

Description

[0001] Le domaine technique de l'invention est celui des actionneurs pyrotechniques ayant pour fonction essentielle soit de gonfler une structure, soit de déplacer une pièce par l'intermédiaire d'un piston. Les actionneurs pyrotechniques selon l'invention sont particulièrement adaptés aux véhicules terrestres pour la mise en oeuvre de système de sécurité de type coussins de protection, aux véhicules aériens pour permettre par exemple, l'ouverture ou la fermeture automatique d'une porte, ainsi qu'aux véhicules spatiaux pour le gonflement de structures favorisant leur atterrissage.

Les actionneurs pyrotechniques ont déjà fait l'objet de plusieurs demandes de brevet.

On peut citer le brevet EP 0 550 321 qui décrit un vérin pyrotechnique à course amortie pouvant être utilisé dans tout type de système d'absorption d'énergie. Ce vérin comporte un générateur de gaz pyrotechnique, un piston, une chambre de combustion de matières pyrotechniques et une chambre de contre-pression ainsi qu'une chambre intermédiaire comprise en ladite chambre de combustion et une extrémité du piston. Un canal relie la chambre intermédiaire à la chambre de contre-pression. Les gaz émis par le générateur mettent sous pression la chambre intermédiaire pour s'opposer au mouvement du piston et ainsi amortir sa course, une partie desdits gaz étant acheminée par le canal vers la chambre de contre-pression.

La demande de brevet FR 2 824 875 concerne un actionneur pyrotechnique possédant un corps, un piston, et une rondelle de retenue dudit piston dans ledit corps. Suivant la position initiale du piston dans le corps, l'actionneur peut, soit exercer une poussée sur un objet en faisant émerger ledit piston dudit corps, soit libérer une pièce mécanique en faisant rentrer le piston dans ledit corps.

Les actionneurs pyrotechniques décrits dans ces deux brevets comportent des charges énergétiques déjà constituées et qui sont susceptibles d'être amorcées en combustion sous l'effet d'une sollicitation accidentelle imprévue, comme, par exemple, une montée en température, l'impact d'un objet qui tombe ou un quelconque frottement.

Dans la suite de la description, l'expression « en position de stockage » correspond à la phase de non fonctionnement de l'actionneur.

[0002] Les actionneurs selon l'invention font intervenir des charges énergétiques dissociées impliquant un matériau réducteur et un fluide oxydant qui sont initialement séparés. De cette manière, en position de stockage, les charges énergétiques ne peuvent donc pas réagir à une sollicitation extérieure intempestive, conférant aux actionneurs selon l'invention un haut niveau de sécurité. Lesdits actionneurs sont donc parfaitement adaptés aux véhicules terrestres, aériens ou spatiaux ne tolérant aucun allumage accidentel qui pourrait les mettre hors d'usage, voire les détruire.

[0003] L'objet de la présente invention concerne un actionneur à génération de gaz comprenant un système d'allumage et une charge énergétique caractérisée en ce que ladite charge est constituée par un matériau réducteur et un fluide oxydant dissociés. Autrement dit, en position de stockage, la charge énergétique n'est pas encore constituée. Préférentiellement, le matériau réducteur est solide.

De façon avantageuse, le matériau réducteur est choisi parmi le polyméthacrylate de méthyle, le cariflex, les résines artificielles et naturelles, les métaux et les cires.

Selon une première variante de l'invention, le fluide oxydant est liquide.

Avantageusement, le fluide oxydant est choisi parmi le peroxyde d'oxygène et le nitrate d'hydroxylamine.

Selon une deuxième variante de l'invention, le fluide oxydant est gazeux.

De façon préférentielle, le fluide oxydant est un mélange gazeux constitué principalement d'oxygène. Préférentiellement, le matériau réducteur est constitué par un bloc cylindrique solide traversé longitudinalement par au moins un canal.

De façon avantageuse, le matériau réducteur est traversé longitudinalement par un canal central présentant au moins trois rainures longitudinales, parallèles entre elles et régulièrement réparties autour dudit canal. Avantageusement, le bloc est traversé longitudinalement par sept canaux parallèles entre eux dont l'un est en position centrale et dont les six autres sont régulièrement disposés autour dudit canal central en étant équidistants de celui-ci.

De façon préférentielle, le débit d'oxydant est piloté par une vanne pyrotechnique et une vanne de régulation situées entre la réserve d'oxydant et le matériau réducteur.

En fonctionnement, un signal électrique entraîne le déverrouillage de la vanne pyrotechnique pour libérer le fluide oxydant afin qu'il vienne au contact du matériau réducteur et qu'il interagisse avec lui, le débit dudit fluide oxydant étant contrôlé par la vanne de régulation.

Préférentiellement, le système d'allumage comprend un initiateur pyrotechnique et une charge pyrotechnique relais, ledit système étant positionné de sorte que les gaz émis par ladite charge relais vont venir chauffer la surface du matériau réducteur.

[0004] De façon avantageuse, l'oxydant est mis au contact du matériau réducteur après que la surface dudit matériau ait été chauffée, pour produire une réaction de pyrolyse, et les gaz ainsi émis sont acheminés vers l'extérieur dudit actionneur au moyen d'une tubulure de sortie. Autrement dit, il est avantageux que la surface du matériau réducteur soit préchauffée avant que l'oxydant soit mis au contact dudit matériau pour produire une réaction de pyrolyse.

Avantageusement, les gaz produits par la réaction de pyrolyse entre le matériau réducteur et l'oxydant sont refroidis au moyen d'un circuit parallèle comprenant un liquide refroidisseur.

