des cannelures 76 qui font saillie sur la surface extérieure du corps extérieur 34 correspondant. Au contraire, l'autre palier 26 est libre en translation sur la partie terminale 62 de transmission d'efforts correspondante.

[0064] L'agencement qui vient d'être décrit assure la liaison en translation du vérin 16 et du longeron arrière 18 de la demi-voilure 10 correspondante, tout en permettant un déplacement relatif nécessaire à la flexion de la demi-voilure.

[0065] On décrira à présent en se référant à la figure

6 un exemple de réalisation du palier 20 reliant le corps intérieur 32 du vérin 16 au panneau 12a, en se référant à la figure 6.

[0066] Comme l'illustre cette figure, le palier 20 est fixé sur une ferrure d'introduction d'efforts 78, elle-même fixée au longeron avant 22 et à la nervure forte médiane 24 (figure 2) du panneau 12a correspondant.

[0067] Ce palier 20 coopère avec la partie centrale 36 de transmission d'efforts du vérin 16 par des moyens de liaison en rotation. Comme pour les paliers 26, ces moyens de liaison en rotation comprennent des cannelures 80 en développante de cercle, formées sur la surface extérieure de la partie centrale 36 de transmission d'efforts, et des cannelures complémentaires 81 formées dans une couronne 82 du palier 20 entourant cette partie centrale 36.

[0068] En outre, des moyens sont prévus pour assurer la liaison en translation entre le palier 20 et la partie centrale 36 de transmission d'efforts du vérin 16, selon l'axe de pivotement xx' du panneau 12a. Ces moyens de liaison en translation comprennent par exemple deux flasques 84, solidaires du palier 20 et situés de part et d'autre des extrémités des cannelures 81 qui font saillie sur la surface extérieure du corps intérieur 32.

[0069] Comme on l'a illustré très schématiquement en 86 sur la figure 2, le caractère creux du corps tubulaire intérieur 32 de chacun des vérins 16 permet de relier les corps intérieurs 32 en série par une canalisation 86 appartenant à un circuit de conditionnement en température d'un fluide caloporteur. Il est ainsi possible de faire circuler dans les vérins un fluide caloporteur permettant notamment de réchauffer ces derniers pour faciliter leur actionnement lorsque la température extérieure est trop basse.

[0070] Afin que la défaillance de l'un quelconque des trois circuits équipant l'aéronef soit sans conséquence sur l'actionnement simultané de chacun des trois panneaux 12a, 12b et 12c de l'élévateur 12, au moins une manille 88 est de préférence placée entre chaque paire de panneaux adjacents de l'élévateur, sensiblement à mi-corde de ces panneaux. Les manilles 88 permettent en outre d'éviter la rotation de chacun des panneaux autour de sa nervure centrale 24, qui pourrait se produire du fait de son entraînement en rotation par un palier 20 unique.

[0071] En plus des avantages intrinsèques aux vérins rotatifs coniques qui ont été énoncés précédemment, l'application de ces vérins à la commande des gouvernes d'un aéronef procure de nombreux avantages.

[0072] Ainsi, l'implantation des vérins dans le bord d'attaque des gouvernes, habituellement inoccupé, libère un espace dans une zone habituellement très encombrée située à proximité de l'arrière du longeron arrière de la voilure.

[0073] Par ailleurs, les transferts d'efforts entre les vérins et la voilure s'effectuent près des panneaux de revêtement de cette dernière, ce qui réduit les efforts introduits dans les structures. Il est ainsi possible d'éviter

la structure du palier 20 près de son axe de symétrie.

[0074] Comme on l'a déjà souligné, un vérin rotatif conique conforme à l'invention peut être utilisé dans de nombreux secteurs industriels, dès lors qu'un mouvement de rotation alternatif de relativement faible amplitude doit être commandé. Par ailleurs, selon l'effort à exercer, ce vérin peut être simple ou double, comme celui qui vient d'être décrit. Le nombre de palettes est adapté à l'amplitude du mouvement à commander.

Revendications

1. Vérin rotatif, comprenant un corps intérieur (32) et au moins un corps extérieur (34) montés coaxialement l'un dans l'autre de façon à définir entre eux au moins un espace annulaire, des premières palettes (40) et des deuxièmes palettes (44) solidaires respectivement du corps intérieur et du corps extérieur et disposées de façon alternée dans ledit espace annulaire, pour y définir alternativement des premières (48) et des deuxièmes (50) chambres de commande étanches à volume variable, dont une mise en pression alternée commande une rotation relative entre les corps intérieur (32) et extérieur (34), caractérisé par le fait que l'un au moins des corps intérieur (32) et extérieur (34) présente une section évolutive, de telle sorte que les premières (40) et les deuxièmes palettes (44) présentent une hauteur qui décroît d'une extrémité à l'autre de ces palettes.
2. Vérin rotatif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le corps extérieur (34) présente une section constante alors que le corps intérieur (32) présente une section évolutive.
3. Vérin rotatif selon la revendication 2, caractérisé par le fait que le corps intérieur (32) présente une partie (38a) sensiblement tronconique et une partie (38b) sensiblement cylindrique prolongeant une extrémité de relativement petit diamètre de la partie sensiblement tronconique.
4. Vérin rotatif selon la revendication 3, caractérisé par le fait qu'une extrémité de relativement grand diamètre de la partie sensiblement tronconique du corps intérieur (32) présente un diamètre extérieur sensiblement égal au diamètre intérieur du corps extérieur (34).
5. Vérin rotatif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le corps intérieur (32) et le corps extérieur (34) constituent respectivement un rotor et un stator.
6. Vérin rotatif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le

