



(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2011/04/15  
 (87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2011/10/20  
 (45) **Date de délivrance/Issue Date:** 2014/10/21  
 (85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2012/10/12  
 (86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** EP 2011/056042  
 (87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2011/128441  
 (30) **Priorité/Priority:** 2010/04/15 (FR10 52885)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. F16D 57/06** (2006.01),  
**B64C 25/24** (2006.01)

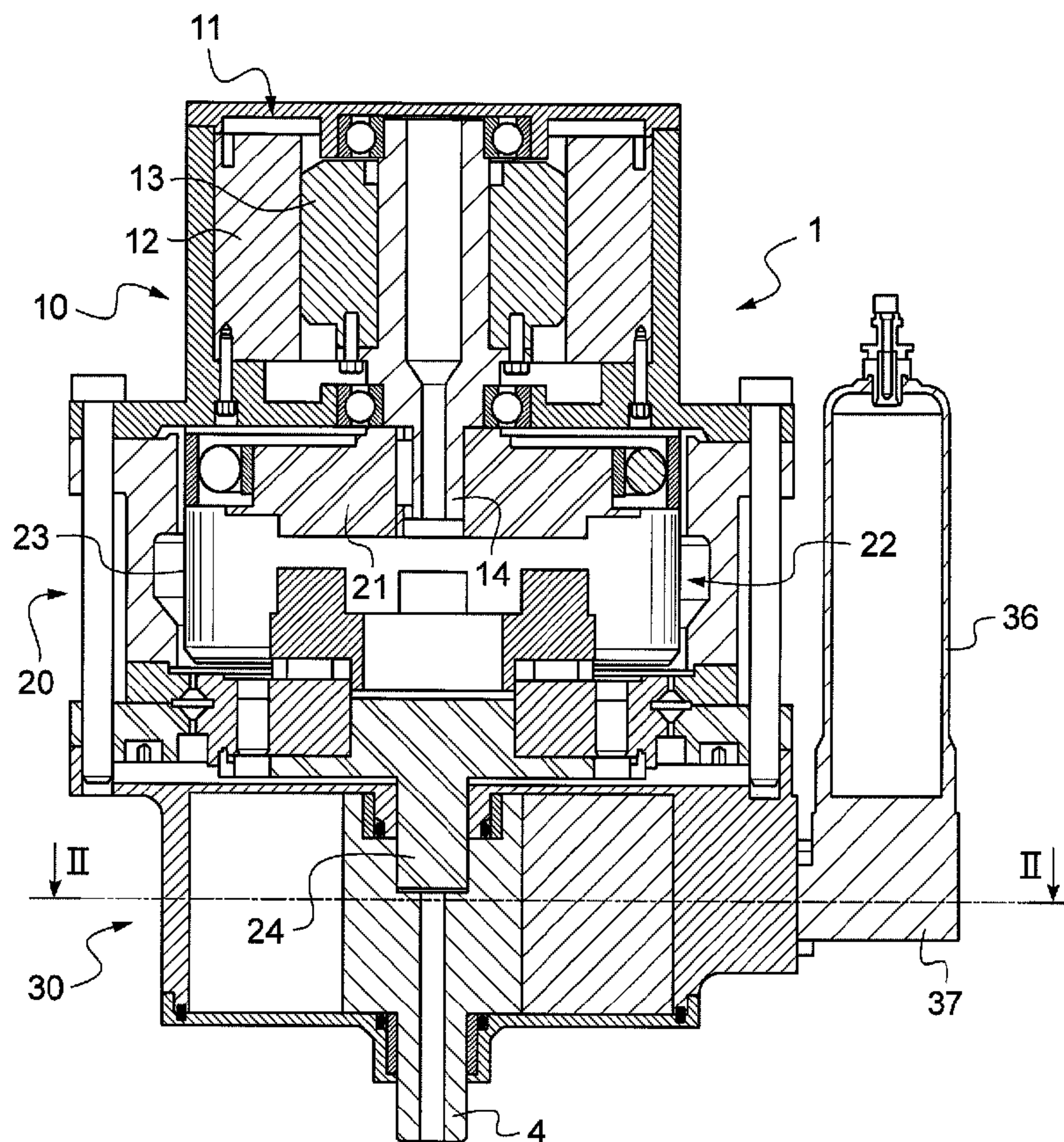
(72) **Inventeurs/Inventors:**  
KELLER, NICOLAS, FR;  
CAMPBELL, EDOUARD, FR;  
DUBOIS, SEBASTIEN, FR;  
DE PINDRAY, ALBERT, FR

(73) **Propriétaire/Owner:**  
MESSIER-BUGATTI-DOWTY, FR

(74) **Agent:** GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) **Titre : ACTIONNEUR ELECTROMECHANIQUE A REGULATION HYDRAULIQUE, ET ATERRISSEUR EQUIPE D'UN TEL ACTIONNEUR POUR SA MANOEUVRE**

(54) **Title: HYDRAULICALLY REGULATED ELECTROMAGNETIC ACTUATOR, AND LANDING GEAR FITTED WITH SUCH AN ACTUATOR FOR CONTROLLING SAME**



(57) **Abrégé/Abstract:**

La présente invention concerne un actionneur électromécanique comportant un moteur électrique (11) pour entraîner un arbre de sortie (4) en rotation par l'intermédiaire d'un réducteur (20) et des moyens de régulation (30) passifs permettant un contrôle de la

**(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

vitesse de rotation de l'arbre de sortie, et comportant un organe de freinage (30), disposé entre une sortie du réducteur et l'arbre de sortie à entraîner, ledit organe de freinage étant agencé pour assurer deux niveaux de freinage différents selon le sens de rotation de l'arbre, caractérisé en ce que l'organe de freinage est de type hydraulique et comporte des moyens de transvasement (33) de fluide entre deux chambres (34, 35) sous l'effet de la rotation de l'arbre de sortie au travers d'un organe de laminage sélectif (41) qui, selon le sens de rotation de l' actionneur, oppose deux résistances distinctes au transvasement du fluide d'une chambre à l'autre.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
20 octobre 2011 (20.10.2011)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2011/128441 A1**

(51) Classification internationale des brevets :  
*F16D 57/06* (2006.01) *B64C 25/24* (2006.01)

(74) Mandataire : **PARZY, Benjamin**; 16 rue Médéric,  
F-75017 Paris (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2011/056042

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Date de dépôt international :  
15 avril 2011 (15.04.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
10 52885 15 avril 2010 (15.04.2010) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) :  
**MESSIER-BUGATTI-DOWTY** [FR/FR]; Inovel Parc Sud, 78140 Vélizy-Villacoublay (FR).