De façon préférentielle, le liquide refroidisseur est cons-

titué par de l'éthanol.

Préférentiellement, le circuit comprend successivement une chambre de détente comportant la tubulure de sortie des gaz, une réserve de liquide refroidisseur et une tubulure de liaison entre ladite réserve et ladite tubulure de sortie, ladite tubulure de liaison étant munie d'une vanne pyrotechnique.

De façon avantageuse, la chambre de détente qui possède une paroi mobile au contact du liquide refroidisseur est susceptible de s'agrandir sous l'effet des gaz produits par la pyrolyse, en exerçant une pression sur ledit liquide. Ainsi, lorsque la vanne pyrotechnique de la tubulure de liaison est ouverte, le liquide refroidisseur qui est sous pression, circule dans ladite tubulure pour être acheminé vers la tubulure de sortie. De façon préférentielle, le liquide refroidisseur qui circule dans la tubulure de liaison est diffusé dans la tubulure de sortie sous forme de fines gouttelettes. De cette manière, la diffusion de ces gouttelettes est assimilable à celle que produirait un brumisateur pour refroidir les gaz qui sont expulsés par la tubulure de sortie.

Selon un autre mode de réalisation préféré de l'invention, le débit d'oxydant est piloté par une tuyère amorcée située entre la réserve d'oxydant et le matériau réducteur. Avantageusement, les gaz émis par la réaction de pyrolyse entre l'oxydant et le matériau réducteur sont acheminés vers un volume tampon débouchant sur un vérin muni d'un piston. De cette manière, les gaz produits lors de la réaction de pyrolyse, vont traverser le volume tampon pour exercer une pression sur le piston du vérin. Le volume tampon est assimilable à une chambre de dépressurisation dans le cas où le vérin serait accidentellement bloqué et risquerait de provoquer l'éclatement de l'actionneur. Ledit volume est dimensionné pour contenir l'ensemble des gaz produits par la réaction de pyrolyse.

[0005] Les actionneurs selon l'invention, présentent l'avantage d'être autonomes et d'avoir un encombrement réduit grâce à une grande simplicité de conception. Ils peuvent donc être facilement insérés dans n'importe quel type de dispositif ou d'objet nécessitant les fonctions requises par de tels actionneurs. Ils présentent, de plus, tous les avantages liés à l'utilisation de charges énergétiques, à savoir : fiabilité due à la maîtrise de l'allumage, encombrement réduit dû à la petite taille des charges énergétiques, et grande variabilité des effets due à la diversité des compositions pouvant être retenues pour ces actionneurs.

[0006] On donne ci-après la description détaillée de deux modes de réalisation préférés de l'invention en se référant aux figures 1 à 8.

La figure 1 est une vue en coupe axiale longitudinale d'un premier mode de réalisation préféré d'un actionneur selon l'invention.

La figure 2 est une vue en perspective du premier mode de réalisation préféré d'un actionneur selon l'invention ayant une géométrie compactée.

La figure 3 est une vue agrandie en coupe axiale

longitudinale du système d'allumage et du bloc réducteur d'un actionneur selon l'invention.

La figure 4 est une vue en coupe axiale longitudinale du circuit de refroidissement d'un actionneur selon l'invention.

La figure 5 est une vue en coupe axiale longitudinale d'un deuxième mode de réalisation préféré d'un actionneur selon l'invention muni d'un vérin.

La figure 6 est une vue en perspective du deuxième mode de réalisation préféré d'un actionneur selon l'invention sans le vérin.

La figure 7 est une vue agrandie en coupe axiale longitudinale du système d'allumage et du bloc réducteur du deuxième mode de réalisation préféré d'un actionneur selon l'invention.

La figure 8 est une vue en perspective d'un premier mode de réalisation préféré d'un bloc de matériau réducteur d'un actionneur selon l'invention.

La figure 9 est une vue en perspective d'un deuxième mode de réalisation préféré d'un bloc de matériau réducteur d'un actionneur selon l'invention.

[0007] En se référant aux figures 1 et 2, un premier mode de réalisation préféré d'un actionneur 1 selon l'invention comprend une réserve d'oxygène 2, un système d'allumage 3, un bloc réducteur 4 de polyméthacrylate de méthyle, un circuit de refroidissement des gaz 5, un dispositif d'échappement 6 desdits gaz et une structure gonflable 7. La réserve d'oxygène 2 est constituée par une bouteille rigide 8 contenant de l'oxygène sous pression et comportant un canal d'échappement 10 de l'oxygène permettant de relier ladite bouteille 8 au bloc réducteur 4 en passant préalablement à travers le système d'allumage 3. Le canal d'échappement 10 est constitué par une tubulure rigide comportant une vanne pyrotechnique 11 et une vanne de régulation 12, la vanne pyrotechnique 11 étant disposée en amont de la vanne de régulation 12 par rapport à la réserve d'oxygène 2. Le canal 10 possède un canal de dérivation 13 au niveau de la vanne de régulation 12 pour assurer le passage de l'oxygène dans le cas où ladite vanne 12 venait à se fermer dans le cadre de la fonction de régulation de débit.

