(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 280 982 B1

(12) FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
19.01.2005 Bulletin 2005/03

(21) Numéro de dépôt: **01931817.9**

(22) Date de dépôt: **07.05.2001**

(51) Int Cl.[7]: **F01L 9/04**, F01L 3/10

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2001/001389

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2001/086123 (15.11.2001 Gazette 2001/46)

(54) ACTIONNEUR ELECTROMAGNETIQUE DE SOUPAPE

ELEKTROMAGNETISCHER VENTIL-AKTUATOR

ELECTROMAGNETIC VALVE ACTUATOR

(84) Etats contractants désignés:
DE ES FR GB IT

(30) Priorité: **09.05.2000 FR 0005866**

(43) Date de publication de la demande:
05.02.2003 Bulletin 2003/06

(73) Titulaire: **JOHNSON CONTROLS AUTOMOTIVE ELECTRONICS**
95520 Osny (FR)

(72) Inventeur: **DONCE, Lucien**
F-95420 Magny-en-Vexin (FR)

(74) Mandataire: **Fruchard, Guy et al**
CABINET BOETTCHER,
22, rue du Général Foy
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 984 139
DE-A- 19 840 578
US-A- 3 273 856

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).

EP 1 280 982 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention concerne des perfectionnements apportés aux actionneurs électromagnétiques destinés à déplacer en translation axiale une soupape pour l'amener alternativement dans une position d'ouverture et dans une position de fermeture. Elle trouve une application particulièrement importante dans la commande des soupapes d'un moteur à combustion interne, à allumage soit par étincelles soit par compression.

[0002] Des actionneurs du type visé par l'invention sont décrits notamment dans les documents FR 2 784 222, FR 99 05203 et DE 198 40 578 A. En référence à la figure 1 il est connu de réaliser un actionneur 10 constitué d'un ensemble destiné à être monté sur la culasse 12 d'un moteur. Il peut comporter un boîtier constitué de plusieurs pièces 14 et 16 empilées et assemblées par des moyens non représentés, tels que des vis. Ces pièces sont en matériau non ferromagnétique, par exemple en alliage léger. Le boîtier peut être fixé sur la culasse 12 par l'intermédiaire d'une cale 20 également en matériau non ferromagnétique.

[0003] L'actionneur comporte une palette 22 en matériau ferromagnétique, avantageusement feuilleté pour réduire les pertes, fixée sur une tige d'actionneur 24 destinée à l'entraînement de la soupape 25. En général, plusieurs soupapes sont montées côte à côte et on ne dispose que d'une largeur faible pour chaque actionneur dans la direction perpendiculaire à celui de la figure 1. Cela conduit à donner à la palette une forme rectangulaire. La palette ne peut pas tourner dans la pièce 16. La tige d'actionneur 24 peut être fixée à la palette par soudure et être guidée par une bague 26 fixée à un prolongement annulaire de la pièce 16.

[0004] Dans le mode de réalisation illustré, la queue 32 de la soupape 25 est distincte de la tige 24 et située coaxialement dans le prolongement de celle-ci. Elle est guidée par une bague 29 fixée à la culasse et peut tourner dans celle-ci.

[0005] Deux ressorts de rappel 28a et 28b sont prévus pour maintenir la tête 34 de la soupape 25 au repos dans une position sensiblement médiane entre la position de fermeture et la position de pleine ouverture. Un des ressorts 28a est associé à la tige d'actionneur 24 et est comprimé entre un plateau ou coupelle 30 fixé à la tige 24 et le prolongement de la pièce 16. L'autre ressort 28b est comprimé entre un plateau ou coupelle 31 fixé à la queue de soupape 32 et le fond du puits de soupape 33 ménagé dans la culasse. Le jeu de distribution entre la tige 24 levée et la queue 32 de la soupape 25 fermée garantit l'étanchéité.

[0006] Chaque coupelle 30, 31 est montée rigidement respectivement sur la tige d'actionneur 24 et la queue de soupape 32. Par exemple, comme illustré à la figure 1, chaque coupelle présente un alésage conique 35 divergeant vers l'extrémité de la tige 24 et de la queue 32 et est emmanchée à force sur une bague conique 36 solidaire de la tige 24 et de la queue 32 (par exemple formée de deux demi-bagues assemblées de part et d'autre de la tige 24, respectivement de la queue 32 et retenue, sur celle-ci, par un ensemble de gorges et nervures annulaires mutuellement emboîtées).