corps intérieur (32) est un corps tubulaire apte à être relié à un circuit (86) de conditionnement en température d'un fluide caloporteur.

7. Vérin rotatif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comprend deux corps extérieurs (34) montés coaxialement sur deux parties (38) du corps intérieur (32), chacune de ces deux parties portant des premières palettes (40) disposées de façon alternée avec les deuxièmes palettes (44) portées par chacun des corps extérieurs (34).
8. Vérin rotatif selon la revendication 7, caractérisé par le fait qu'il présente une symétrie par rapport à un plan médian coupant le corps intérieur (32) en son milieu.
9. Vérin rotatif selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé par le fait que les hauteurs des premières et des deuxièmes palettes (40,44) décroissent depuis le plan médian du vérin vers ses extrémités.
10. Vérin rotatif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé par le fait que le corps intérieur (32) comprend, entre les parties (38) portant les premières palettes (40), une partie centrale (36) de transmission d'efforts, chacun des corps extérieurs (34) comprenant une partie terminale (62) de transmission d'efforts, à proximité de chacune des extrémités du vérin.
11. Gouverne d'aéronef, comprenant au moins un panneau (12a,12b,12c), articulé sur un longeron arrière (18) d'un élément de voilure (10) d'aéronef, autour d'un axe d'articulation (xx') sensiblement parallèle à ce longeron arrière, et des moyens de commande de pivotement du panneau autour de cet axe d'articulation, caractérisée par le fait que les moyens de commande de pivotement comprennent au moins un vérin (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, logé dans le panneau (12a,12b,12c) selon ledit axe d'articulation (xx').
12. Gouverne d'aéronef selon les revendications 10 et 11 combinées, caractérisée par le fait que les parties terminales (62) de transmission d'efforts du vérin rotatif (16) sont montées dans des premiers paliers (26) portés par le longeron arrière (18) et que la partie centrale (36) de transmission d'efforts du vérin rotatif est montée dans un deuxième palier (20) porté par le panneau (12a).
13. Gouverne d'aéronef selon la revendication 12, caractérisée par le fait que chacun des premiers paliers (26) est porté par le longeron arrière (18) de façon à pouvoir tourner autour d'un premier axe

(yy') perpendiculaire au longeron et passant par l'axe d'articulation (xx') du panneau.

14. Gouverne d'aéronef selon l'une quelconque des revendications 12 et 13, caractérisée par le fait que chacun des premiers paliers (26) est en prise sur les parties terminales (62) de transmission d'efforts du vérin par des premiers moyens (76) de liaison en rotation autour de l'axe d'articulation du panneau et que le deuxième palier (20) est en prise sur la partie centrale (36) de transmission d'efforts du vérin par des deuxième moyens (80) de liaison en rotation autour de l'axe d'articulation. 5 10
15. Gouverne d'aéronef selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, caractérisée par le fait que l'un des premiers paliers (26) est en prise sur l'une des parties terminales (62) de transmission d'efforts du vérin par des premiers moyens de liaison en translation selon l'axe d'articulation du panneau et que le deuxième palier (20) est en prise sur la partie centrale (36) de transmission d'efforts du vérin par des deuxième moyens (84) de liaison en translation selon l'axe d'articulation. 15 20 25
16. Gouverne d'aéronef selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, caractérisée par le fait que la gouverne (12) comprend au moins deux panneaux (12a, 12b) reliés entre eux par au moins une manille (88), un vérin rotatif (16) étant logé dans chacun des panneaux. 30

Patentansprüche

1. Drehzylinder mit einem Innengehäuse (32) und wenigstens einem Außengehäuse (34), das eine koaxial in das andere montiert, sodass sie zwischen sich wenigstens einen ringförmigen Raum definieren, und mit ersten Flügeln (40) und zweiten Flügeln (44), abwechselnd jeweils mit dem Innengehäuse und mit dem Außengehäuse verbunden und in dem genannten ringförmigen Raum so angeordnet, dass sie dort wechselweise dichte erste (48) und zweite (50) Steuerkammern mit variablem Volumen bilden, deren abwechselndes Unterdrucksetzen eine relative Drehung zwischen dem Innengehäuse (32) und dem Außengehäuse (34) bewirkt, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eines der Innen- (32) und Außengehäuse (34) einen sich verändernden Querschnitt aufweist, so dass die ersten (40) und zweiten Flügel (44) eine Höhe aufweisen, die von einem Ende dieser Flügel zum anderen abnimmt. 35 40 45 50
2. Drehzylinder nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Außengehäuse (34) einen konstanten Querschnitt aufweist, während das Innen- 55

gehäuse (32) einen sich verändernden Querschnitt aufweist.