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **KELLER, Nicolas** [FR/FR]; 26 bis rue des Camélias, F-94140 Alfortville (FR). **CAMPBELL, Edouard** [FR/FR]; 20 allée Pierre Loti, F-91600 Savigny sur Orge (FR). **DUBOIS, Sébastien** [FR/FR]; 27 avenue de la République, Bat A Appt 109, F-91300 Massy (FR). **DE PINDRAY, Albert** [FR/FR]; 19 allée des droits de l'homme, F-78114 Magny les Hameaux (FR).

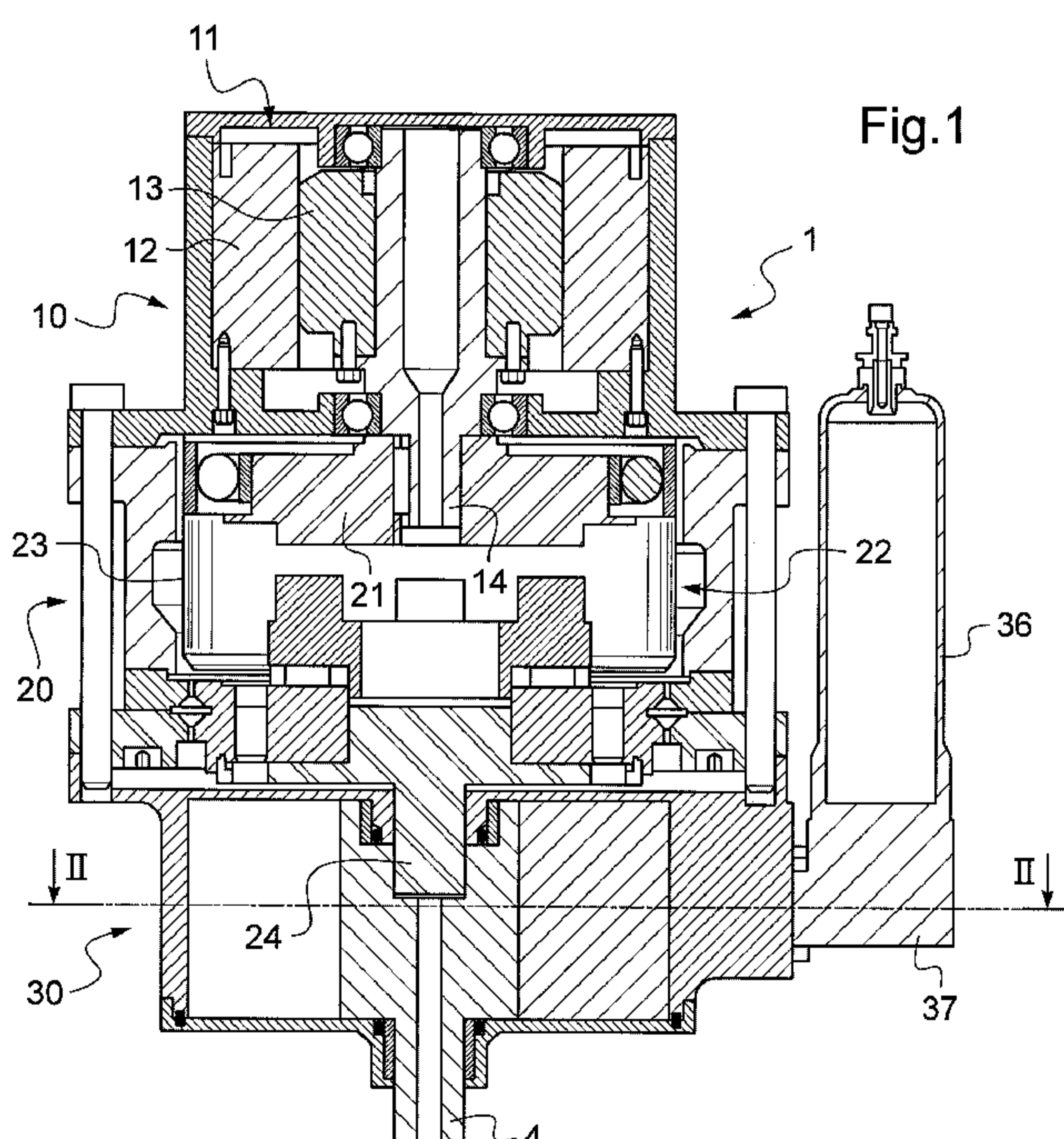
**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)*

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : HYDRAULICALLY REGULATED ELECTROMAGNETIC ACTUATOR, AND LANDING GEAR FITTED WITH SUCH AN ACTUATOR FOR CONTROLLING SAME

(54) Titre : ACTIONNEUR ELECTROMECHANIQUE A REGULATION HYDRAULIQUE, ET ATERRISSEUR EQUIPE D'UN TEL ACTIONNEUR POUR SA MANŒUVRE



(57) Abstract : The present invention relates to an electromagnetic actuator comprising an electric motor (11) to rotate an output shaft (4) via a reduction gear (20) and passive regulation means (30) for controlling the rotation speed of the output shaft, and comprising a braking member (30), arranged between an output of the reduction gear and the output shaft to be rotated, said braking member being arranged so as to provide two different levels of braking depending on the direction of rotation of the shaft, characterized in that the braking member is hydraulic and comprises means (33) for transferring fluid between two chambers (34, 35) under the influence of the rotation of the output shaft through a selective throttling member (41) which, depending on the direction of rotation of the actuator, counters two different levels of resistance to the transfer of fluid from one chamber to the other.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un actionneur électromécanique comportant un moteur électrique (11) pour entraîner un arbre de sortie (4) en rotation par l'intermédiaire d'un réducteur (20) et des moyens de régulation