[0007] Par ailleurs, les ressorts 28a et 28b sont constitués sous forme de ressorts hélicoïdaux, notamment de ressorts hélicoïdaux en volute dont l'extrémité de petit diamètre est en appui sur la coupelle correspondante 30, 31 respectivement. De ce fait, l'appui de chaque ressort sur la coupelle associée n'est pas rigoureusement identique sur toute la périphérie de la coupelle en raison même de la géométrie de la spire d'extrémité du ressort. Il en résulte que l'effort d'appui du ressort n'est pas rigoureusement symétrique sur le pourtour de la coupelle. La conséquence en est que l'effort du ressort sur la coupelle se décompose en une composante de poussée axiale et en une composante transversale qui est communiquée, par la coupelle, à la tige. Cette composante transversale varie avec la compression du ressort et tend à appliquer la tige d'actionneur 24 et la queue de soupape 32 contre la bague de guidage respective 26, 29. Ce frottement asymétrique à intensité variable au rythme des compression et dilatation des ressorts (environ 50 fois par seconde pour une vitesse du moteur de l'ordre de 3000 tours par minute) est générateur de vibration, de bruit et d'usure des pièces frottantes.

[0008] Cet inconvénient peut être écarté en prévoyant que les deux coupelles présentent une cavité centrale axiale en forme de calotte sphérique propre à recevoir une rotule en calotte sphérique de forme complémentaire qui est solidaire de la tige d'actionneur ou de la queue de soupape comme enseigné dans le document DE-A-198 40 578.

[0009] Grâce à cet agencement, on désolidarise en partie la tige d'actionneur ou la queue de soupape et sa coupelle associée, de sorte que celle-ci peut, sous l'action de la composante d'effort transversale communiquée par le ressort, prendre toute inclinaison souhaitée par rapport à son support. Cette inclinaison peut varier en angle et en direction radiale au rythme de la variation de compression du ressort. Finalement la tige d'actionneur ou la queue de soupape n'est plus rigidement solidaire du ressort et n'est plus soumise à la composante d'effort transversale générée par celui-ci, de sorte qu'elle coulisse dans la bague de guidage correspondante de façon parfaitement coaxiale. On écarte ainsi une cause d'usure rapide des pièces en glissement relatif et on élimine une source de vibration et de bruit.

[0010] Toutefois, les dispositions précitées ne suffisent pas à elles seules à assurer un fonctionnement fiable des commandes de soupapes, en raison notamment des vitesses très élevées atteintes par les pièces en mouvement. Il est donc impératif d'écarter toute cause de dysfonctionnement, notamment sous l'effet d'un échauffement de pièces en appui déplaçables l'une par rapport à l'autre.

[0011] L'invention a essentiellement pour but de pro-

poser un agencement perfectionné du dispositif exposé plus haut qui écarte un tel risque.

[0012] A cette fin, dans un actionneur électromagnétique de soupape ayant une palette solidaire d'une tige d'actionneur mobile sensiblement axialement pour coopérer fonctionnellement avec une queue de soupape qui est sensiblement dans le prolongement et coaxiale à ladite tige d'actionneur et mobile sensiblement axialement, des moyens de rappel élastiques comprenant des ressorts hélicoïdaux associés coaxialement respectivement à ladite tige d'actionneur et à ladite queue de soupape et étant agencés pour maintenir au repos ladite soupape dans une position médiane entre des positions d'ouverture complète et de fermeture, lesdits ressorts hélicoïdaux étant, du côté des extrémités coopérantes de ladite tige d'actionneur et de ladite queue de soupape, en appui sur des coupelles solidaires respectivement desdites tige d'actionneur et queue de soupape, les deux coupelles présentant une cavité centrale axiale en forme de calotte sphérique propre à recevoir une rotule en calotte sphérique de forme complémentaire qui est solidaire de la tige d'actionneur ou de la queue de soupape, l'invention propose que la surface en calotte sphérique de la cavité de la coupelle et/ou de la rotule soit creusée de gorges radiales séparant des secteurs de calotte sphérique, de sorte qu'un agent de lubrification puisse être amené facilement entre les surfaces sphériques en mouvement relatif. On évite ainsi le risque de grippage dans la commande des soupapes.