[0008] En se référant à la figure 3, le système d'allumage 3 comprend deux initiateurs 14 dont chacun est prolongé par un canal 15 débouchant sur une charge relais 16 située dans un espace libre 17 délimité partiellement par le bloc réducteur 4, ledit espace libre 17 jouant le rôle d'une chambre de pyrolyse lorsque l'actionneur 1 est en phase de fonctionnement. Les deux initiateurs 14 sont situés sur un bouchon 18 possédant un embout central creux 19 destiné à recevoir une extrémité du canal d'échappement 10 relié à la réserve d'oxygène 2. Ledit bouchon 18 est vissé à l'une des deux extrémités d'un corps cylindrique creux 20 contenant successivement et en continuité la charge relais 16, la chambre de pyrolyse 17, le bloc réducteur 4, une chambre de détente 21 et un liquide refroidisseur 22. L'extrémité dudit corps creux 20 autour de laquelle est vissé le

bouchon 18 possède un alésage central 52. Ainsi, lorsque le bouchon 18 est vissé, l'embout central creux 19 se retrouve en continuité dudit alésage 52. De cette manière, ledit embout 19 et ledit alésage 52 participent à la communication entre la réserve d'oxygène 2 et le bloc réducteur 4, ladite communication étant toutefois interrompue par la charge relais 16. La chambre de détente 21 comporte une tubulure de sortie 26 des gaz issus de la réaction de pyrolyse entre le bloc réducteur 4 et l'oxygène. L'actionneur présenté à la figure 2 a une forme compactée dans la mesure où le canal d'échappement 10 comporte deux coudes successifs dans le même sens, de sorte que l'ensemble constitué par la réserve d'oxygène 2, le canal d'échappement 10 et le corps cylindrique creux 20 a globalement une forme en $\bar{\cap}$.

[0009] En se référant à la figure 8, selon une première variante préférée de l'invention, le bloc réducteur 4a a une forme cylindrique comportant un canal central cylindrique présentant neuf rainures 23 longitudinales et rectilignes. Lesdites rainures 23 qui ont chacune une section rectangulaire, sont parallèles entre elles et sont régulièrement réparties autour dudit canal central.

[0010] Elles confèrent à la section dudit canal un contour étoilé.

[0011] En se référant à la figure 9, selon une deuxième variante préférée de l'invention, le bloc réducteur 4b est traversé longitudinalement par sept canaux parallèles entre eux dont l'un 24 est en position centrale et dont les six autres 25 sont régulièrement disposés autour dudit canal central 24 en étant équidistants de celui-ci.

[0012] En se référant à la figure 4, le circuit de refroidissement 5 comprend une réserve de liquide refroidisseur 22 comme, par exemple, de l'éthanol et une tubulure de liaison reliant ladite réserve 22 à la tubulure de sortie 26 des gaz. La tubulure de liaison 27 comporte une vanne pyrotechnique 28 et prend naissance à l'extrémité du corps cylindrique creux 20 qui est opposée à celle où est vissé le bouchon 18 muni des deux initiateurs 14. Ladite tubulure de liaison 27 effectue deux coudes successifs dans le même sens pour déboucher dans la tubulure de sortie 26 des gaz. La chambre de détente 21 est délimitée par une pièce cylindrique creuse 29 fermée à une extrémité par une face circulaire plane 30 et ouverte à l'autre extrémité, ladite pièce 29 étant logée dans le corps cylindrique creux 20. En position de stockage, l'extrémité ouverte de ladite pièce cylindrique creuse 29 se trouve en butée contre un épaulement interne dudit corps 20, tandis que la face circulaire plane 30 est au contact du liquide refroidisseur 22. La chambre de détente 21 est partiellement délimitée par le bloc réducteur 4. La tubulure de sortie 26 des gaz comporte au moins une vanne pyrotechnique 31 située en amont d'une structure gonflable 7.

[0013] Le mode de fonctionnement de ce premier mode de réalisation préféré d'un actionneur 1 selon l'invention suit les étapes suivantes.

Un signal électrique déclenche les deux initiateurs 14 dont la combustion va provoquer l'initiation de la charge

relais 16. Les gaz ainsi générés vont venir occuper la chambre de pyrolyse 17 pour chauffer la surface du bloc réducteur 4. Un nouveau signal électrique va déclencher la vanne pyrotechnique 11 située sur le canal d'échappement 10 de la réserve d'oxygène 2 pour libérer ledit oxygène dans ledit canal 10. Puisque la charge relais 16 a été mise en combustion, elle ne s'oppose plus au passage de l'oxygène qui parvient alors au contact du bloc réducteur 4 qui a été préalablement chauffé. Il se produit alors une réaction de pyrolyse entre l'oxygène et la charge 16. Les gaz chauds issus de cette réaction mettent en pression la chambre de détente 21 qui va exercer une poussée sur le liquide refroidisseur 22. La vanne pyrotechnique 28 portée par la tubulure de liaison 27 est ensuite ouverte et le liquide refroidisseur 22 se retrouve alors expulsé par ladite tubulure 27 sous l'effet de la poussée de la chambre de détente 21. Ledit liquide 22 parvient au niveau de la tubulure de sortie 26 sous la forme de fines gouttelettes qui vont refroidir les gaz chauds qui s'échappent de la chambre de détente 21. La vanne pyrotechnique 31 de la tubulure de sortie 26 est déclenchée pour permettre aux gaz refroidis de s'échapper et de s'introduire dans la structure gonflable 7.

