



(11)

EP 3 218 915 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
22.08.2018 Bulletin 2018/34

(51) Int Cl.:
H01H 71/14 (2006.01) **H01H 71/40** (2006.01)
H01H 71/24 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15793787.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2015/076163

(22) Date de dépôt: **10.11.2015**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2016/075118 (19.05.2016 Gazette 2016/20)

(54) **ACTIONNEUR ÉLECTROMAGNÉTIQUE ET DISJONCTEUR COMPRENANT UN TEL
ACTIONNEUR**

**ELEKTROMAGNETISCHER AKTUATOR UND SCHUTZSCHALTER MIT EINEM DERARTIGEN
AKTUATOR**

ELECTROMAGNETIC ACTUATOR AND CIRCUIT BREAKER INCLUDING SUCH AN ACTUATOR

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **12.11.2014 FR 1460896**

(43) Date de publication de la demande:
20.09.2017 Bulletin 2017/38

(73) Titulaire: **Schneider Electric Industries SAS
92500 Rueil-Malmaison (FR)**

(72) Inventeur: **SCHUSTER, Philippe
F-38050 Grenoble Cedex 09 (FR)**

(74) Mandataire: **Lavoix
62, rue de Bonnel
69448 Lyon Cedex 03 (FR)**

(56) Documents cités:
**WO-A1-00/74097 WO-A1-2012/114037
WO-A1-2014/087073 DE-A1- 3 028 900**

EP 3 218 915 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne un actionneur électromagnétique, ainsi qu'un disjoncteur comprenant un tel actionneur.

[0002] Dans le domaine de protection des circuits électriques, il est connu d'utiliser un disjoncteur incluant un actionneur thermique pour détecter un courant de surcharge ou incluant un actionneur magnétique afin de reconnaître un courant de court-circuit. A titre d'exemple, on peut citer le document FR-A-2 772 981 où le disjoncteur est équipé d'un actionneur thermique. En particulier, l'actionneur comprend un bilame droit et un électroaimant à noyau plongeur

[0003] Il est également connu de combiner en un seul actionneur les deux fonctions thermiques et magnétiques, de façon à combiner dans un seul disjoncteur la détection des courants de surcharge et de court-circuit. A ce titre, il est connu, par exemple de EP-A-1 001 444, d'équiper un actionneur d'un bilame cloquant. Il est également connu, par exemple de US-A-2 690 528, d'équiper un actionneur avec un système à dashspots qui fonctionne de manière différente lors d'un courant de surcharge ou de court-circuit. Les actionneurs cités ci-dessus ont l'avantage de réduire l'encombrement et le nombre de pièces. Toutefois, la dynamique d'ouverture des contacts de tels actionneurs ne permet pas de percuter les contacts. Il en découle que la vitesse d'ouverture est relativement basse par rapport au pouvoir de coupure nécessaire.

[0004] Par ailleurs, il est connu, de DE-A-3 028 900, et WO-A-2014/087073, d'utiliser un actionneur équipé d'un dispositif de shunt qui inclut un matériau magnétocalorique et un noyau plongeur. Un tel actionneur permet d'augmenter la vitesse d'ouverture des contacts par la percussion ou l'extraction de ceux-ci. Par contre, la structure de cet actionneur fixe les seuils de déclenchement pour la protection du circuit. Les seuils ne sont pas adaptables aux différents circuits électriques, ce qui limite les domaines d'utilisation d'un tel dispositif.

[0005] C'est à cet inconvénient qu'entend plus particulièrement remédier l'invention en proposant un nouvel actionneur électromagnétique dont les seuils de déclenchement sont réglables, par exemple en fonction du contexte d'utilisation.

[0006] Dans cet esprit, l'invention concerne un actionneur électromagnétique, comprenant une carcasse magnétique et une bobine solidaire de la carcasse et susceptible d'être reliée à un circuit électrique. L'actionneur comprend également un noyau magnétique, agencé dans la bobine et mobile, selon un axe central défini par la bobine, en fonction de l'intensité du courant circulant dans la bobine, et un dispositif de shunt, agencé dans la bobine et comprenant un matériau magnétocalorique dont la magnétisation est fonction de la température. Conformément à l'invention, le dispositif de shunt est agencé dans la bobine pour une longueur, selon l'axe central, et de manière à former un entrefer entre le dis-

positif de shunt et le noyau magnétique. De plus, l'actionneur comprend des moyens de fixation du dispositif de shunt à la carcasse, conçus pour régler cette longueur.

[0007] Grâce à l'invention, l'actionneur cumule les avantages des fonctions thermique et magnétique avec ceux d'un actionneur avec seuils réglables. En d'autres termes, un tel actionneur comporte une réduction de l'encombrement et du nombre de pièces, ainsi qu'une diminution de la dissipation thermique et du nombre de variantes à considérer. De plus, l'actionneur permet d'améliorer notamment sa sensibilité et son rendement thermique, ainsi qu'il permet d'augmenter ou de diminuer sa sensibilité aux courants harmoniques en fonction du domaine d'utilisation. Enfin, un tel actionneur présente aussi des avantages économiques, c'est-à-dire une diminution de la quantité de matériaux actifs nécessaires et une réalisation plus aisée de l'actionneur.