[0013] De préférence, la cavité centrale axiale de la coupelle est tournée vers l'extrémité libre de la tige d'actionneur ou respectivement de la queue de la soupape.

[0014] On peut envisager un exemple de réalisation structurellement simple selon lequel la rotule en forme de calotte sphérique est une partie élargie radialement de la tige d'actionneur ou de la queue de soupape. Toutefois, une telle réalisation monobloc nécessite un usinage particulier de la soupape.

[0015] Pour éviter cela, on aura plutôt recours à un autre exemple de réalisation selon lequel la rotule en forme de calotte sphérique est une bague rapportée coaxialement sur l'extrémité de la tige d'actionneur ou de la queue de soupape, avec dans ce cas la possibilité que la bague formant rotule en forme de calotte sphérique présente un alésage central conique et soit bloquée sur l'extrémité de la tige d'actionneur ou de la queue de soupape par une virole conique elle-même emboîtée sur ladite extrémité. Ou bien encore, on pourra avoir recours à un autre exemple de réalisation selon lequel la rotule en forme de calotte sphérique est constituée sous forme de deux demi-bagues assemblées, avec blocage axial, de part et d'autre de l'extrémité de la tige d'actionneur ou de la queue de soupape.

[0016] L'invention trouve une application particulièrement intéressante lorsque les ressorts hélicoïdaux sont des ressorts en volute dont l'extrémité de petit diamètre d'enroulement est en appui sur les coupelles respectives, car c'est dans le cas de tels ressorts hélicoïdaux en volute que la composante transversale est la plus importante.

[0017] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit de certains modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples nullement limitatifs. Dans cette description, on se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

- les figures 2 à 4 sont des vues partielles, en coupe et à échelle agrandie, montrant respectivement trois modes de réalisation d'un accouplement articulé d'une coupelle et d'une tige d'actionneur dans lesquels l'invention peut trouver application ; et
- la figure 5 est une vue schématique en perspective de la surface externe d'une rotule mise en oeuvre selon l'invention dans les agencements des figures 2 à 4.

[0018] Aux figures 2 à 4 a été représenté plus particulièrement l'accouplement articulé entre la coupelle 30 et la tige d'actionneur 24, étant toutefois entendu qu'un accouplement de même nature est mis en oeuvre également entre la coupelle 31 et la queue de soupape 32 eu égard au fait que la queue de soupape 32 est soumise aux mêmes effets que la tige d'actionneur 24 pour les mêmes causes.

[0019] Comme illustré à la figure 2, on prévoit de terminer la tige d'actionneur 24 par une partie terminale 37 dont la surface 38 tournée vers l'actionneur 10 est en forme de calotte sphérique (surface convexe).

[0020] La coupelle 30, quant à elle, présente une cavité centrale axiale 39, ouverte en direction de la queue de soupape, dont la surface 40 est en forme de calotte sphérique (surface concave) complémentaire de la surface convexe de la partie terminale 37 de la tige d'actionneur 24.

[0021] La coupelle 30 est maintenue en appui sur la partie terminale massive 37 simplement par le ressort 28a, et la rotule ainsi constituée autorise un débattement rotatif omnidirectionnel de la coupelle 30 par rapport à la tige 24, libérant ainsi celle-ci des effets de la composante transversale due au ressort 28a.