3. Drehzylinder nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Innengehäuse (32) einen im wesentlichen kegelstumpffartigen Teil (38a) und einen im wesentlichen zylindrischen Teil (38b) aufweist, der ein Ende mit relativ kleinem Durchmesser des im wesentlichen kegelstumpffartigen Teils verlängert.
4. Drehzylinder nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ende mit relativ großem Durchmesser des im wesentlichen kegelstumpffartigen Teils des Innengehäuses (32) einen Außendurchmesser aufweist, der im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser des Außengehäuses (34) ist.
5. Drehzylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Innengehäuse (32) und das Außengehäuse (34) jeweils einen Rotor und einen Stator bilden.
6. Drehzylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Innengehäuse (32) ein rohrförmiges Gehäuse ist, das mit einem Temperaturkonditionierungskreis (86) eines flüssigen Kühlmittels verbunden ist.
7. Drehzylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er zwei Außengehäuse (34) umfasst, die koaxial auf zwei Teile (38) des Innengehäuses (32) montiert sind, wobei jedes dieser beiden Teile erste Flügel (40) trägt, die abwechselnd mit den zweiten Flügeln (44) angeordnet sind, die von jedem der Außengehäuse (34) getragen werden. 30 35
8. Drehzylinder nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass er in Bezug auf eine Mittelebene, die das Gehäuse (32) in seiner Mitte durchschneidet, eine Symmetrie aufweist.
9. Drehzylinder nach einem der Ansprüche 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhen der ersten und zweiten Flügel (40, 44) von der Mittelebene zu seinen Enden hin abnehmen.
10. Drehzylinder nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Innengehäuse (32) zwischen den die ersten Flügel (40) tragenden Teilen (38) einen Kraftübertragungs-Mittelteil (36) umfasst, wobei jedes der Außengehäuse (34) einen Kraftübertragungs-Endteil (62) in der Nähe von jedem der Enden des Zylinders aufweist. 50 55
11. Flugzeugruder mit wenigstens einer Klappe (12a, 12b, 12c), angelenkt an einem hinteren Träger (18)

eines Flugzeugflügelements, um eine im wesentlichen zu diesem hinteren Träger parallele Schwenkachse (xx') herum, und Schwenksteuerungseinrichtungen der Klappe um diese Schwenkachse herum, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenksteuerungseinrichtungen wenigstens einen Zylinder (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst, der entsprechend der genannten Schwenkachse (xx') in die Klappe (12a, 12b, 12c) eingebaut ist.

12. Flugzeugruder nach den kombinierten Ansprüchen 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftübertragungs-Endteile (62) des Drehzylinders (16) in erste Lager (26) montiert sind, die durch den hinteren Träger (18) getragen werden, und dass der Kraftübertragungs-Mittelteil (36) des Drehzylinders in ein zweites Lager (20) montiert ist, das durch die Klappe (12a) getragen wird.
13. Flugzeugruder nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der ersten Lager (26) durch den hinteren Träger (18) so getragen wird, dass es sich um eine erste, zum Träger senkrechte Achse (yy') drehen kann, die durch die Schwenkachse (xx') der Klappe verläuft.
14. Flugzeugruder nach einem der Ansprüche 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der ersten Lager (26) durch erste Einrichtungen (76) zur Drehverbindung um die Schwenkachse der Klappe mit den Kraftübertragungs-Endteilen (62) des Zylinders in Eingriff ist, und dass das zweite Lager (20) durch zweite Einrichtungen (80) zur Drehverbindung um die Schwenkachse mit dem Kraftübertragungs-Mittelteil (36) in Eingriff ist.
15. Flugzeugruder nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass eines der ersten Lager (26) durch erste Verbindungseinrichtungen zur Translation entsprechend der Schwenkachse der Klappe mit einem der Kraftübertragungs-Endteile (62) des Zylinders in Eingriff ist, und dass das zweite Lager (20) durch zweite Verbindungseinrichtungen (84) zur Translation entsprechend der Schwenkachse mit dem Kraftübertragungs-Mittelteil (36) in Eingriff ist.
16. Flugzeugruder nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Ruder (12) wenigstens zwei Klappen (12a, 12b) umfasst, die durch wenigstens ein Schäkel bzw. einen Bügel (88) miteinander verbunden sind, wobei in jede der Klappen ein Drehzylinder (16) eingebaut ist.