[Suite sur la page suivante]

**WO 2011/128441 A1** 

---

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

---

(30) passifs permettant un contrôle de la vitesse de rotation de l'arbre de sortie, et comportant un organe de freinage (30), disposé entre une sortie du réducteur et l'arbre de sortie à entraîner, ledit organe de freinage étant agencé pour assurer deux niveaux de freinage différents selon le sens de rotation de l'arbre, caractérisé en ce que l'organe de freinage est de type hydraulique et comporte des moyens de transvasement (33) de fluide entre deux chambres (34, 35) sous l'effet de la rotation de l'arbre de sortie au travers d'un organe de laminage sélectif (41) qui, selon le sens de rotation de l' actionneur, oppose deux résistances distinctes au transvasement du fluide d'une chambre à l'autre.

**ACTIONNEUR ELECTROMECHANIQUE A REGULATION  
HYDRAULIQUE, ET ATERRISSEUR EQUIPE D'UN TEL  
ACTIONNEUR POUR SA MANŒUVRE**

5           La présente invention concerne un actionneur électromécanique à régulation hydraulique, ainsi qu'un atterrisseur équipé d'un tel actionneur pour sa manœuvre.

          Bien que particulièrement prévu pour une application dans le domaine aéronautique, l'actionneur de  
10 l'invention pourra également être utilisé dans d'autres applications, notamment dans celles dans lesquelles la rotation de l'arbre de sortie doit être également contrôlée en cas de non alimentation ou de dysfonctionnement du moteur électrique.

15           ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

          On connaît des atterrisseurs d'aéronefs dont la manœuvre entre une position déployée et une position rentrée est effectuée au moyen d'un actionneur de type hydraulique, par exemple un vérin. Bien souvent, on laisse  
20 l'atterrisseur descendre sous l'effet de la gravité, le vérin étant utilisé comme un régulateur pour limiter la vitesse de descente de l'atterrisseur. A cet effet, on provoque un laminage du fluide expulsé de la chambre du vérin dont son volume se réduit lors de la descente. Ce  
25 freinage est automatique et se produit donc même si la génération hydraulique devait tomber en panne, ce qui représente une grande sécurité.

          On utilise, également, notamment sur les aéronefs légers, des actionneurs électromécaniques rotatifs qui  
30 coopèrent avec l'atterrisseur soit directement au niveau d'un pivot de l'atterrisseur, soit indirectement par l'intermédiaire d'une bielle attelée entre une manivelle solidaire de l'actionneur et le caisson de l'atterrisseur. Encore une fois, la descente de l'atterrisseur se fait sous  
35 l'effet de la gravité, et l'actionneur électromécanique est

utilisé comme régulateur de descente. A cet effet on alimente le moteur électrique de l'actionneur pour qu'il exerce un couple résistant, régulant ainsi la vitesse de descente de l'atterrisseur.

5           Toutefois en cas de non alimentation ou de dysfonctionnement du moteur électrique, aucun élément du moteur ne permet de freiner et donc de contrôler la descente de l'atterrisseur, ce qui peut se révéler problématique puisqu'en cas de descente non maîtrisée de  
10 l'atterrisseur, il y a un risque important de dommage de ce dernier lorsqu'il arrive en fin de course.

          Pour limiter ce risque, il est envisageable d'équiper l'actionneur de plusieurs moteurs électriques de manière à réduire le risque de défaillance d'un moteur de  
15 l'actionneur, toutefois, doubler ou tripler le nombre de moteur nécessaire à la commande de l'actionneur engendrerait une augmentation considérable du poids et du volume de l'actionneur. Par ailleurs, le problème resterait entier en cas de panne électrique générale.

20           OBJET DE L'INVENTION

          La présente invention a pour objet de présenter un actionneur électromécanique permettant une régulation passive de la vitesse lorsque l'actionneur est entraîné par une cause extérieure.

25           RESUME DE L'INVENTION

          A cet effet l'invention concerne un actionneur électromécanique comportant un moteur électrique pour entraîner un arbre en rotation par l'intermédiaire d'un réducteur et des moyens de régulation permettant un  
30 contrôle de la vitesse de rotation de l'arbre. Selon l'invention, les moyens de régulation sont passifs et comportent un organe de freinage, disposé entre une sortie du réducteur et l'arbre à entraîner, ledit organe de freinage étant agencé pour assurer deux niveaux de freinage  
35 différents selon le sens de rotation de l'arbre.

Ainsi, si le moteur électrique ne fonctionne pas, le dispositif d'entraînement continue à freiner l'arbre de sorte que la vitesse de rotation de l'arbre est toujours maîtrisée.

5 De plus, les moyens de freinage opposent une résistance au déplacement de l'arbre qui diffère en fonction de son sens de rotation. Cette caractéristique est particulièrement intéressante dans le cas d'une application à un actionneur d'atterrisseur pour lequel la résistance  
10 permettant le contrôle de la descente pourra être choisie relativement élevée tandis que la résistance à opposer lors de la remontée de l'atterrisseur peut être choisie limitée, voire nulle, pour réduire la quantité d'énergie nécessaire à la remontée.

15 Selon un mode préféré de réalisation de l'invention, l'organe de freinage est de type hydraulique et comporte des moyens de transvasement de fluide d'une chambre à une autre sous l'effet de la rotation de l'arbre de sortie au travers d'un organe de laminage sélectif qui,  
20 selon le sens de rotation de l'actionneur, oppose deux résistances distinctes au transvasement du fluide d'une chambre à l'autre.

#### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise à la lecture d'un exemple détaillé de réalisation en référence  
25 aux dessins annexés, fournis à titre d'exemple non limitatif, parmi lesquels :

- la figure 1 représente une vue en coupe longitudinale d'un actionneur conforme à l'invention ;
- 30 - la figure 2 est une coupe selon la ligne II-II de la figure 1, au niveau de l'étage de régulation de l'actionneur représenté à la figure 1,
- la figure 3 représente un exemple de réalisation du circuit hydraulique de l'actionneur des figures 1 et 2 ;
- 35 - les figures 4 et 5 représentent de manière

schématique deux atterrisseurs équipés d'un actionneur selon l'invention pour assurer leur manœuvre.

#### DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

En référence à la figure 1, l'actionneur 1 de  
5 l'invention comporte un étage d'entraînement 10, un étage de réduction 20, ainsi qu'un étage de régulation 30. L'étage d'entraînement 10 comporte un moteur électrique 11 dont on aperçoit le stator 12 et le rotor 13 qui comporte un arbre de sortie 14 pénétrant dans l'étage de réduction  
10 20 pour coopérer avec l'organe d'entrée 21 d'un réducteur, ici un réducteur de type « harmonic drive » 22 à cloche déformable 23. Ce réducteur est bien connu pour présenter un rapport de réduction important. L'arbre de sortie 24 associé à la cloche déformable 23 pénètre dans l'étage de  
15 régulation 30 pour coopérer avec un organe de freinage qui comporte un arbre de sortie 4 qui constitue l'arbre de sortie de l'actionneur 1.

Comme cela est visible sur la figure 2, l'organe de freinage comporte un carter 31 de section circulaire dans  
20 lequel un rotor 32 muni d'une palette 33 tourne en étant entraîné par l'arbre de sortie 24 du réducteur 22. Un secteur fixe 38 s'étend dans le carter 31 pour définir avec le rotor 32 et la palette 33 deux chambres 34 et 35 dont le volume varie avec la rotation du rotor 32 et de la palette  
25 33 de sorte que lorsque le volume de l'une des chambres augmente, le volume de l'autre des chambres diminue. Les deux chambres 34, 35 sont mises en communication fluide avec un accumulateur 36 (visible à la figure 1) par l'intermédiaire d'un bloc hydraulique 37 comportant un  
30 certain nombre de composants hydrauliques qui sont maintenant détaillés en relation avec la figure 3 sur laquelle les communications fluidiques sont représentées par des traits épais.

La chambre 34 est connectée par une première  
35 branche fluide 40 à l'accumulateur 36. La première

branche fluidique 40 comporte deux composants hydrauliques 41 placés en série et comportant chacun un restricteur 42 associé à un clapet anti-retour 43 obligeant le fluide à passer par les restricteurs 42 lorsque le fluide transite de la chambre 34 vers l'accumulateur 36. La chambre 35 est quant à elle connectée par une deuxième branche fluidique 44 à l'accumulateur 36. La deuxième branche fluidique 44 comporte un restricteur de régulation 45.

Le fonctionnement de l'organe de freinage est le suivant. Lorsque, sous l'action du moteur électrique 11 ou d'une cause externe, la palette 33 tourne dans le sens indiqué par la flèche sur la figure 2 qui est celui pour lequel la chambre 34 voit son volume diminuer, du fluide est expulsé de la chambre 34 vers l'accumulateur 36 par la première branche fluidique 40 en passant par les restricteurs 42 qui exercent une forte résistance au passage du fluide, et contribue donc à freiner la rotation de la palette 33, et, en conséquence, la rotation de l'arbre de sortie 4 de l'actionneur. En parallèle, du fluide transite de l'accumulateur 36 vers la chambre 35 en passant par le restricteur 45 de la deuxième branche fluidique 44. Cependant, ce restricteur 45 est suffisamment ouvert et la pression de l'accumulateur 36 est suffisamment importante pour qu'aucune cavitation ne soit observée dans la chambre 35.

Lorsque la palette tourne dans l'autre sens, c'est la chambre 35 qui voit son volume diminuer, et du fluide est expulsé vers l'accumulateur 36 via le restricteur 45 de la deuxième branche fluidique 44, qui oppose une légère résistance, permettant ainsi une régulation de la vitesse de rotation de l'arbre de sortie 4. En parallèle, du fluide est expulsé de l'accumulateur 36 vers la chambre 34 en passant par les clapets anti-retours 43 de la deuxième branche fluidique, qui sont passants dans ce sens, de sorte que les restricteurs 42 sont shuntés.

Ainsi, le transvasement d'une chambre à l'autre (par l'intermédiaire ici de l'accumulateur) se fait en forçant le fluide à passer au travers d'organes de laminage qui laminent de façon sélective (fort laminage dans un sens, laminage faible ou quasi-nul dans l'autre sens), de sorte que l'organe de freinage offre deux niveaux de freinage distincts, selon le sens de rotation de l'arbre de sortie 4 de l'actionneur. Ce freinage est purement passif, et intervient notamment lorsque l'arbre de sortie 4 est entraîné par une cause externe.

Un tel actionneur peut être avantageusement utilisé pour la manœuvre d'un atterrisseur entre sa position déployée et sa position rentrée. Il peut être disposé selon un axe d'articulation du caisson pour attaquer directement celui-ci, ou encore disposé parallèlement à l'axe d'articulation du caisson de l'atterrisseur pour attaquer celui-ci via un secteur denté, ou encore être attelé au caisson de l'atterrisseur par une bielle reliée à une manivelle entraînée par l'actionneur. Bien évidemment, on fera en sorte que le sens de rotation pour lequel un freinage plus important est généré corresponde à celui que l'atterrisseur impose à l'actionneur lorsque l'atterrisseur descend vers la position déployée sous l'effet de la gravité ou du vent relatif. Ce freinage purement passif permet de réguler la vitesse de chute de l'actionneur, de sorte que même une panne d'alimentation électrique ou une rupture de l'organe de transmission empêchant le moteur électrique d'exercer un couple résistant ne compromet pas le freinage ainsi effectué. En variante, et comme cela est illustré aux figures 4 et 5, l'actionneur de l'invention peut être attelé à l'un des éléments du contreventement, pour autant que l'élément concerné a un déplacement monotone sans rebroussement lorsque l'atterrisseur passe de la position déployée à la position rentrée. Sur ces figures, on reconnaît un atterrisseur 50 dont le caisson 51