[0022] L'agencement illustré à la figure 2 conduisant à un usinage complexe de la tige d'actionneur 24 et à un montage délicat de l'ensemble, on pourra en pratique avoir recours à l'exemple de réalisation illustré à la figure 3. La coupelle 30 est, comme à la figure 2, munie d'une cavité à surface 40 en calotte sphérique concave, tandis que la surface en forme de calotte sphérique convexe 38 est prévue sur une bague annulaire 41 qui est solidarisée à l'extrémité de la tige d'actionneur 24 par l'intermédiaire d'une bague conique selon le même type de montage qu'illustré à la figure 1 pour la solidarisation de la coupelle 30 directement à la tige 24. A cet effet, la bague 41 comporte un alésage conique 42 par lequel elle est emmanchée à force sur une bague ou virole conique 36 solidaire de la tige d'actionneur 24. Comme indiqué plus haut, la bague conique 36 peut être formée

de deux demi-bagues assemblées autour de la tige 24 et bloquée axialement sur celle-ci par un ensemble de gorge(s) et saillie(s) prévues sur les faces respectives coopérantes et mutuellement emboîtées.

[0023] On peut également envisager, comme illustré à la figure 4, de combiner structurellement les deux bagues 41 et 36. A cette fin, la bague 41 à surface externe sphérique convexe 38 est remplacée par une bague 42 constituée de deux demi-bagues 43 qui présentent un évidemment central munie d'un ensemble de gorge(s) et/ou saillie(s) propres à coopérer par emboîtement avec ceux complémentaires de la tige d'actionneur 24.

[0024] Conformément à l'invention, comme illustré à la figure 5, la surface externe sphérique convexe 38 de l'un ou l'autre mode de réalisation précité est creusée de saignées 44 d'étendue radiale qui facilitent l'amenée de lubrifiant entre les surfaces frottantes 38 et 40. En outre, la présence de telles saignées 44 réduit l'aire de contact des surfaces frottantes qui sont réduites à des secteurs de calotte 45, et réduit donc les frottements. Bien entendu, des saignées peuvent de la même manière être prévues dans la surface sphérique concave 40 de la coupelle 30. Eventuellement des saignées peuvent être prévues simultanément dans la surface convexe 38 et dans la surface concave 40.

Revendications

1. Actionneur électromagnétique de soupape (34) ayant une palette (22) solidaire d'une tige d'actionneur (24) mobile sensiblement axialement pour coopérer fonctionnellement avec une queue de soupape (32) qui est sensiblement dans le prolongement et coaxiale à ladite tige d'actionneur (24) et mobile sensiblement axialement, des moyens de rappel élastiques (28a, 28b) comprenant des ressorts hélicoïdaux associés coaxialement respectivement à ladite tige d'actionneur (24) et à ladite queue de soupape (32) et étant agencés pour maintenir au repos ladite soupape (34) dans une position médiane entre des positions d'ouverture complète et de fermeture, lesdits ressorts hélicoïdaux étant, du côté des extrémités coopérantes de ladite tige d'actionneur et de ladite queue de soupape, en appui sur des coupelles (30, 31) solidaires respectivement desdites tige d'actionneur (24) et queue de soupape (32), les deux coupelles (30, 31) présentant une cavité centrale axiale en forme de calotte sphérique (40) propre à recevoir une rotule en calotte sphérique de forme complémentaire (38) qui est solidaire de la tige d'actionneur (24) ou de la queue de soupape (32),

   caractérisé en ce que la surface en calotte sphérique de la cavité de la coupelle et/ou de la rotule est creusée de gorges radiales (44) séparant des secteurs (45) de calotte sphérique.

2. Actionneur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la cavité centrale axiale (40) de la coupelle (30, 31) est tournée vers l'extrémité libre de la tige d'actionneur (24) ou respectivement de la queue de la soupape (32).

3. Actionneur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la rotule en forme de calotte sphérique est une partie (37) élargie radialement de la tige d'actionneur (24) ou de la queue de soupape (32).

4. Actionneur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la rotule en forme de calotte sphérique est une bague (41) rapportée coaxialement sur l'extrémité de la tige d'actionneur (24) ou de la queue de soupape (32).

5. Actionneur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la bague (41) formant rotule en forme de calotte sphérique (38) présente un alésage central conique (42) et est bloquée sur l'extrémité de la tige d'actionneur (24) ou de la queue de soupape (32) par une virole conique (36) elle-même emboîtée sur ladite extrémité.

6. Actionneur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la rotule en forme de calotte sphérique (42) est constituée sous forme de deux demi-bagues (43) assemblées, avec blocage axial, de part et d'autre de l'extrémité de la tige d'actionneur (24) ou de la queue de soupape (32).

7. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les ressorts hélicoïdaux (28a, 28b) sont des ressorts en volute dont l'extrémité de petit diamètre d'enroulement est en appui sur les coupelles respectives (30, 31).

Patentansprüche

1. Elektromagnetischer Ventilstellantrieb (34) mit einem Anker (22), der fest mit einem Stellantriebschaft (24) verbunden ist, der im Wesentlichen axial beweglich ist, um kraftschlüssig mit einem Ventilschaft (32) zusammenzuwirken, der im Wesentlichen in Verlängerung von und koaxial zu dem Steilantriebschaft (24) liegt und im Wesentlichen axial beweglich ist, elastischen Rückstellmitteln (28a, 28b) mit Schraubenfedern, die koaxial mit dem Stellantriebschaft (24) beziehungsweise dem Ventilschaft (32) verknüpft sind und dafür ausgelegt sind, in der Ruhestellung das Ventil (34) in einer Mittelstellung zwischen einer ganz offenen und einer ganz geschlossenen Position zu halten, wobei die Schraubenfedern auf der Seite der Enden, die mit

dem Stellantriebschaft beziehungsweise dem Ventilschaft zusammenwirken, an Tellern (30, 31) anliegen, die fest mit dem Stellantriebschaft (24) beziehungsweise dem Ventilschaft (32) verbunden sind, wobei die zwei Teller (30, 31) einen mittigen, axialen Hohlraum in Form einer Kalotte (40) aufweisen, der einen kalottenförmigen Kopf (38) von komplementärer Form aufnehmen kann, der fest mit dem Stellantriebschaft (24) oder dem Ventilschaft (32) verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass in der Kalottenfläche des Hohlraums der Teller und/oder des Kopfs radiale Nuten (44) ausgebildet sind, die Sektoren (45) der Kalotte abtrennen.

2. Stellantrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mittige, axiale Hohlraum (40) der Teller (30, 31) zum freien Ende des Stellantriebschafts (24) beziehungsweise des Ventilschafts (32) zeigt.

3. Stellantrieb nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kalottenförmige Kopf ein radial verbreiterter Teil (37) des Stellantriebschafts (24) oder des Ventilschafts (32) ist.

4. Stellantrieb nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kalottenförmigen Kopf ein Ring (41) ist, der koaxial am Ende des Stellantriebschafts (24) oder des Ventilschafts (32) angebracht ist.

5. Stellantrieb nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ring (41), der den kalottenförmigen Kopf (38) bildet, eine mittige konische Bohrung (42) aufweist und am Ende des Stellantriebschafts (24) oder des Ventilschafts (32) durch eine konische Zwinge (36) arretiert ist, die ihrerseits an dem Ende eingepasst ist.

6. Stellantrieb nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kalottenförmige Kopf (42) aus zwei zusammengesetzten, axiale arretierten Halbringen (43) auf beiden Seiten des Endes des Stellantriebschafts (24) oder des Ventilschafts (32) besteht.

7. Stellantrieb nach einem der vorhergehden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schraubenfedern (28a, 28b) Evolutfedern sind, deren Ende mit dem kleinen Wickeldurchmesser an den jeweiligen Tellern (30, 31) anliegt.

Claims

1. An electromagnetic actuator for a valve (34), the actuator having an armature (22) secured to an actuator rod (24) that is movable substantially axially in order to co-operate functionally with a valve stem (32) which lies substantially in line with and on the same axis as said actuator rod (24) and is movable substantially axially, resilient return means (28a, 28b) comprising helical springs associated coaxially respectively with said actuator rod (24) and with said valve stem (32) and being arranged to maintain said valve (34) at rest in a position halfway between a fully-open position and a closed position, said helical spring bearing, beside co-operating ends of said actuator rod and of said valve stem, against cups (30, 31) secured respectively to said actuator rod (24) and to said valve stem (32), the two cups (30, 31) presenting respective axial central sockets in the form of spherical caps (40) suitable for receiving spherical-cap balls (38) of complementary shape secured to the actuator rod (24) or to the valve stem (32),

the actuator being **characterized in that** the spherical cap surface of the cup socket and/or of the ball has radial furrows (44) formed therein subdividing the spherical cap into sectors (45).