[0014] En se référant aux figures 5 et 6, un deuxième mode de réalisation préféré d'un actionneur 100 selon l'invention comprend une réserve d'oxygène 102, un système d'allumage 103, un bloc réducteur 104 de polyméthacrylate de méthyle, un volume tampon 140 et un vérin 141 muni d'un piston 142. La réserve d'oxygène 102 est stockée dans une pièce cylindrique creuse 105 possédant à ses deux extrémités une face circulaire plane. L'une des deux faces planes présente un alésage central servant d'orifice de remplissage et qui est obturé par un bouchon 106. L'autre face plane comporte un orifice central 107 obturé par un opercule claquable 108, ledit orifice 107 constitué par une partie cylindrique prolongée par une partie conique jouant le rôle d'une tuyère amorcée. La pièce cylindrique creuse 105 est vissée partiellement dans un corps cylindrique creux 109 comprenant le bloc réducteur 104 et le système d'allumage 103. En se référant à la figure 7, la liaison entre ladite pièce 105 et ledit corps 109 est hermétique grâce à l'insertion de deux joints 110a, 110b, entre la surface externe de la pièce 105 et la surface interne du corps 109. La pièce 105 est orientée dans le corps 109 de manière à ce que la face plane de ladite pièce 105 qui comporte un orifice central 107 obturé par un opercule claquable 108 sépare l'ensemble « bloc réducteur + système d'allumage » de la réserve d'oxygène 102.

Le bloc réducteur 104 est cylindrique et possède un canal central possédant neuf rainures longitudinales et rectilignes. Le système d'allumage 103 est logé dans ledit canal central et comprend un initiateur 114 pouvant être déclenché électriquement et une charge relais 116 productrice de gaz et qui est calée entre deux ressorts à lame 117a, 117b, ladite charge relais 116 étant prolongée par une tuyère 118 pour permettre la fuite des gaz

issus de la combustion de la charge relais 116 dans des conditions bien définies. Le bloc réducteur 104 se retrouve en butée contre un épaulement interne du corps cylindrique creux 109 et ménage un espace libre 119 avec ledit corps 109, ledit espace 119 étant en communication avec le volume tampon 140 par l'intermédiaire d'une tubulure de sortie 126. Le volume tampon 140 est situé dans une pièce cylindrique creuse allongée 143 munie d'un orifice de sortie 144 reliant ledit volume tampon 140 à un vérin 141, ledit vérin 141 incluant un piston 142 possédant une tige allongée 146 se terminant par une tête élargie 147.

[0015] Le mode de fonctionnement de ce deuxième mode de réalisation préféré d'un actionneur 100 selon l'invention s'effectue comme suit. Un signal électrique déclenche l'initiateur 114 qui va lui-même mettre en combustion la charge relais 116. Les gaz émis vont sortir de la tuyère 118 pour venir chauffer la surface interne du bloc réducteur 104 et provoquer la rupture de l'opercule 108. La réaction de pyrolyse entre l'oxydant et le bloc réducteur 104 génère des gaz qui vont pénétrer dans le volume tampon 140 par l'intermédiaire de la tubulure de sortie 126, puis sortir dudit volume 140 grâce à l'orifice de sortie 144 pour venir exercer une pression sur le piston 142 d'un vérin 141 afin de le déplacer.

Revendications

1. Actionneur (1,100) à génération de gaz comprenant un système d'allumage (3,103) et une charge énergétique **caractérisée en ce que** ladite charge est constituée par un matériau réducteur (4,104) et un fluide oxydant (2,102) dissociés.
2. Actionneur (1,100) selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le matériau réducteur (4,104) est choisi parmi le polyméthacrylate de méthyle, le cariflex, les résines artificielles et naturelles, les métaux et les cires.
3. Actionneur (1,100) selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le fluide oxydant (2,102) est liquide.
4. Actionneur (1,100) selon la revendication 3 **caractérisé en ce que** le fluide oxydant (2,102) est choisi parmi le peroxyde d'oxygène et le nitrate d'hydroxylamine.
5. Actionneur (1,100) selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le fluide oxydant (2,102) est gazeux.
6. Actionneur (1,100) selon la revendication 5 **caractérisé en ce que** le fluide oxydant (2,102) est un mélange gazeux constitué principalement d'oxy-

gène.

7. Actionneur (1,100) selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le matériau réducteur (4,104) est constitué par un bloc cylindrique solide traversé longitudinalement par au moins un canal.
8. Actionneur (1,100) selon la revendication 7 **caractérisé en ce que** le bloc (4a) est traversé longitudinalement par un canal central présentant au moins trois rainures (23) longitudinales, parallèles entre elles et régulièrement réparties autour dudit canal.
9. Actionneur (1,100) selon la revendication 7 **caractérisé en ce que** la bloc (4b) est traversé longitudinalement par sept canaux parallèles entre eux dont l'un (24) et en position centrale et dont les six autres (25) sont régulièrement disposés autour dudit canal central et étant équidistants de celui-ci.
10. Actionneur (1) selon la revendication 5 **caractérisé en ce que** le débit d'oxydant est piloté par une vanne pyrotechnique (11) et une vanne de régulation (12) situées entre la réserve d'oxydant (2) et le matériau réducteur (4).
11. Actionneur (1,100) selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le système d'allumage (3,103) comprend au moins un initiateur pyrotechnique (14,114) et une charge pyrotechnique relais (16,116), ledit système (3,103) étant positionné de sorte que les gaz émis par ladite charge relais (16,116) vont venir chauffer la surface du matériau réducteur (4,104).
12. Actionneur (1,100) selon la revendication 11 **caractérisé en ce que** l'oxydant (2,102) est mis au contact du matériau réducteur (4,104) après que la surface dudit matériau ait été chauffée, pour produire une réaction de pyrolyse et les gaz ainsi émis sont acheminés vers l'extérieur dudit actionneur (1,100) au moyen d'une tubulure de sortie (26,126).
13. Actionneur (1) selon la revendication 12 **caractérisé en ce que** les gaz produits par la réaction de pyrolyse entre le matériau réducteur (4) et l'oxydant (2) sont refroidis au moyen d'un circuit (5) parallèle comprenant un liquide refroidisseur (22) .
14. Actionneur (1) selon la revendication 13 **caractérisé en ce que** le circuit (5) comprend successivement une chambre de détente (21) comportant la tubulure de sortie (26) des gaz, une réserve de liquide refroidisseur (22) et une tubulure de liaison (27) entre ladite réserve (22) et ladite tubulure de sortie (26), ladite tubulure de liaison (27) étant munie d'une vanne pyrotechnique (28).