est articulé sur la structure d'un aéronef. Une contrefiche  
briseuse 52 comportant deux bras articulés entre eux est  
articulée d'une part sur la structure de l'aéronef et  
d'autre part sur le caisson. Un organe de verrouillage 53,  
5 comportant ici également deux bras articulés s'étend entre  
la contrefiche 52 et la structure de l'aéronef, comme  
illustré à la figure 4, ou le caisson de l'atterrisseur,  
comme illustré à la figure 5. Sur la figure 4, l'actionneur  
1 de l'invention est attelé à l'un des bras de la  
10 contrefiche 52 au moyen d'une bielle 54 qui coopère avec  
une manivelle 55 entraînée par l'arbre de sortie 4 de  
l'actionneur 1.

Pour remonter l'atterrisseur vers sa position  
rentrée, il suffira d'alimenter le moteur électrique 11 de  
15 l'actionneur pour que celui-ci exerce un couple provoquant  
la remontée de l'atterrisseur. On remarquera que dans  
l'agencement de la figure 4, il convient de prévoir un  
actionneur de déverrouillage (non représenté) pour agir sur  
l'organe de verrouillage 53 et déverrouiller la contrefiche  
20 52. Au contraire, dans l'agencement de la figure 5, le même  
actionneur déverrouille la contrefiche et entraîne  
l'atterrisseur vers sa position rentrée.

L'invention n'est bien sûr pas limitée à ce qui  
vient d'être décrit, mais englobe au contraire toute  
25 variante entrant dans le cadre défini par les  
revendications. En particulier, bien que l'organe de  
freinage de l'étage de régulation décrit ici est du type à  
palette, on pourra utiliser tout autre organe de freinage,  
du moment que cet organe exerce des niveaux de freinage  
30 distincts selon le sens de rotation de l'actionneur, l'un  
des niveaux de freinage pouvant le cas échéant être nul ou  
négligeable par rapport à l'autre niveau de freinage.

REVENDICATIONS

1. Actionneur électromécanique comportant un moteur électrique (11) pour entraîner un arbre de sortie (4) en rotation par l'intermédiaire d'un réducteur (20) et des moyens de régulation (30) passifs permettant un contrôle de la vitesse de rotation de l'arbre de sortie, et comportant un organe de freinage (30), disposé entre une sortie du réducteur et l'arbre de sortie à entraîner, ledit organe de freinage étant agencé pour assurer deux niveaux de freinage différents selon le sens de rotation de l'arbre, dans lequel l'organe de freinage est de type hydraulique et comporte des moyens de transvasement (33) de fluide entre deux chambres (34, 35) sous l'effet de la rotation de l'arbre de sortie au travers d'un organe de laminage sélectif (41) qui, selon le sens de rotation de l'actionneur, oppose deux résistances distinctes au transvasement du fluide d'une chambre à l'autre.