2. An actuator according to claim 1, **characterized in that** the axial central cavity (40) of the cup (30, 31) faces towards the free end of the actuator rod (24), or respectively towards the free end of the valve stem (32).

3. An actuator according to claim 1 or claim 2, **characterized in that** the ball in the form of a spherical cap constitutes a radially-enlarged portion (37) of the actuator rod (24) or of the valve stem (32).

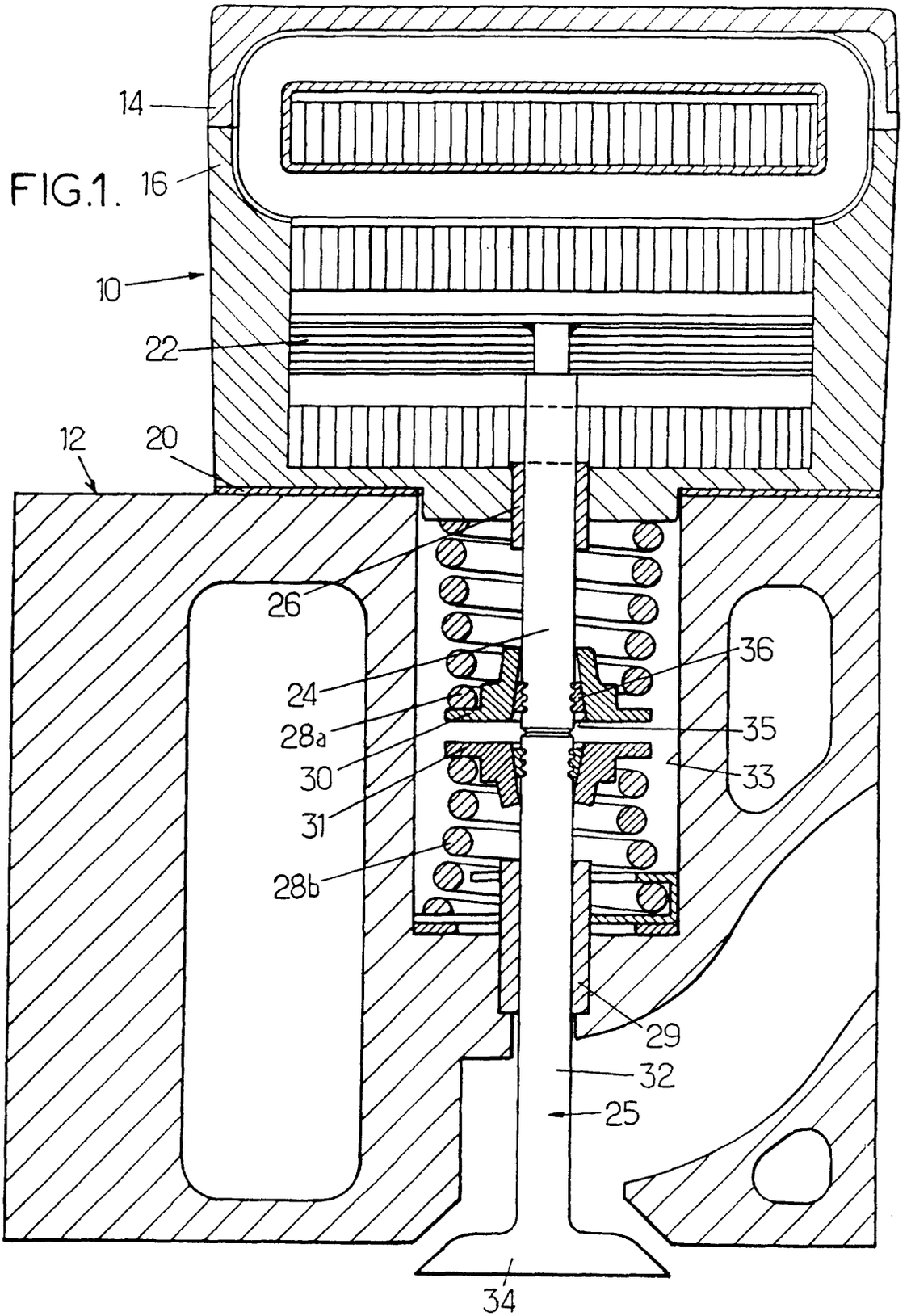
4. An actuator according to claim 1 or claim 2, **characterized in that** the ball in the form of a spherical cap is a ring (41) fitted coaxially onto the end of the actuator rod (24) or of the valve stem (32).