15. Actionneur (1) selon la revendication 14 **caractérisé en ce que** la chambre de détente (21) qui possède une paroi mobile au contact du liquide refroidisseur (22) est susceptible de s'agrandir sous l'effet des gaz produits par la pyrolyse, en exerçant une pression sur le liquide refroidisseur (22). 5
16. Actionneur (100) selon la revendication 5 **caractérisé en ce que** le débit d'oxydant (102) est piloté par une tuyère amorcée (107) située entre la réserve d'oxydant (102) et le matériau réducteur (104). 10
17. Actionneur (100) selon la revendication 16 **caractérisé en ce que** les gaz émis par la réaction de pyrolyse entre l'oxydant (102) et le matériau réducteur (104) sont acheminés vers un volume tampon (140) débouchant sur un vérin (141) muni d'un piston (142). 15

20

25

30

35

40

45

50

55

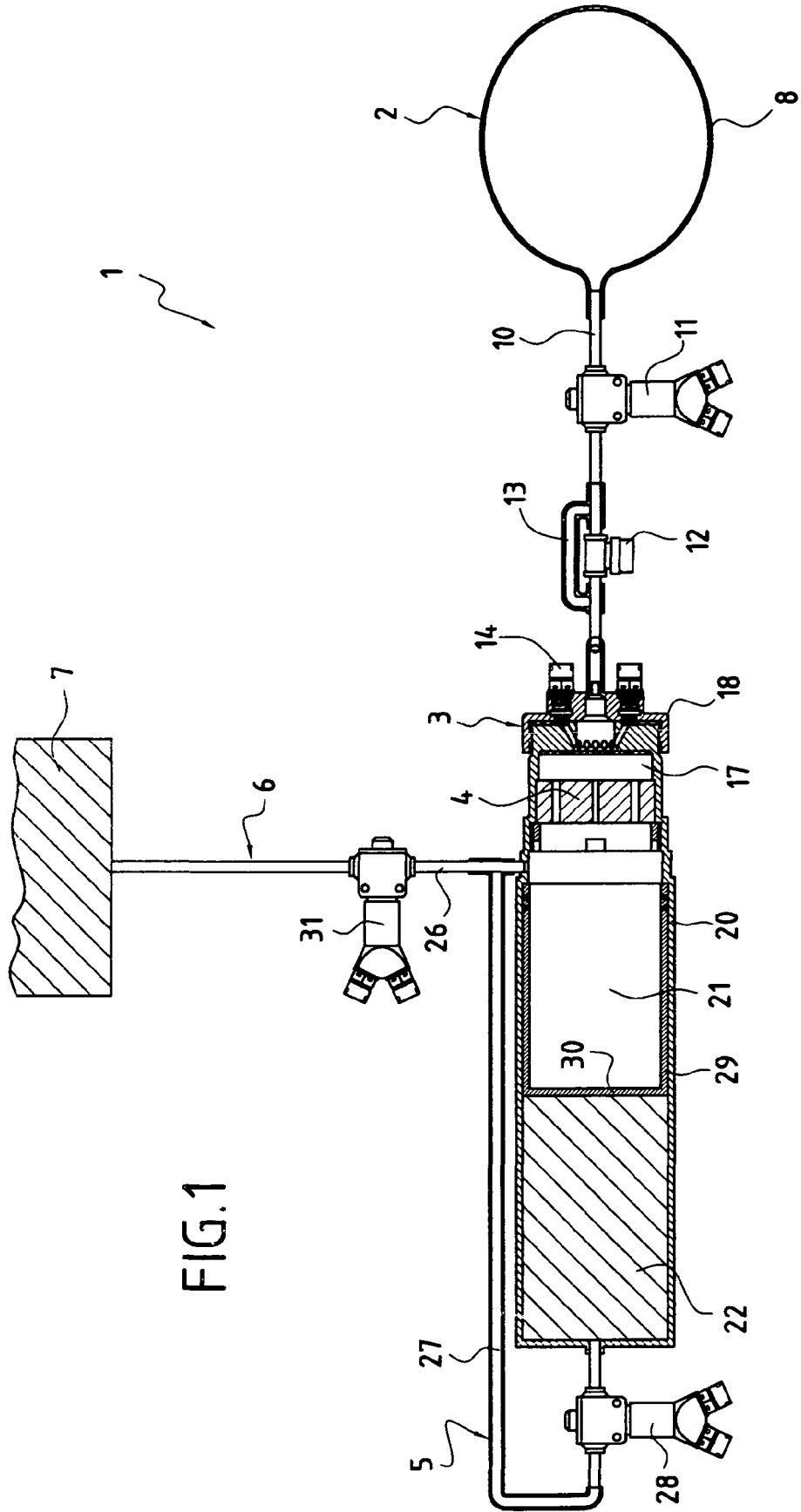
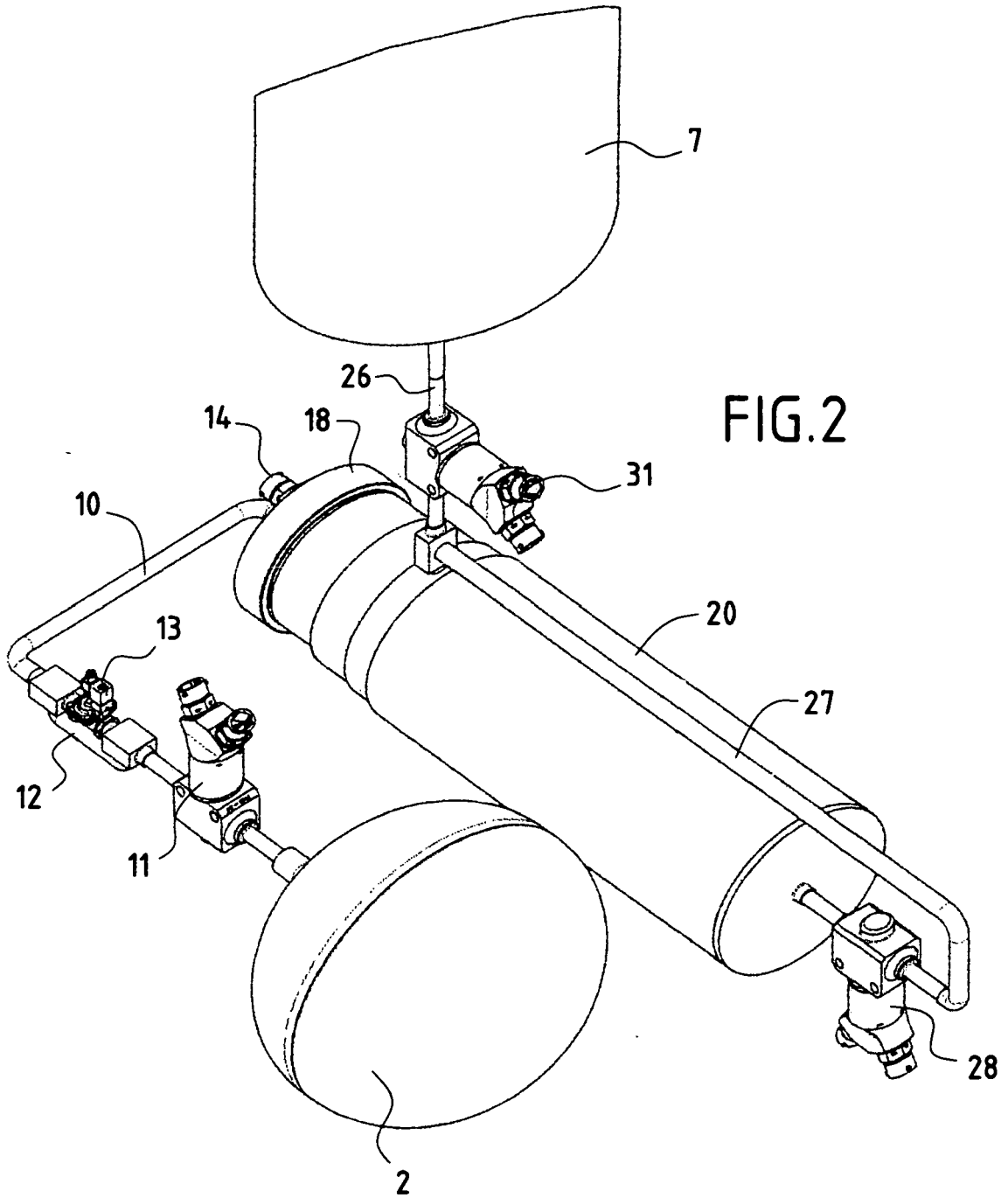