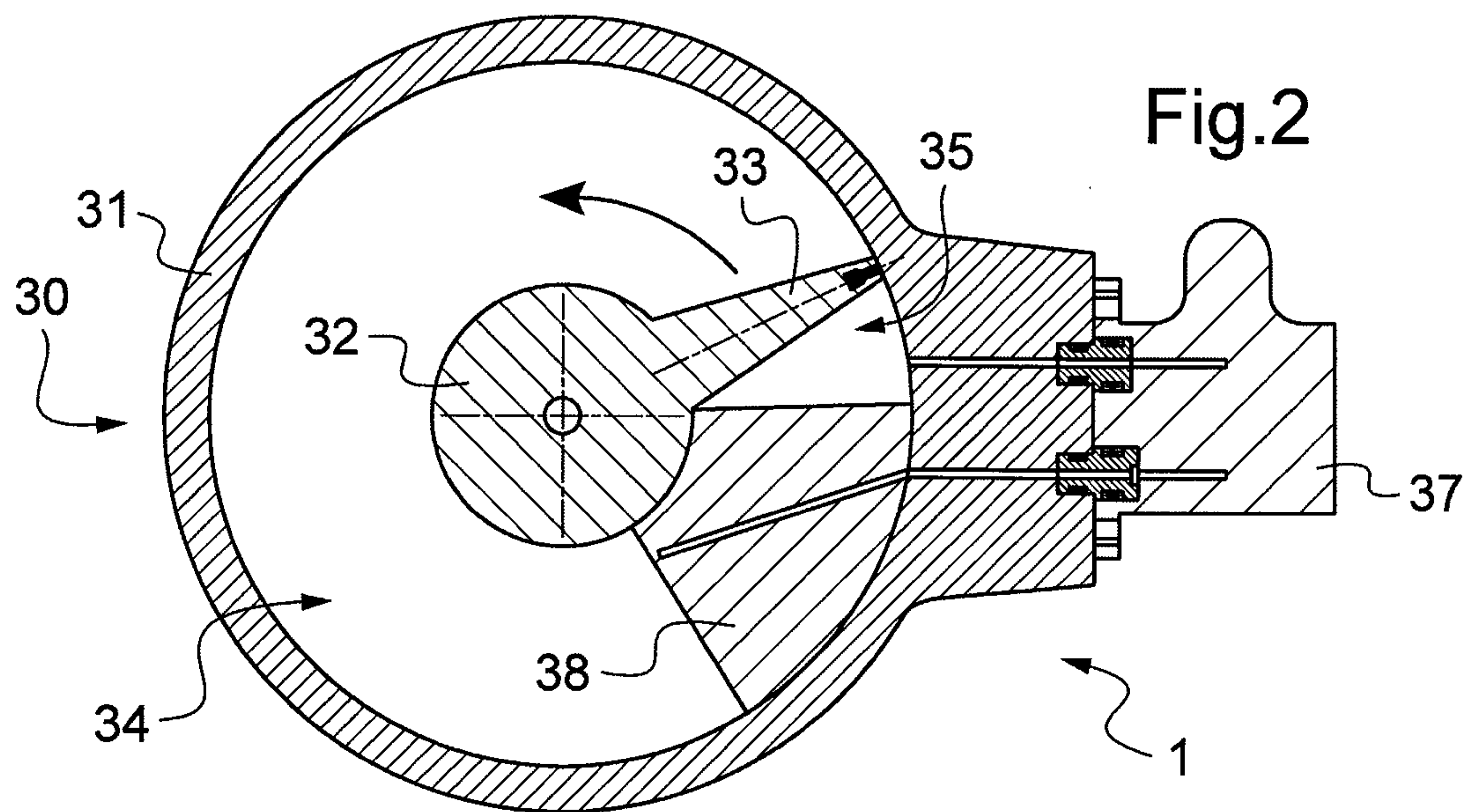
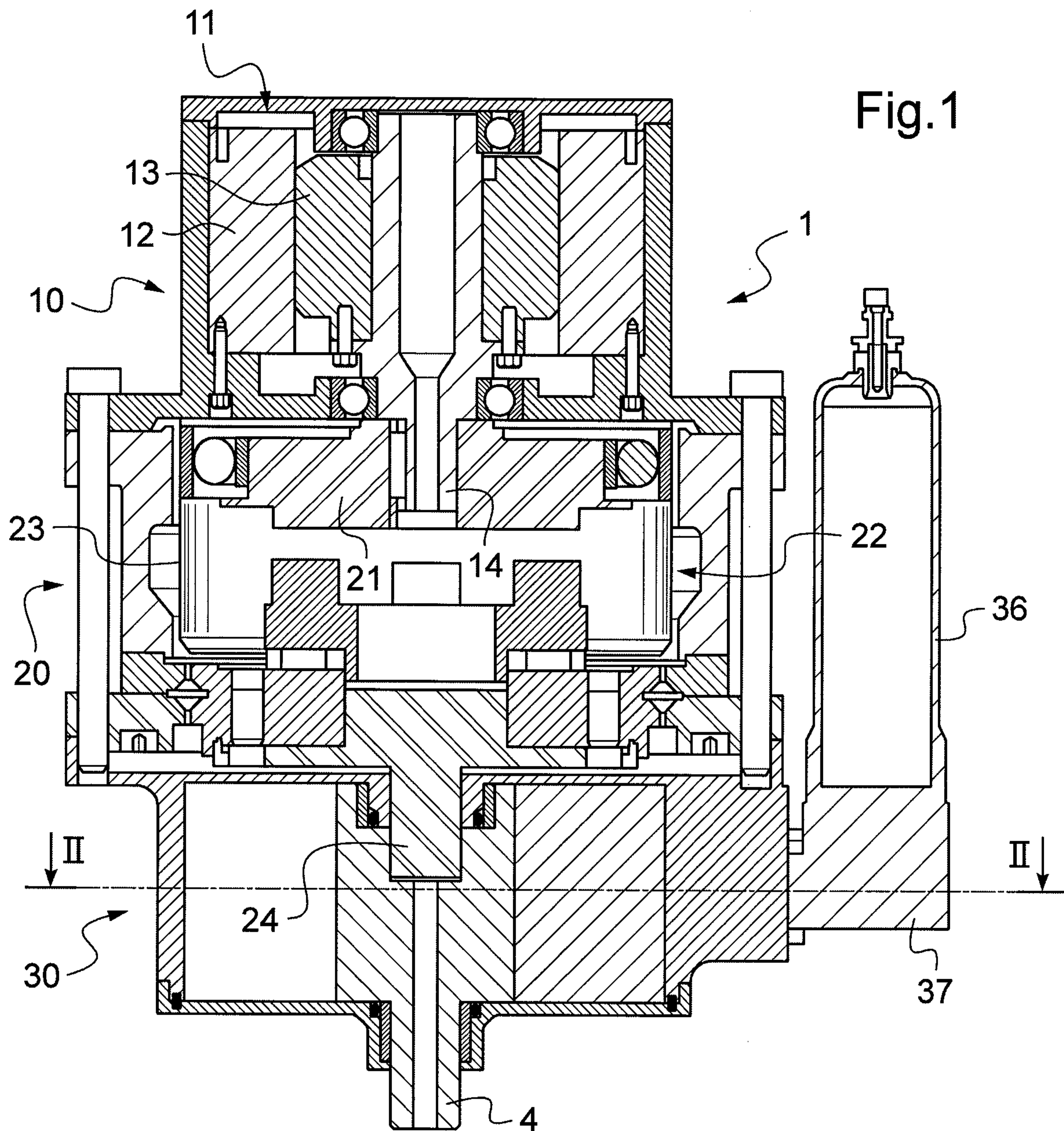
2. Actionneur selon la revendication 1, dans lequel l'organe de freinage comporte un carter cylindrique (31) dans lequel un secteur fixe (38) et une palette rotative (33) s'étendent pour définir les deux chambres (34, 35) et provoquer le transvasement de fluide d'une chambre à l'autre lors de sa rotation.

3. Actionneur selon la revendication 1, dans lequel le fluide est transvasé d'une chambre à l'autre en transitant par un accumulateur (36).

4. Actionneur selon la revendication 3, dans lequel l'une des chambres communique avec l'accumulateur par une branche fluidique comportant au moins un organe de laminage (41) comportant un restricteur (42) en parallèle d'un clapet anti-retour (43) forçant le fluide à passer par le restricteur lorsqu'il transite de la chambre à l'accumulateur, mais shuntant le restricteur lorsque le fluide transite de l'accumulateur vers la chambre.

5. Atterrisseur d'aéronef comportant un actionneur selon la revendication 1, 2, 3 ou 4 pour sa manœuvre entre une position rentrée et une position déployée, l'actionneur étant agencé de sorte que lorsque son arbre de sortie est entraîné par la descente de l'atterrisseur vers la position déployée, l'organe de freinage exerce le niveau de freinage le plus important.