5. An actuator according to claim 4, **characterized in that** the ball-forming ring (41) in the form of a spherical cap (38) presents a central conical bore (42) and is held on the end of the actuator rod (24) or of the valve stem (32) by a conical ferrule (36), itself engaged on said end.

6. An actuator according to claim 1 or claim 2, **characterized in that** the ball in the form of a spherical cap (42) is constituted in the form of two assembled-together half-rings (43) held together axially on either side of the end of the actuator rod (24) or of the valve stem (32).

7. An actuator according to any preceding claim, **characterized in that** the helical springs (28a, 28b) are volute springs having the small-diameter ends of the coils bearing against the corresponding cups (30, 31).

FIG.1.



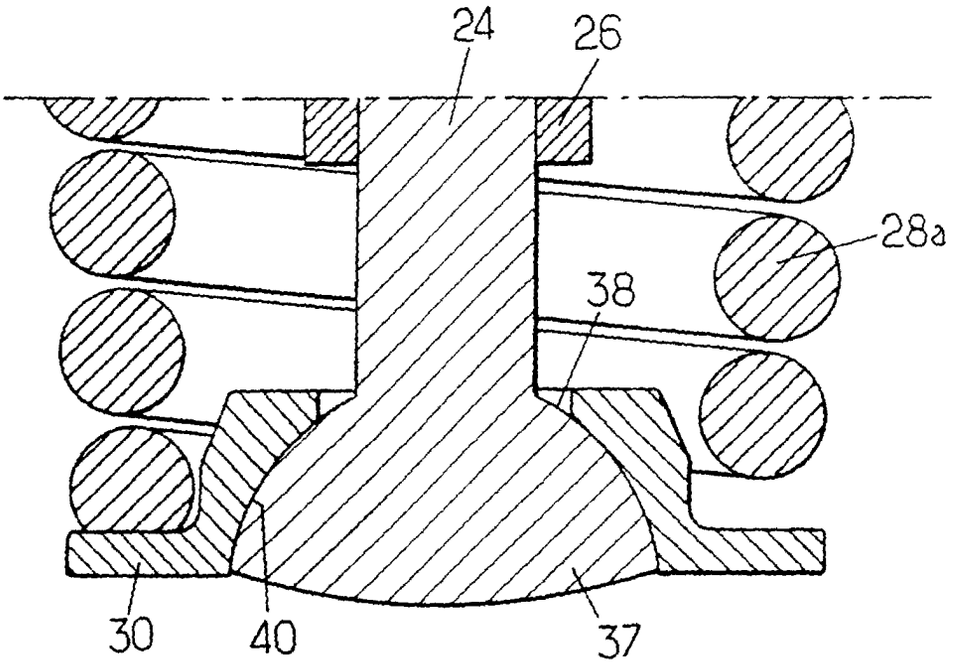


FIG.2.