Claims

1. Rotary actuator comprising an inner body (32) and at least one outer body (34) fitted coaxially in one another, so as to define between them at least one annular space, first blades (40) and second blades (44) respectively integral with the inner body and the outer body and arranged in alternating manner in said annular space, in order to alternatively define there first (48) and second (50) variable volume, tight control chambers, whereof an alternate pressurization controls a relative rotation between the inner (32) and outer (34) bodies, characterized in that at least one of the inner (32) and outer (34) bodies has a tapered section, so that the first (40) and second (44) blades have a height decreasing from one end to the other of said blades.
2. Rotary actuator according to claim 1, characterized in that the outer body (34) has a constant section, whereas the inner body (32) has a tapered section.
3. Rotary actuator according to claim 2, characterized in that the inner body (32) has a substantially frustum-shaped portion (38a) and a substantially cylindrical portion (38b) extending a relatively small diameter end of the substantially frustum-shaped portion.
4. Rotary actuator according to claim 3, characterized in that a relatively large diameter end of the substantially frustum-shaped portion of the inner body (32) has an external diameter substantially equal to the internal diameter of the outer body (34).
5. Rotary actuator according to any one of the preceding claims, characterized in that the inner body (32) and the outer body (34) respectively constitute a rotor and a stator.
6. Rotary actuator according to any one of the preceding claims, characterized in that the inner body (32) is a tubular body connectable to a heat transfer fluid temperature conditioning circuit (86).
7. Rotary actuator according to any one of the preceding claims, characterized in that it comprises two outer bodies (34) fitted coaxially on two portions (38) of the inner body (32), each of said two portions carrying first blades (40) arranged in alternating manner with second blades (44) carried by each of the outer bodies (34).
8. Rotary actuator according to claim 7, characterized in that it has a symmetry relative to the median plane intersecting centrally the inner body (32).
9. Rotary actuator according to either of the claims 7

and 8, characterized in that the heights of the first and second blades (40, 44) decrease from the median plane of the actuator towards its ends.

10. Rotary actuator according to any one of the claims 7 to 9, characterized in that the inner body (32) comprises, between the portions (38) carrying the first blades (40), a central force transmission portion (36), each of the outer bodies (34) having a terminal force transmission portion (62), in the vicinity of each of the actuator ends. 5 10
11. Aircraft rudder, having at least one panel (12a, 12b, 12c), articulated to a rear spar (18) of an aircraft wing element (10), about an articulation axis (xx') substantially parallel to said rear spar, and means for controlling the pivoting of the panel about said articulation axis, characterized in that the pivoting control means incorporate at least one rotary actuator (16) according to any one of the preceding claims, located in the panel (12a, 12b, 12c) in accordance with said articulation axis (xx'). 15 20
12. Aircraft rudder according to claims 10 and 11 combined, characterized in that the terminal force transmission portions (62) of the rotary actuator (16) are mounted in first bearings (26) carried by the rear spar (18) and that the central force transmission portion (36) of the rotary actuator is mounted in a second bearing (20) carried by the panel (12a). 25 30
13. Aircraft rudder according to claim 12, characterized in that each of the first bearings (26) is carried by the rear spar (18) so as to be able to rotate about a first axis (yy') perpendicular to the spar and passing through the panel articulation axis (xx'). 35
14. Aircraft rudder according to either of the claims 12 and 13, characterized in that each of the first bearings (26) is engaged on the terminal force transmission portions (62) of the actuator by first rotation linking means (76) about the articulation axis of the panel and that the second bearing (20) is engaged on the central force transmission portion (36) by second rotation linking means (80) about the articulation axis. 40 45
15. Aircraft rudder according to any one of the claims 12 to 14, characterized in that one of the first bearings (26) is engaged on one of the terminal force transmission portions (62) of the actuator by first translation linking means according to the articulation axis of the panel and that the second bearing (20) is engaged on the central force transmission portion (36) by second translation linking means (84) according to the articulation axis. 50 55
16. Aircraft rudder according to any one of the claims

11 to 15, characterized in that the rudder (12) comprises at least two panels (12a, 12b) inter-, connected by at least one shackle (88), a rotary actuator (16) being housed in each of the panels.