FIG.1



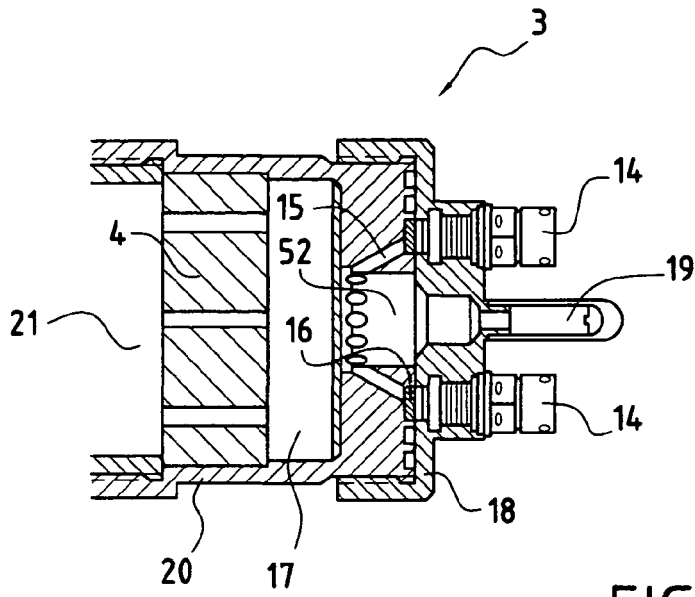


FIG. 3

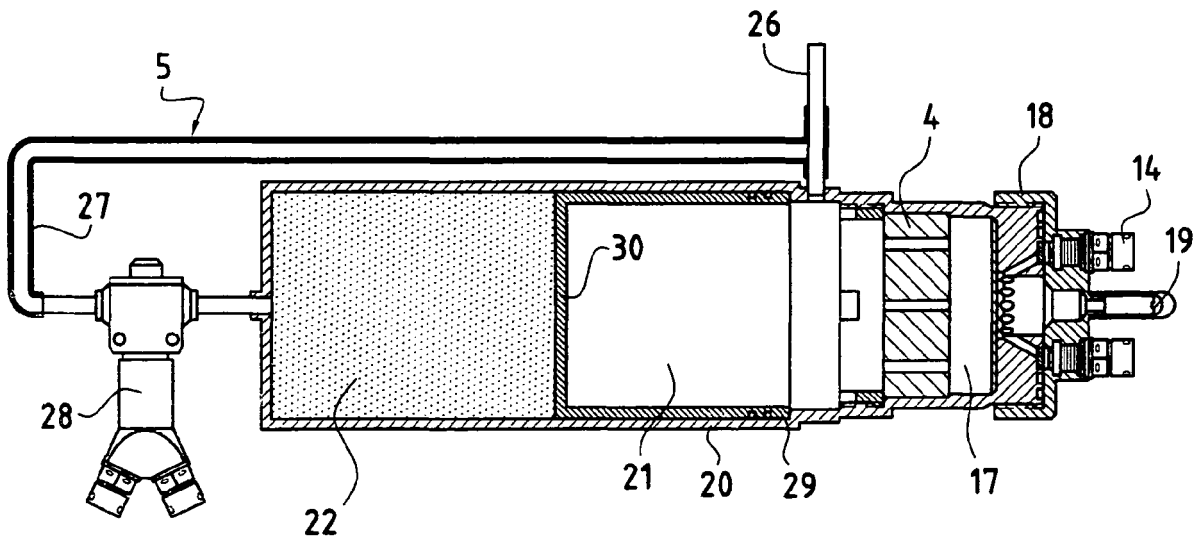


FIG. 4

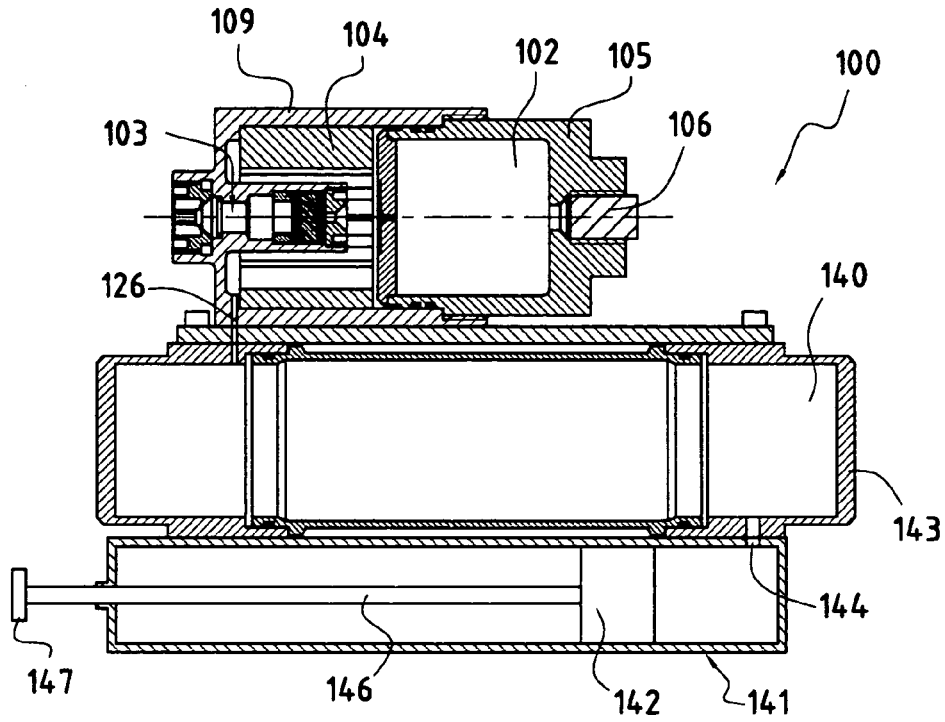


FIG.5