6. Atterrisseur selon la revendication 5, dans lequel l'arbre de sortie de l'actionneur est attelé à un élément de contreventement (52 ; 53) de l'atterrisseur.



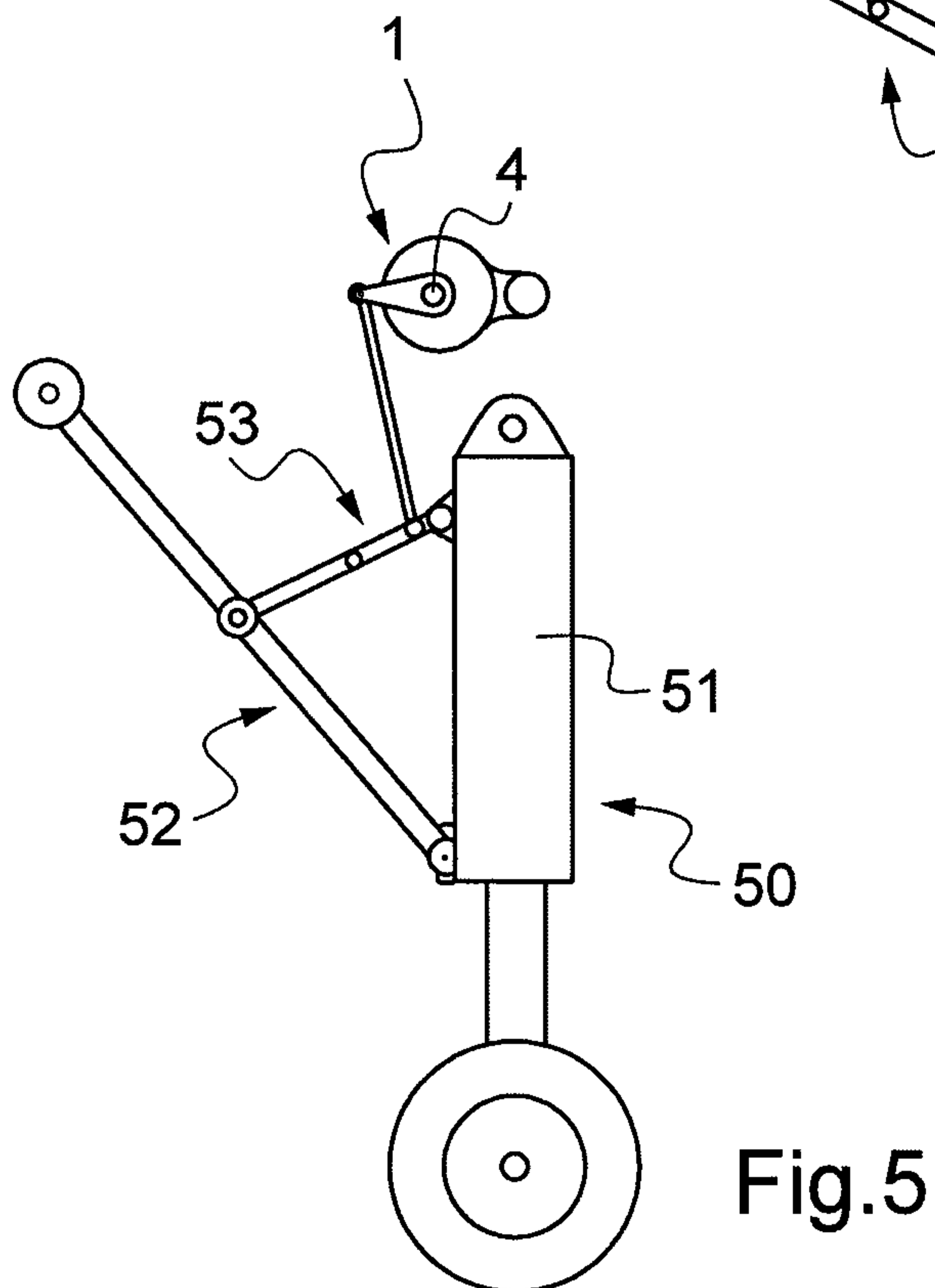
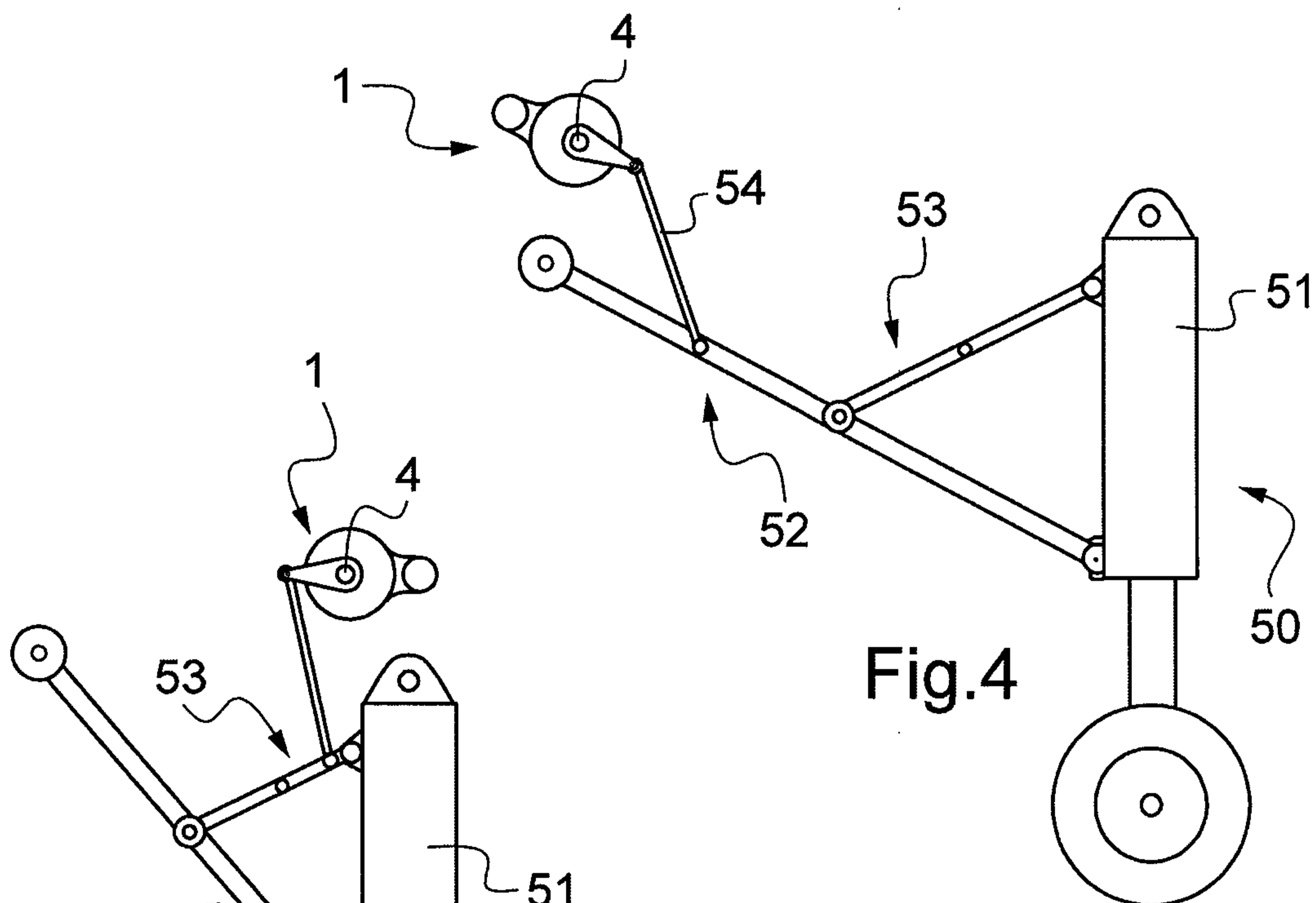
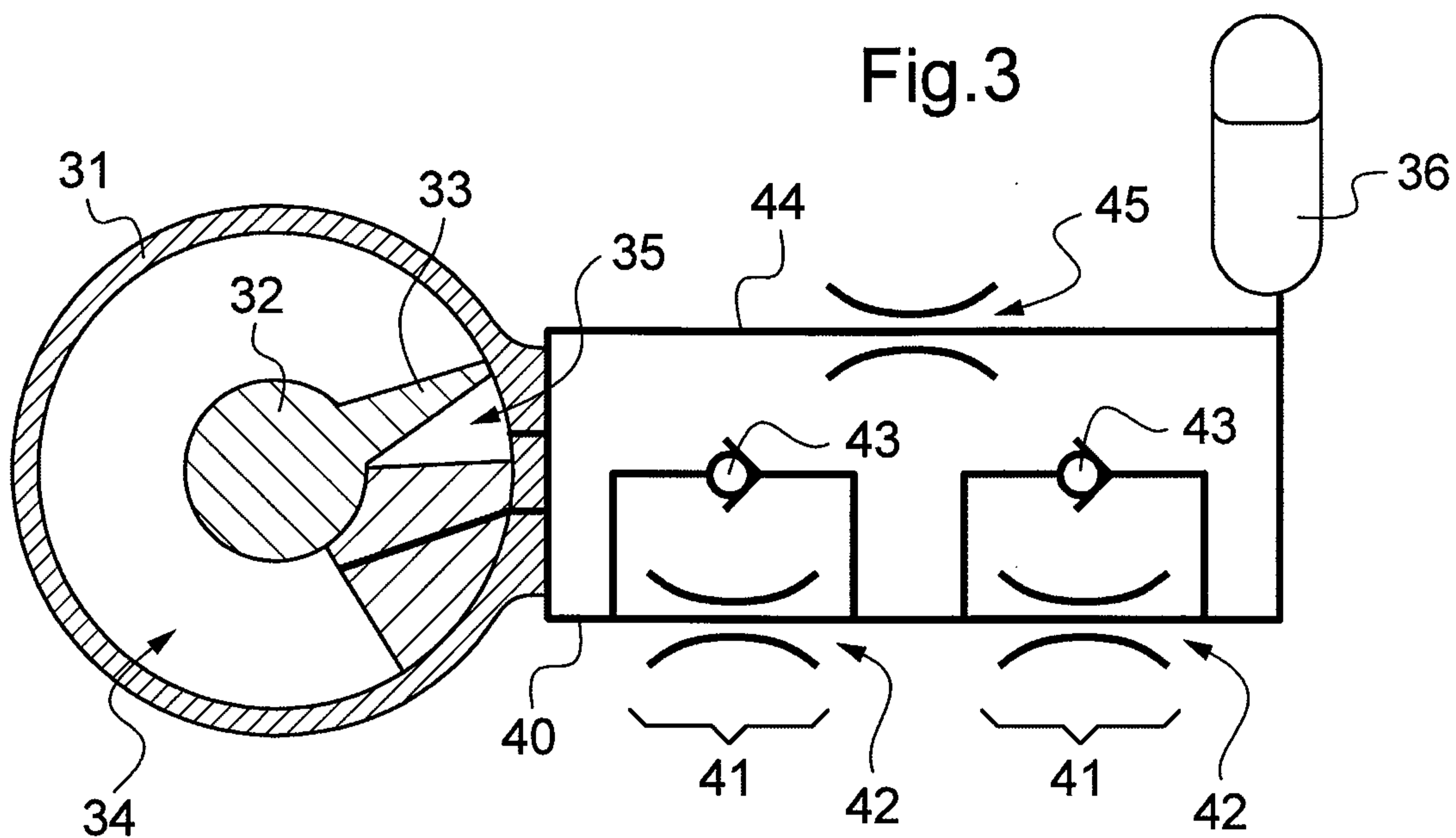


Fig.1