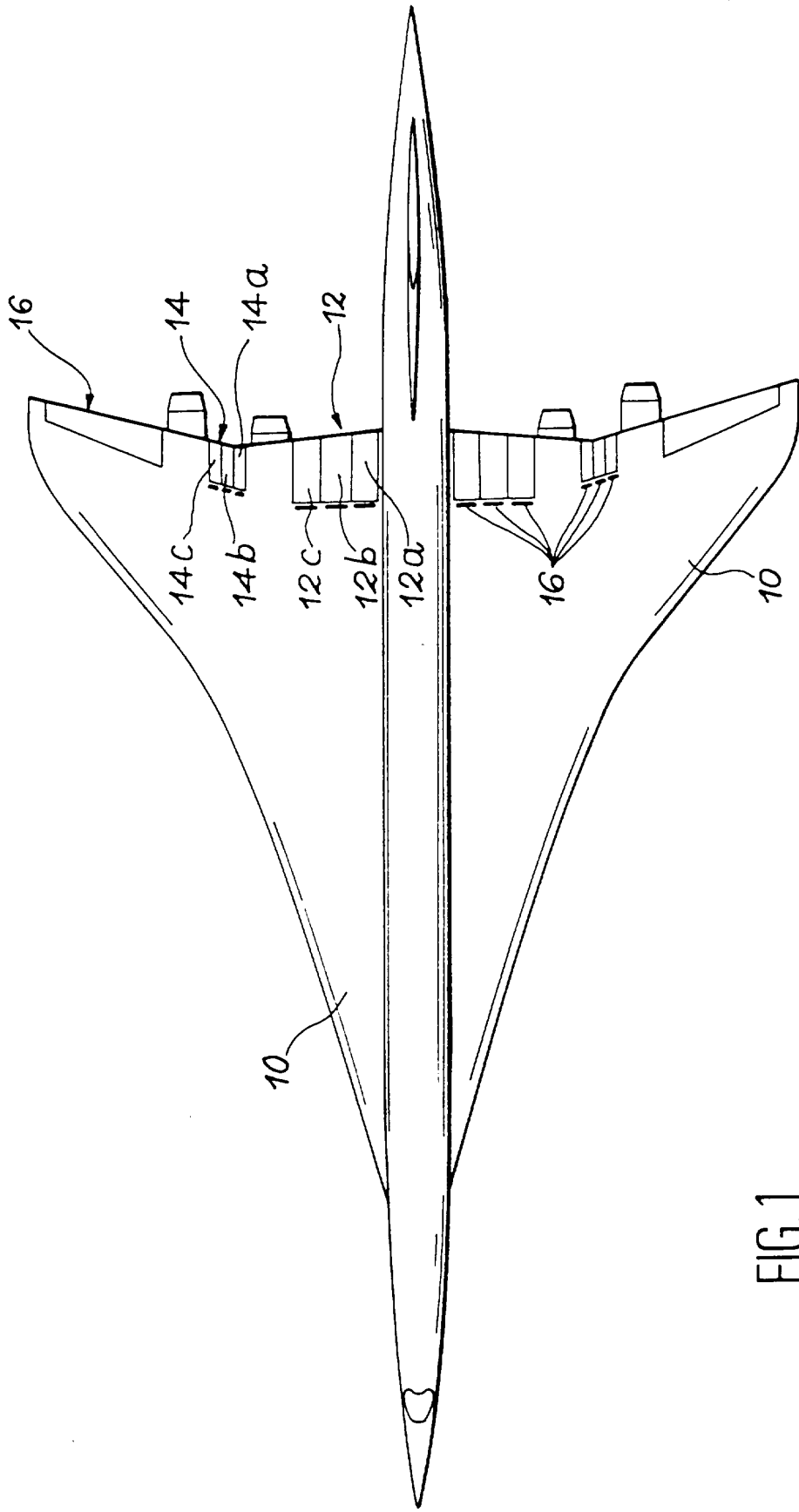


FIG. 1

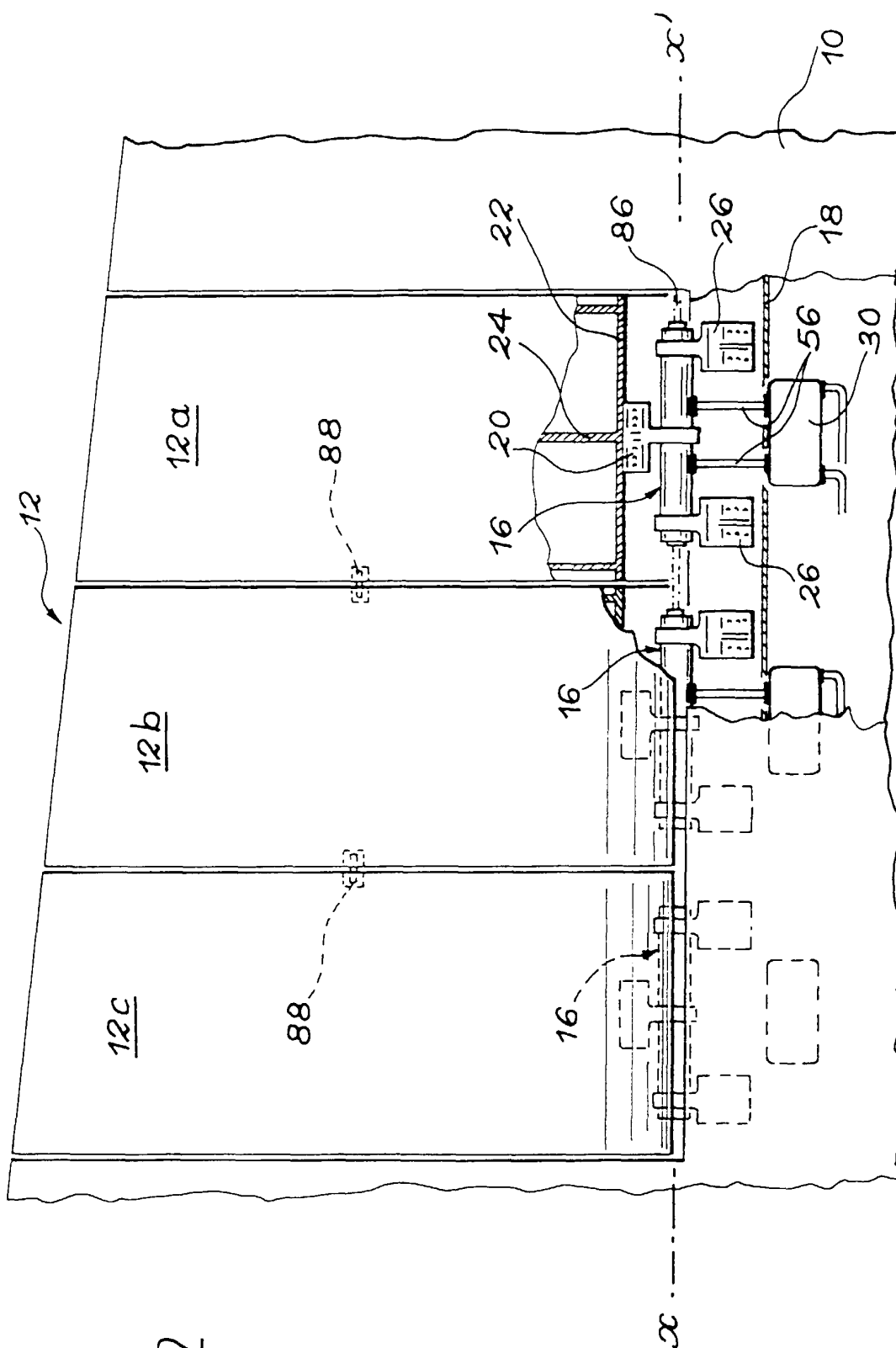