[0008] Selon des aspects avantageux mais non obligatoires de l'invention, un tel actionneur électromagnétique peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises selon toute combinaison techniquement admissible :

- L'actionneur comprend en outre un fourreau thermo-conducteur disposé dans la bobine et en ce que le noyau magnétique et le dispositif de shunt sont agencés dans le fourreau.
- Le dispositif de shunt est en contact avec le fourreau thermo-conducteur.
- Un ressort est interposé entre le dispositif de shunt et le noyau magnétique.
- Le dispositif de shunt est pourvu d'une pièce polaire agencée entre le ressort et une partie du dispositif de shunt, constituée par le matériau magnétocalorique.
- Le fourreau thermo-conducteur est à paroi pleine.
- Le fourreau thermo-conducteur inclut une fente qui s'étend parallèlement à son axe central.
- Les moyens de fixation comprennent une soudure laser ou un dispositif de verrouillage mécanique.
- Le matériau magnétocalorique est un alliage de nickel, cobalt, manganèse et d'un quatrième élément choisi parmi aluminium, indium, antimoine et étain.

[0009] L'invention concerne également un disjoncteur comprenant un boîtier logeant un actionneur tel que décrit ci-dessus, la bobine étant couplée à une ligne de courant. Le disjoncteur comprend également une paire de contacts mobiles l'un par rapport à l'autre, un premier des contacts étant en liaison mécanique avec le noyau mobile de l'actionneur.

[0010] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un actionneur conforme à l'invention ;
- la figure 2 est une vue en perspective d'un fourreau thermo-conducteur de l'actionneur de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue schématique d'un disjoncteur conforme à l'invention, comprenant un actionneur conforme à l'invention ;
- la figure 4 est une représentation schématique de l'actionneur de la figure 1 lorsqu'un courant nominal alimente la bobine, laquelle est omise pour la clarté du dessin ;
- la figure 5 est une vue analogue à la figure 4 lorsqu'un courant de surcharge alimente la bobine ;
- la figure 6 est une vue analogue à la figure 4 lorsqu'un courant de court-circuit alimente la bobine ;
- la figure 7 est une vue analogue à la figure 2 selon une variante de réalisation de l'invention ; et
- la figure 8 est un diagramme représentant la magnétisation d'un dispositif de shunt conforme à l'invention en fonction de sa température et du champ magnétique.

[0011] Sur la figure 1 est représenté un actionneur électromagnétique 2 comprenant une carcasse magnétique 20 qui définit un axe central X2 de l'actionneur. L'axe central X2 est fixe et constitue un axe central pour tous les éléments de l'actionneur 2. La carcasse magnétique 20 est, par exemple, de forme tubulaire et dispose de deux bases 20A et 20B axialement opposées. Dans chacune de ces bases 20A et 20B, est ménagé un alésage, respectivement 21A et 21B. Les alésages 21A et 21B permettent d'accéder à un volume 200 interne à la carcasse 20.

[0012] L'actionneur 2 comprend également une bobine 22, agencée dans le volume 200 de la carcasse 20 et solidaire de la carcasse 20. La bobine 22 est apte à être reliée, de façon connue en soi, à un circuit électrique qui n'est pas représenté sur la figure 1.

[0013] L'actionneur 2 comprend en outre un fourreau thermo-conducteur 24. Comme montré à la figure 2, le fourreau 24 présente une forme cylindrique creuse à paroi pleine. Le fourreau 24 est disposé dans la bobine 22 et en contact radialement, selon l'axe X2, avec celle-ci. Du côté de la base 20A, le fourreau 24 traverse l'alésage 21A. Une partie terminale du fourreau 24 est en saillie par rapport à la base 20A et en dehors de la carcasse 20.

[0014] La fonction principale du fourreau est de transmettre la chaleur. Il est ainsi en métal.

[0015] L'actionneur 2 comprend également un noyau magnétique 26 de forme cylindrique, agencé dans le fourreau 24 et mobile en translation selon l'axe central X2 en fonction de l'intensité du courant circulant dans la bobine 22.

[0016] L'actionneur 2 comprend en outre un dispositif de shunt 28 comprenant un matériau magnétocalorique 29, sous forme d'une pièce correspondante, dont la magnétisation est fonction de la température. Le dispositif de shunt 28 est de forme cylindrique et est agencé par-

tiellement dans le fourreau 24 pour une longueur L, selon l'axe central X2, en formant selon l'axe X2 un entrefer E entre le dispositif de shunt 28 et le noyau 26. Par conséquent, le dispositif de shunt 28 est agencé en partie dans l'alésage 21B de la carcasse 20, la portion restante étant positionnée en dehors de la carcasse 20 en saillie par rapport à la base 20B. Le dispositif de shunt 28 est en outre en contact avec le fourreau thermo-conducteur 24.

[0017] En pratique, dans un état préalable à l'utilisation, typiquement lors de la fabrication de l'actionneur 2, le dispositif de shunt 28 est mobile en translation selon l'axe X2 par rapport au fourreau 24 et à la carcasse 20. Ainsi, il est possible de choisir la valeur de la longueur L et, comme décrit ci-dessous, un seuil de commutation de l'actionneur 2 du fait de la variation correspondante de l'entrefer E. L'actionneur comprend également des moyens 31 de fixation du dispositif de shunt 28 à la carcasse 20, les moyens de fixation 31 étant conçus pour régler cette longueur L. En particulier, les moyens de fixation 31 sont réalisés par une soudure laser ou par un dispositif de verrouillage mécanique.