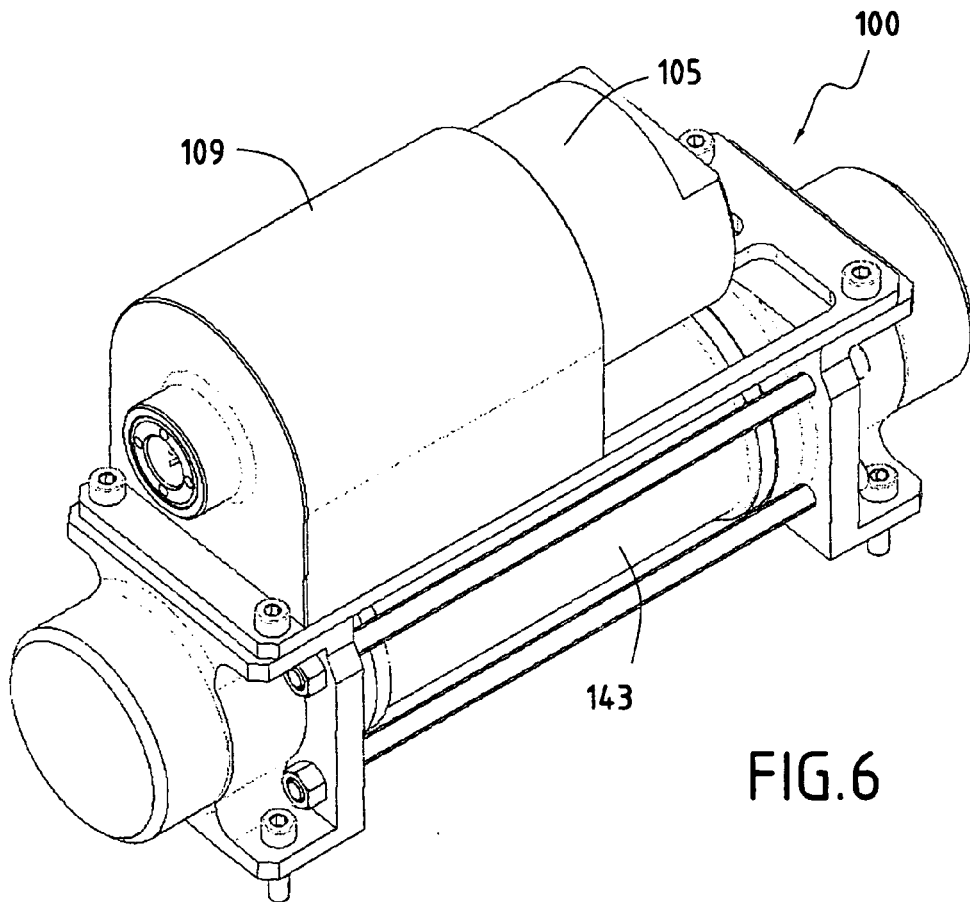


FIG.6

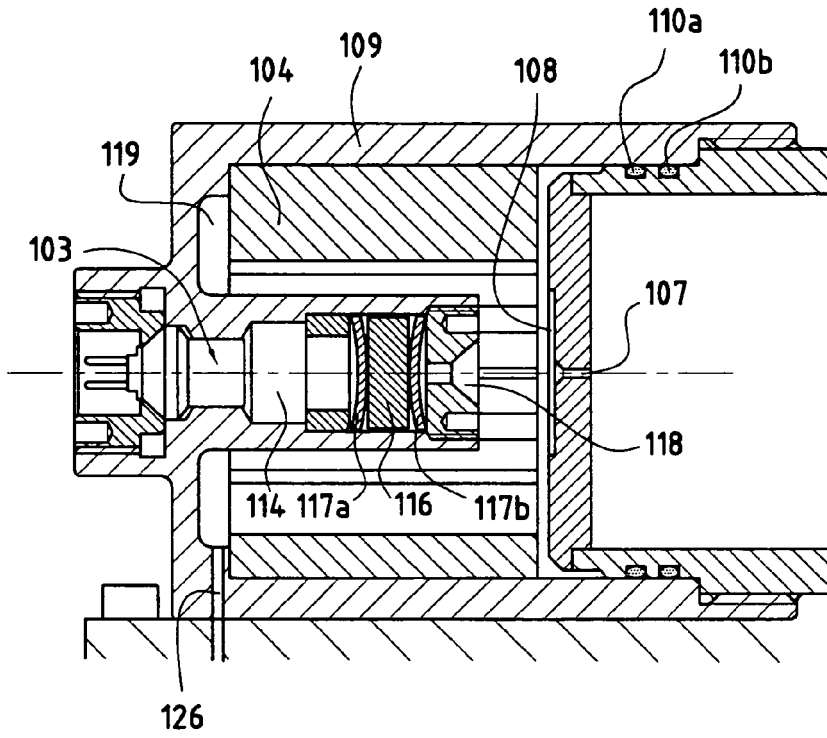


FIG.7

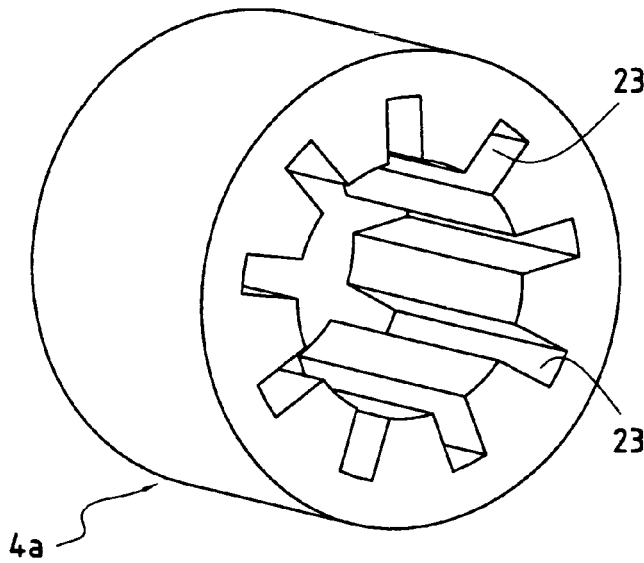


FIG.8

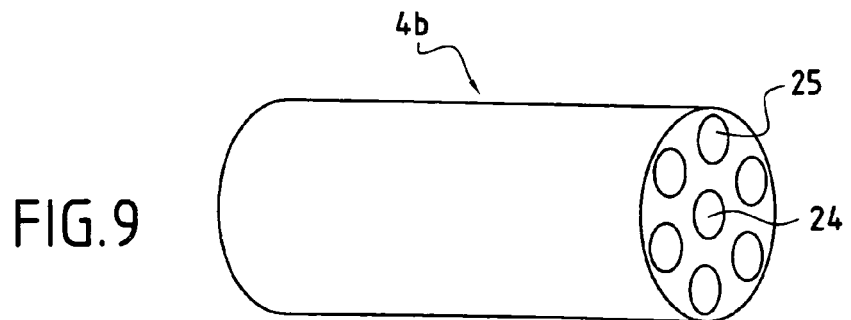


FIG.9