FIG. 2

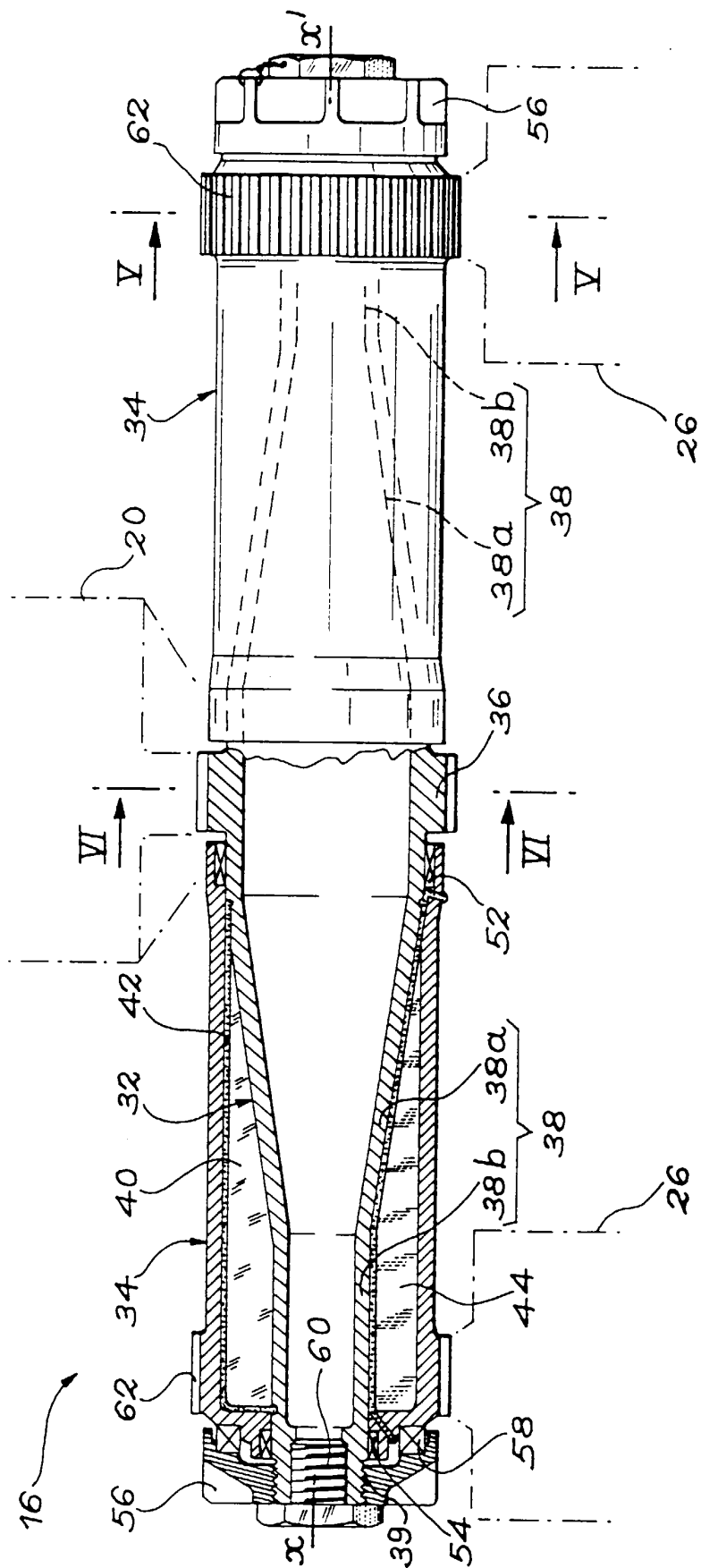


FIG. 3