[0018] Le matériau magnétocalorique 29 du dispositif de shunt 28 est un alliage de nickel, cobalt, manganèse et d'un quatrième élément choisi parmi l'aluminium, l'indium, l'antimoine et l'étain. Le matériau 29 de shunt est choisi pour ses propriétés magnétocaloriques. Plus précisément, comme représenté à la figure 8, le matériau magnétocalorique 29 est tel que sa magnétisation présente un pic en fonction de la température T. Notamment, à basse température, le matériau est peu, voire pas, magnétique. Lorsque la température T augmente, au-delà d'une première température T0, la magnétisation du matériau magnétocalorique 29 augmente rapidement, pour atteindre un maximum à une seconde température T1, au-delà de laquelle la magnétisation diminue jusqu'à s'annuler pour la température de Curie Tc du matériau magnétocalorique 29. Pour plus d'explications, le lecteur se reportera à WO-A-2014/087073.

[0019] Dans un mode préférentiel de réalisation de l'invention, le dispositif de shunt 28 est pourvu d'une pièce polaire 30 agencée dans le fourreau 24 et disposée entre la pièce constituée par le matériau magnétocalorique 29 du dispositif de shunt 28 et le noyau 26, l'entrefer E étant ainsi délimité entre cette pièce polaire 30 et le noyau magnétique 26. Comme représenté à la figure 1, la pièce polaire 30 est en appui, selon l'axe X2, contre le matériau magnétocalorique 29 du dispositif de shunt 28.

[0020] Enfin, l'actionneur 2 comprend un ressort 32 disposé, selon l'axe X2, entre la pièce polaire 30 et le noyau magnétique 26.

[0021] A la figure 3, un disjoncteur 4 comprend un boîtier 40 qui loge l'actionneur 2. Dans le disjoncteur 4, la bobine 22 de l'actionneur 2 est reliée à une ligne de courant 41 d'un circuit électrique. La ligne de courant 41 dispose de deux premières pastilles 42 fixes. Le disjoncteur 4 comprend également un pont 44 solidaire du noyau magnétique 26 de l'actionneur 2 et équipé de deux deuxièmes pastilles 46. Le pont 44 est, par voie de con-

séquence, mobile en translation selon l'axe X2 de l'actionneur 2 avec le noyau 26 et est apte à se déplacer entre une première position, montrée à la figure 3, où les deuxièmes pastilles 46 sont en contact avec les premières pastilles 42 et une deuxième position où les deuxièmes pastilles 46 sont écartées des premières pastilles 42. La première position correspond à la configuration fermée du disjoncteur 4 tandis que la deuxième position correspond à la configuration ouverte du disjoncteur 4.

[0022] Le fonctionnement de l'actionneur électromagnétique 2 et du disjoncteur 4 est le suivant. Avant l'installation de l'actionneur 2 dans le disjoncteur 4, en particulier lors de la fabrication de l'actionneur, le dispositif de shunt 28 est introduit dans le fourreau thermo-conducteur 24 pour la longueur L puis est fixé à la carcasse 20 par les moyens de fixation 31 précités. Cette longueur L est choisie en fonction du domaine d'utilisation du disjoncteur 4. En effet, comme est expliqué ci-dessous, la longueur L permet de choisir le seuil de commutation de l'actionneur 2 et donc le seuil de déclenchement du disjoncteur 4.

[0023] En configuration assemblée et fermée du disjoncteur 4, comme représenté à la figure 3, le ressort 32 exerce contre le noyau 26 un effort E32, montré sur la figure 1, de manière à tirer les pastilles mobiles 46 du pont 44 pour les écarter des pastilles fixes 42 et assurer l'ouverture du circuit électrique.

[0024] Dans une condition d'utilisation normale, telle que représentée à la figure 4, un courant dit nominal circule dans le circuit auquel est reliée la bobine 22. De façon connue en soi, la bobine 22 crée alors un flux magnétique Fn.

[0025] L'actionneur 2 est ainsi configuré pour constituer un circuit magnétique. En particulier, le circuit magnétique est composé par les pièces 30, 28, 20, 24, 26 et l'entrefer E entre le noyau 26 et la pièce polaire 30 du dispositif de shunt 28. Dans le circuit magnétique, la pièce polaire 30 a la fonction, d'une part, de canaliser le flux magnétique Fn entre le noyau mobile 26 et le matériau magnétocalorique 29 et, d'autre part, de protéger ce dernier des chocs lors de la fermeture de l'entrefer E.

[0026] Toutes les pièces précitées ont une reluctance magnétique fixe à l'exclusion du dispositif de shunt 28. Dans l'intervalle de température où la magnétisation du dispositif 28 augmente, sa reluctance diminue en facilitant le passage du flux magnétique.

[0027] Le noyau magnétique 26 traversé le long de l'axe central X2 par le flux magnétique Fn est sujet à un effort magnétique En, dépendant du flux magnétique Fn et, de façon connue en soi, en étroite corrélation avec le courant circulant dans la bobine 22. Le noyau magnétique 26 exerce ainsi son effort En contre le ressort 32.

[0028] La bobine 22 génère une dissipation thermique, notamment par effet Joule. Le fourreau 24 se charge de transmettre cette chaleur dissipée aux autres pièces de l'actionneur et en particulier au dispositif de shunt 28 dont la magnétisation dépend de sa température. De plus, le fourreau 24 est responsable lui-même d'une dissipation

thermique due à des courants qui circulent dans ses surfaces et qui sont induits par le flux magnétique Fn.