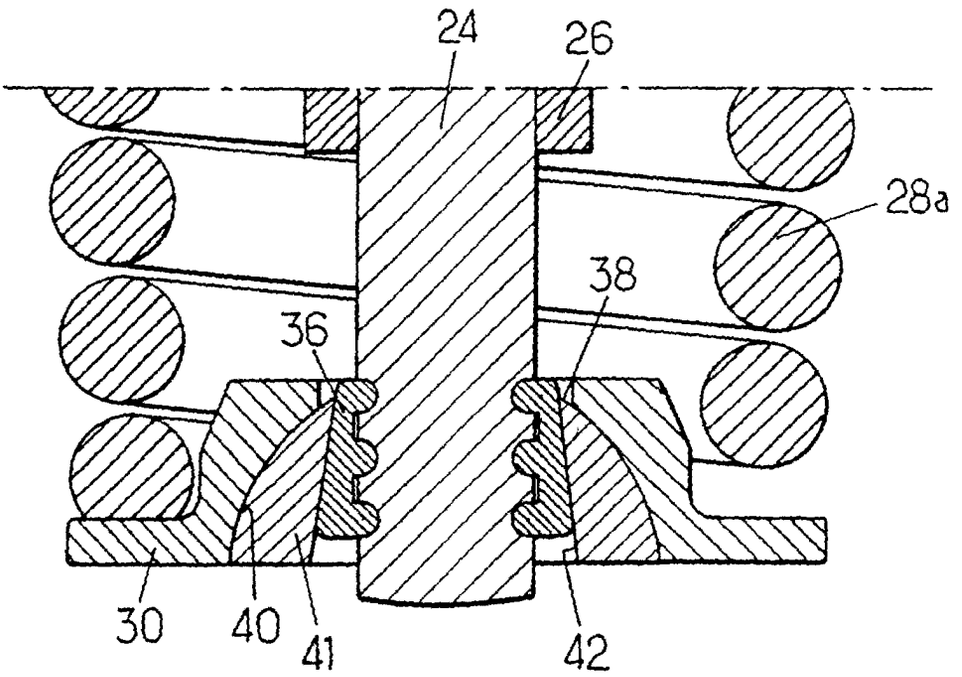


FIG.3.

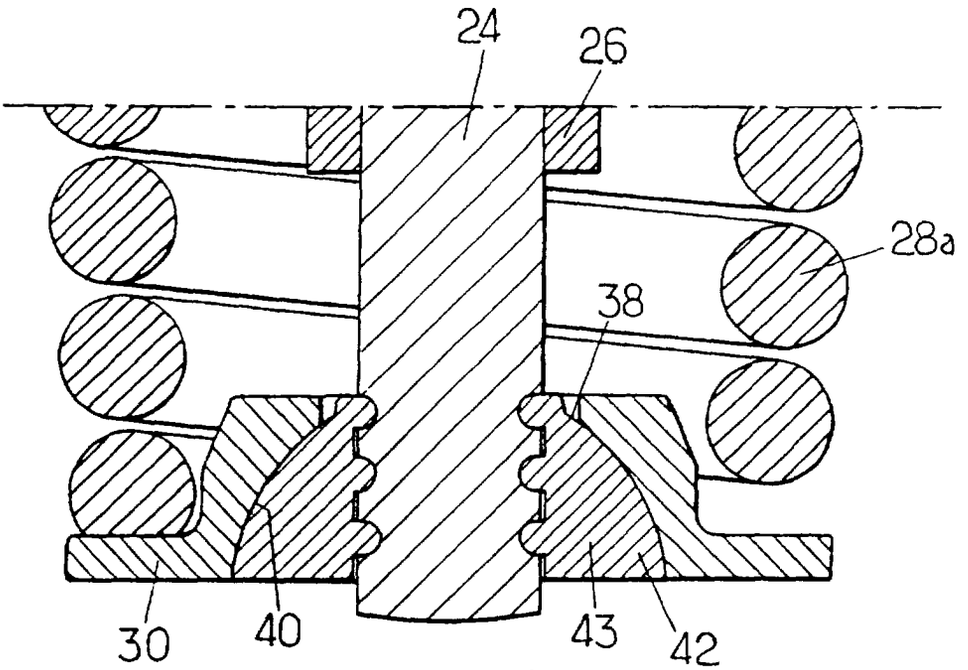


FIG. 4.

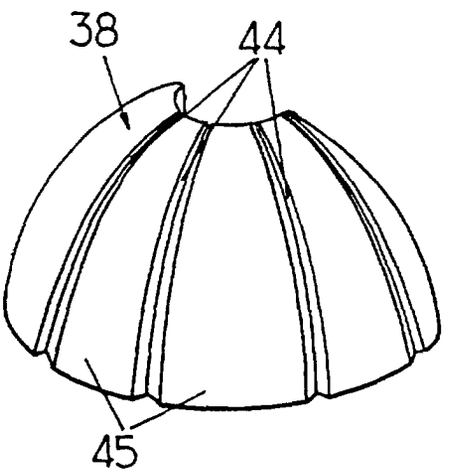


FIG. 5.