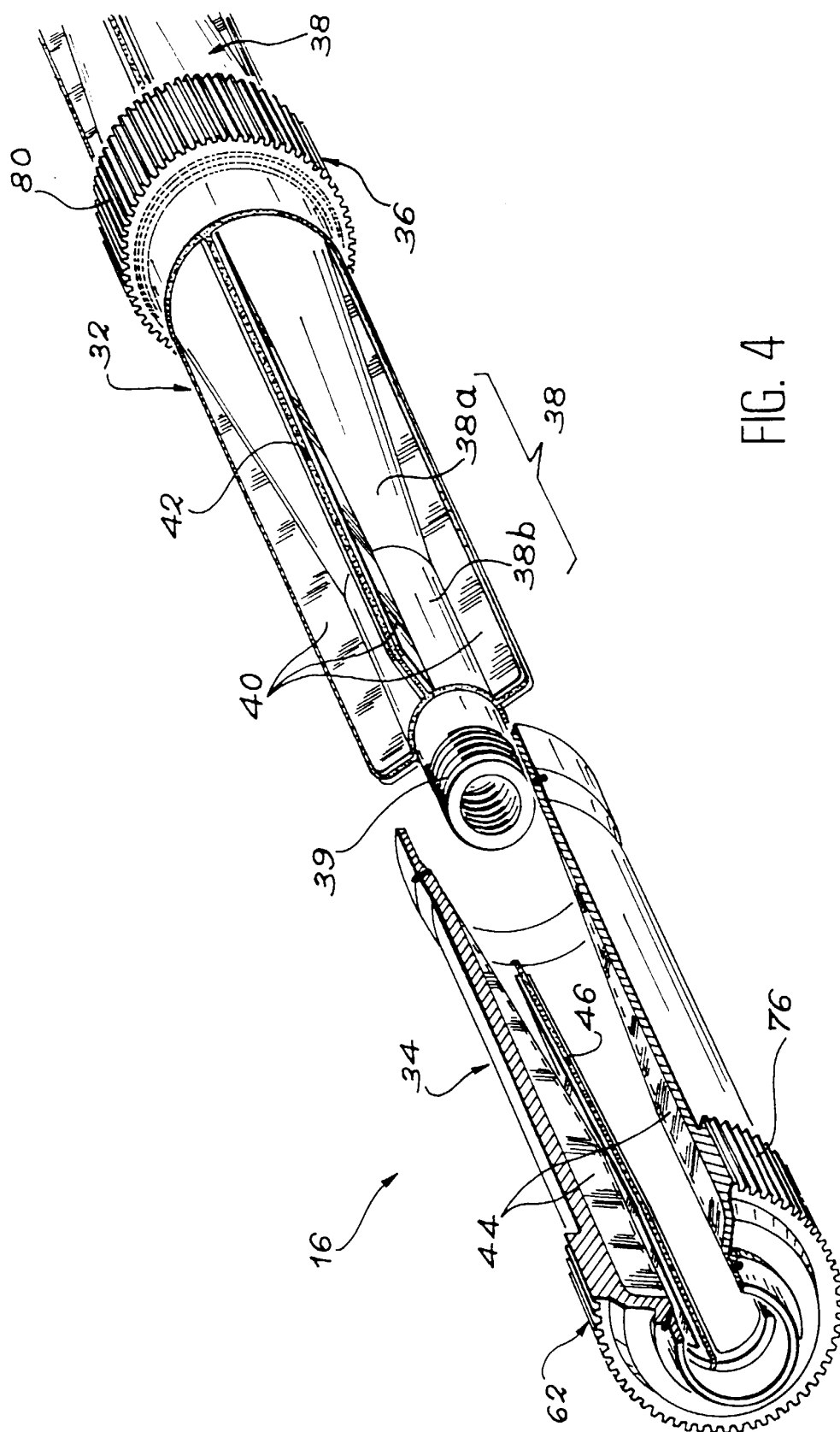


FIG. 4

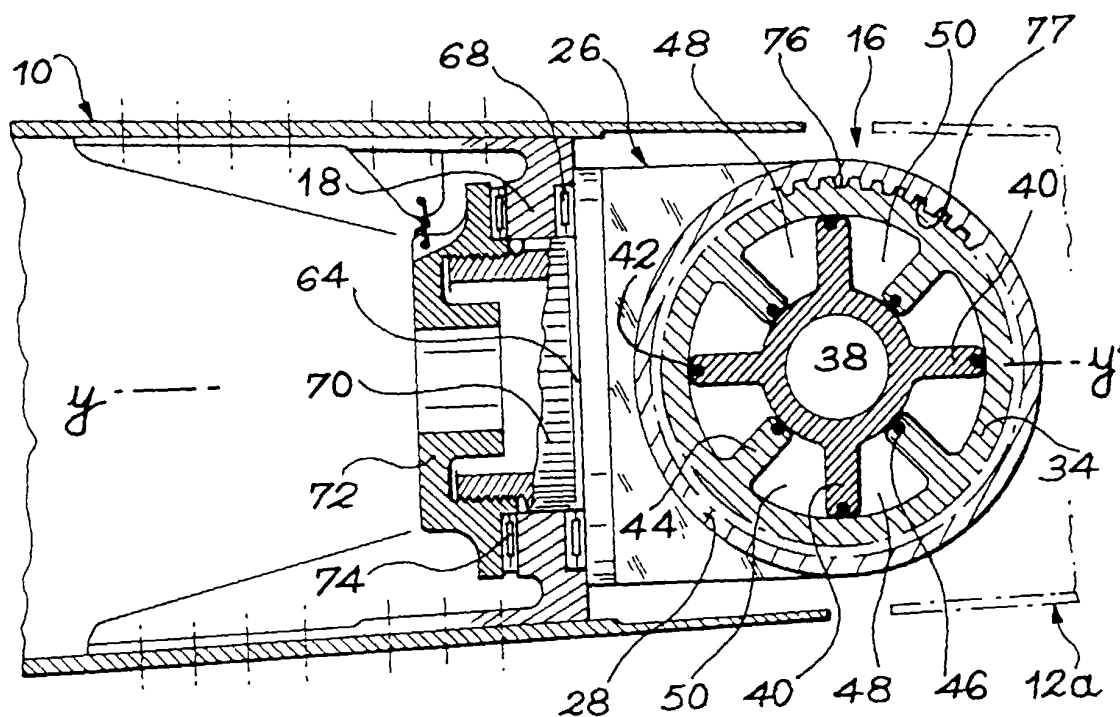