[0029] Dans une condition d'utilisation normale, la dissipation thermique globale due au courant nominal induit une augmentation de la température T qui toutefois reste inférieure à la première température T0 précitée. La magnétisation du dispositif de shunt 28 reste nulle ou très basse. Ainsi, lors d'un courant nominal, l'effort En est inférieur ou égal à l'effort E32 du ressort 32, de façon que le noyau magnétique 26 ne se déplace pas et la configuration fermée du disjoncteur 4 est maintenue.

[0030] Lorsqu'un courant de surcharge circule dans le circuit électrique, comme représenté à la figure 5, un flux magnétique Fs entoure la bobine 22, comme décrit ci-dessus. On considère, par exemple, le courant circulant comme ayant une valeur supérieure ou égale à 1,5 fois la valeur du courant nominal. Ainsi, le flux magnétique Fs généré par tel courant de surcharge est strictement supérieur au flux magnétique Fn généré par le courant nominal. De plus, ce courant de surcharge provoque une augmentation de la dissipation thermique par effet Joule de la bobine 22. Une telle dissipation thermique est transmise via le fourreau thermo-conducteur 24 au dispositif de shunt 28. Le dispositif de shunt 28 est donc porté à augmenter de température et à acquérir une température T comprise entre les première et seconde températures précitées. Cette température permet ainsi une magnétisation plus importante du dispositif de shunt 28 et donc une diminution de sa reluctance magnétique. En pratique, le circuit magnétique pour le courant de surcharge présente une reluctance magnétique globale inférieure à celle dans le cas du courant nominal. Le flux magnétique Fs exerce alors sur le noyau magnétique 26 un effort Es. Le noyau 26 comprime le ressort 32 lequel oppose son effort E32. Dans ce cas, l'effort Es est supérieur à l'effort E32 du ressort et le noyau 26 est mis en translation selon l'axe X2 et réduit l'entrefer E. Au niveau du disjoncteur 4, le déplacement du noyau 26 entraîne le pont mobile 44 et ses pastilles 46, en les écartant des pastilles fixes 42. Le disjoncteur 4 se trouve alors dans sa configuration ouverte.

[0031] La transmission de chaleur dépend notamment du temps. L'augmentation de température n'est pas instantanée mais survient progressivement. En d'autres termes, la magnétisation du dispositif 28 augmente dans le temps avec la température. L'effort Es exercé par le noyau 26 sur le ressort 32 augmente lui aussi progressivement dans le temps parallèlement à l'augmentation de la température du dispositif de shunt 28. On peut considérer une température de seuil au-delà de laquelle l'effort Es est supérieure à l'effort E32 du ressort 32. Le déplacement du noyau 26 et l'ouverture des pastilles 42 et 46 du disjoncteur 4 sera possible lorsque la température T du dispositif 28 dépasse la température de seuil.

[0032] Lorsqu'un courant de court-circuit circule dans le circuit électrique, comme représenté à la figure 6, un flux magnétique Fc est généré. En considérant, par exemple, le courant de court-circuit comme supérieur ou

égal à cinq fois le courant nominal, le flux magnétique F_c est notablement supérieur au flux magnétique F_n . En d'autres termes, le courant de court-circuit provoque une forte augmentation de la magnétisation du dispositif de shunt 28 quelle que soit sa température et le flux magnétique F_c exerce sur le noyau 26 un effort E_c qui est immédiatement supérieur à l'effort E_{32} du ressort 32. Dans ce cas, le flux magnétique F_c est capable de déplacer le noyau 26 sans attendre la transmission de chaleur entre la bobine 22 et le dispositif de shunt 28. Par voie de conséquence, le courant de court-circuit provoque presque instantanément un déplacement du noyau 26 le long de l'axe X2 de façon à réduire l'entrefer E et comprimer le ressort 32 et, au niveau du disjoncteur 4, ouvrir les pastilles 42 et 46.

[0033] Dans le cas où l'actionneur 2 intervient pour ouvrir les pastilles 42 et 46 lorsqu'un courant de court-circuit circule dans le circuit électrique, l'effort magnétique généré par la bobine 22 est tel qu'il provoque l'ouverture de manière très rapide : cela entraîne une limitation du courant de court-circuit.

[0034] La reluctance du dispositif de shunt 28, et donc de tout le circuit magnétique, est fonction de la longueur L du dispositif 28 par rapport au fourreau 24. La longueur L joue un rôle important dans le fonctionnement du disjoncteur 4. Cette longueur L définit la partie du dispositif de shunt 28 qui fait partie du circuit magnétique. La longueur L définit ainsi la partie du dispositif de shunt 28 qui est en contact avec le fourreau 24 et donc exposée de manière directe à la transmission de chaleur.

[0035] En considérant comme fixe la position du noyau 26, lorsque la longueur L est réduite, l'entrefer E augmente et par conséquent la reluctance globale du circuit magnétique augmente. Afin que l'effort du noyau 26 soit supérieur à l'effort E_{32} du ressort 32, il faudra atteindre un degré de magnétisation du dispositif 28 supérieur, c'est-à-dire une température de seuil supérieure. En d'autres termes, en réduisant la longueur L, il est possible de retarder le seuil de déclenchement du disjoncteur 4.

[0036] Au contraire, en augmentant la longueur L, l'entrefer E se réduit, ainsi que la reluctance globale du circuit magnétique. La température de seuil est alors inférieure. En d'autres termes, en augmentant la longueur L, il est possible d'avancer le seuil de déclenchement du disjoncteur 4.

[0037] Divers aménagements et variantes de l'actionneur 2 sont par ailleurs envisageables. A titre d'exemples :

- la pièce polaire 30 est de forme cylindrique creuse incluant donc un alésage dans lequel est agencé partiellement le ressort 32 qui donc prend appui contre le matériau magnétocalorique 29 du dispositif de shunt 28 et le noyau magnétique 26 ;
- le fourreau thermo-conducteur 24 inclut une fente 240, comme représentée à la figure 7, qui s'étend parallèlement à l'axe central X2. La fente 240 réalise une coupure pour les courants générés par induction

électromagnétique dans le fourreau 24. La présence de la fente 240 permet donc de retarder le seuil de déclenchement. Le choix d'utiliser ou non un fourreau 24 avec la fente 240 est donc en fonction du domaine d'utilisation du disjoncteur 4.

[0038] Le mode de réalisation et les variantes envisagés ci-dessus peuvent être combinés entre eux pour générer de nouveaux modes de réalisation pour autant qu'ils soient réalisés selon les revendications.

Revendications

1. Actionneur électromagnétique (2), comprenant une carcasse magnétique (20), une bobine (22) solidaire de la carcasse et susceptible d'être reliée à un circuit électrique, un noyau magnétique (26) agencé dans la bobine et mobile, selon un axe central (X2) défini par la bobine, en fonction de l'intensité du courant circulant dans la bobine, et un dispositif de shunt (28), agencé dans la bobine et comprenant un matériau magnétocalorique (29) dont la magnétisation est fonction de la température, l'actionneur étant **caractérisé en ce que** le dispositif de shunt (28) est agencé dans la bobine (22) pour une longueur (L), selon l'axe central (X2), de manière à former un entrefer (E) entre le dispositif de shunt et le noyau magnétique (26), l'actionneur comprenant en outre des moyens (31) de fixation du dispositif de shunt à la carcasse (20), conçus pour régler cette longueur (L).
2. Actionneur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'actionneur (2) comprend en outre un fourreau thermo-conducteur (24) disposé dans la bobine (22) et **en ce que** le noyau magnétique (26) et le dispositif de shunt (28) sont agencés dans le fourreau.
3. Actionneur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le dispositif de shunt (28) est en contact avec le fourreau thermo-conducteur (24).
4. Actionneur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un ressort (32) est interposé entre le dispositif de shunt (28) et le noyau magnétique (26).
5. Actionneur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le dispositif de shunt (28) est pourvu d'une pièce polaire (30) agencée entre le ressort (32) et une partie (29) du dispositif de shunt, constituée par le matériau magnétocalorique.
6. Actionneur selon l'une des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** le fourreau thermo-conducteur (24) est à paroi pleine.

7. Actionneur selon l'une des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** le fourreau thermo-conducteur (24) inclut une fente (240) qui s'étend parallèlement à son axe central (X2).
8. Actionneur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de fixation (31) comprennent une soudure laser ou un dispositif de verrouillage mécanique.
9. Actionneur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau magnétocalorique est un alliage de nickel, cobalt, manganèse et d'un quatrième élément choisi parmi aluminium, indium, antimoine et étain.
10. Disjoncteur (4), comprenant un boîtier (40) logeant un actionneur (2) selon l'une des revendications précédentes, la bobine (22) de l'actionneur étant reliée à une ligne (41) de courant, et une paire de contacts (42, 46) mobiles l'un par rapport à l'autre, un premier (46) des contacts étant en liaison mécanique avec le noyau magnétique (26) de l'actionneur.

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Stellvorrichtung (2), umfassend eine magnetische Umhüllung (20), eine mit der Umhüllung verbundene Spule (22), die an einen elektrischen Kreis angeschlossen werden kann, einen Magnetkern (26), der in der Spule angeordnet ist und gemäß einer von der Spule definierte Mittelachse (X2) abhängig von der Stärke des in der Spule fließenden Stroms beweglich ist, und eine Shunt-Vorrichtung (28), die in der Spule angeordnet ist und ein magnetokalorisches Material (29), dessen Magnetisierung abhängig von der Temperatur ist, umfasst, wobei die Stellvorrichtung **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Shunt-Vorrichtung (28) gemäß der Mittelachse (X2) über eine Länge (L) derart angeordnet ist, dass ein Luftspalt (E) zwischen der Shunt-Vorrichtung und dem Magnetkern (26) gebildet wird, wobei die Stellvorrichtung außerdem Mittel (31) zur Befestigung der Shunt-Vorrichtung an der Umhüllung (20) umfasst, die zum Einstellen dieser Länge (L) ausgebildet sind.
2. Stellvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellvorrichtung (2) außerdem eine wärmeleitende Hülse (24) umfasst, die in der Spule (22) angeordnet ist, und dass der Magnetkern (26) und die Shunt-Vorrichtung (28) in der Hülse angeordnet sind.
3. Stellvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Shunt-Vorrichtung (28) in Kontakt mit der wärmeleitenden Hülse (24) ist.

4. Stellvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Feder (32) zwischen der Shunt-Vorrichtung (28) und dem Magnetkern (26) angeordnet ist.
5. Stellvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Shunt-Vorrichtung (28) mit einem Polstück (30) versehen ist, das zwischen der Feder (32) und einem von dem magnetokalorischen Material gebildeten Teil (29) der Shunt-Vorrichtung angeordnet ist.
6. Stellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wärmeleitende Hülse (24) eine geschlossene Wand aufweist.
7. Stellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wärmeleitende Hülse (24) einen Schlitz (240) einschließt, der sich parallel zu ihrer Mittelachse (X2) erstreckt.
8. Stellvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigungsmittel (31) eine Laserschweißung oder eine mechanische Verriegelungsvorrichtung umfassen.
9. Stellvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das magnetokalorische Material eine Legierung aus Nickel, Kobalt, Mangan und aus einem vierten Element, ausgewählt aus Aluminium, Indium, Antimon und Zinn ist.
10. Schutzschalter (4), der ein Gehäuse (40), das eine Stellvorrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufnimmt, wobei die Spule (22) der Stellvorrichtung mit einer Stromleitung (41) verbunden ist, und ein Paar von zueinander beweglichen Kontakten (42, 46) umfasst, wobei ein erster (46) Kontakt in mechanischer Verbindung mit dem Magnetkern (26) der Betätigungsvorrichtung ist.

Claims

1. Electromagnetic actuator (2) comprising a magnetic field frame (20), a coil (22) which is integral with the field frame and capable of being connected to an electric circuit, a magnetic core (26) which is arranged in the coil and is movable, along a central axis (X2) defined by the coil, as a function of the intensity of the current flowing in the coil, and a shunt device (28) which is arranged in the coil and comprises a magnetocaloric material (29) the magnetisation of which is a function of the temperature, the actuator being **characterised in that** the shunt device (28) is arranged in the coil (22) for a length (L),

along the central axis (X2), so as to form an air gap (E) between the shunt device and the magnetic core (26), the actuator further comprising means (31) for fixing the shunt device to the field frame (20), which means are designed to adjust the length (L).

5

2. Actuator according to claim 1, **characterised in that** the actuator (2) further comprises a heat-conducting sleeve (24) disposed in the coil (22), and **in that** the magnetic core (26) and the shunt device (28) are arranged in the sleeve. 10
3. Actuator according to claim 2, **characterised in that** the shunt device (28) is in contact with the heat-conducting sleeve (24). 15
4. Actuator according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a spring (32) is interposed between the shunt device (28) and the magnetic core (26). 20
5. Actuator according to claim 4, **characterised in that** the shunt device (28) is provided with a polar member (30) arranged between the spring (32) and a part (29) of the shunt device constituted by the magnetocaloric material. 25
6. Actuator according to any one of claims 2 to 5, **characterised in that** the heat-conducting sleeve (24) has a solid wall. 30
7. Actuator according to any one of claims 2 to 5, **characterised in that** the heat-conducting sleeve (24) includes a slot (240) which extends parallel to its central axis (X2). 35
8. Actuator according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the fixing means (31) comprise a laser weld or a mechanical locking device. 40
9. Actuator according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the magnetocaloric material is an alloy of nickel, cobalt, manganese and a fourth element chosen from aluminium, indium, antimony and tin. 45
10. Circuit breaker (4) comprising a case (40) housing an actuator (2) according to any one of the preceding claims, the coil (22) of the actuator being connected to a current line (41), and a pair of contacts (42, 46) which are movable relative to one another, a first (46) of the contacts being mechanically connected to the magnetic core (26) of the actuator. 50
55