FIG. 5

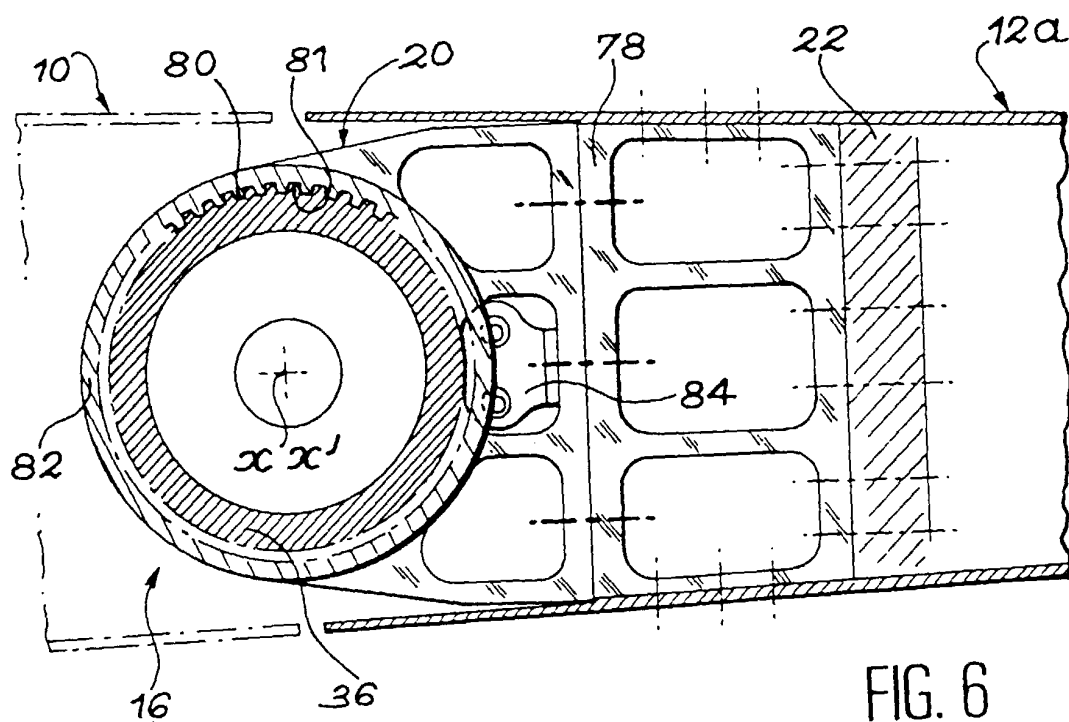


FIG. 6