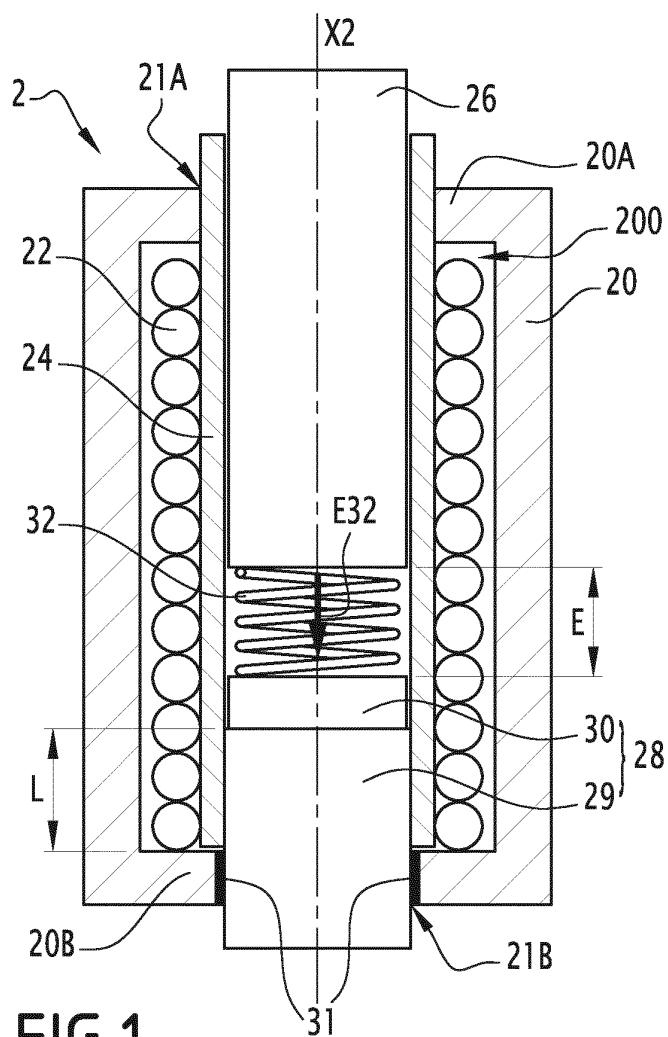


FIG.1

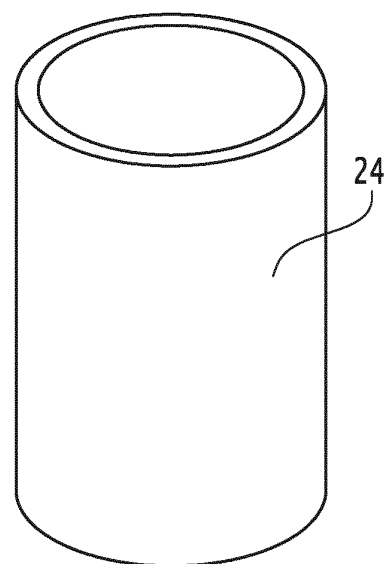


FIG.2

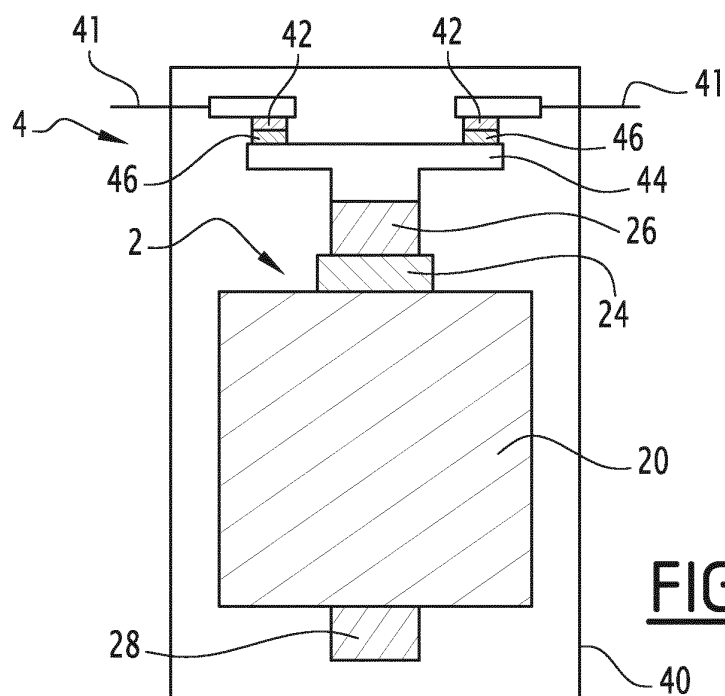


FIG.3

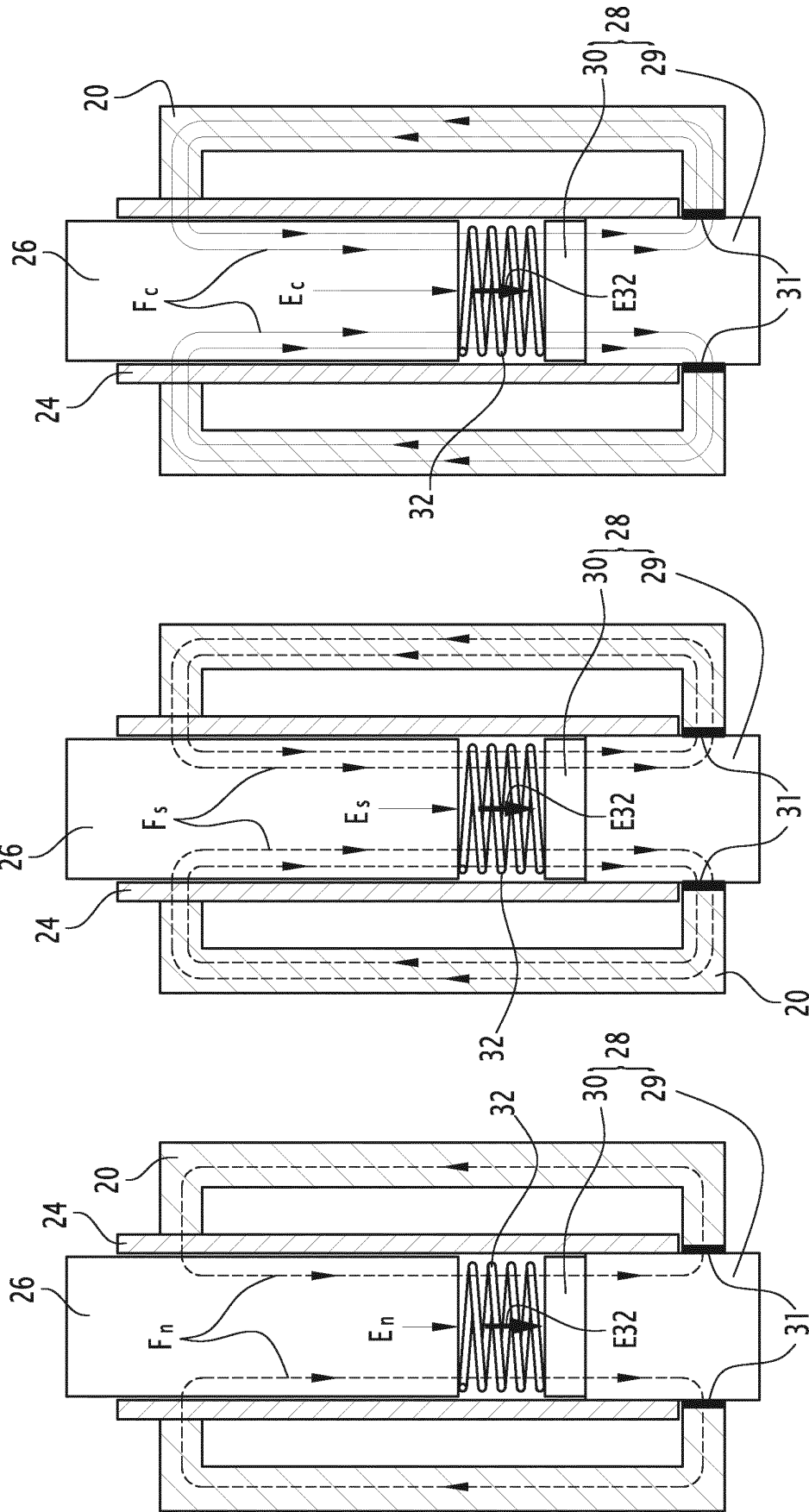


FIG. 6

FIG. 5

FIG. 4

FIG.7

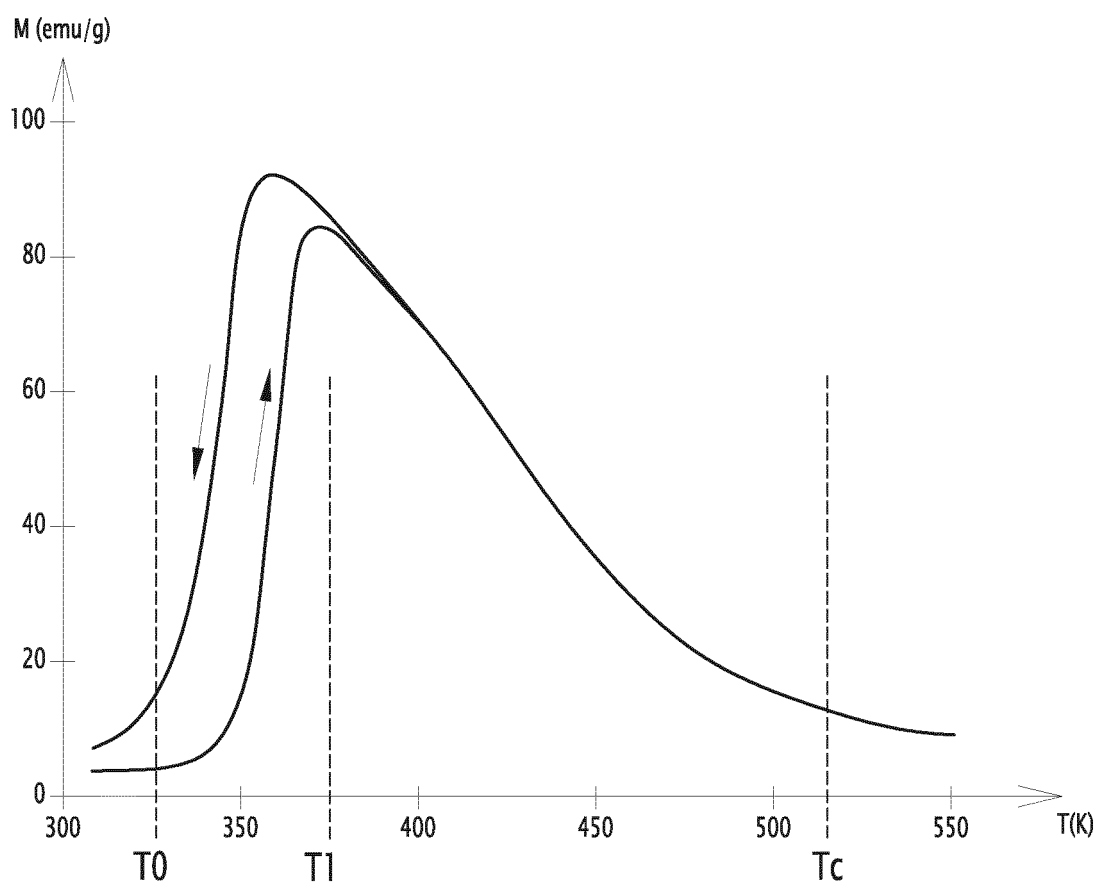
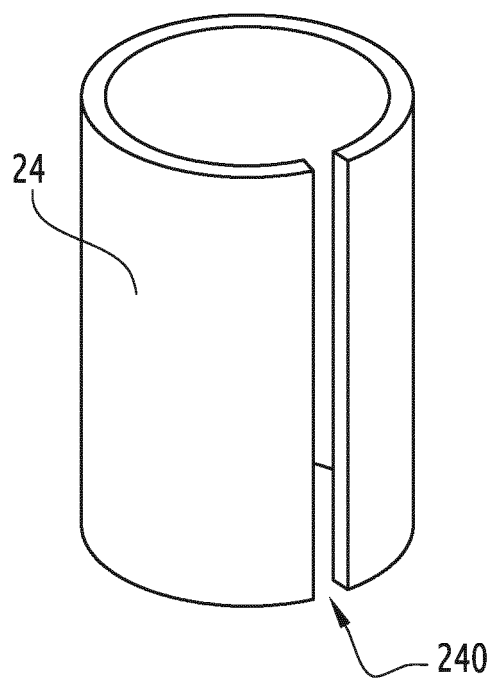


FIG.8

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2772981 A [0002]
- EP 1001444 A [0003]
- US 2690528 A [0003]
- DE 3028900 A [0004]
- WO 2014087073 A [0004] [0018]