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

(11) **EP 1 152 445 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
30.05.2007 Bulletin 2007/22

(51) Int Cl.:
H01H 33/66 *(2006.01)* ***H01H 1/62*** *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **01410038.2**

(22) Date de dépôt: **04.04.2001**

(54) **Ampoule à vide notamment pour un appareil de protection électrique tel un interrupteur ou un disjoncteur**

Vakuumröhre für elektrisches Schutzgerät wie z.B. einen Schalter oder einen Lastschalter

Vacuum tube for an electrical protection apparatus such as a switch or a circuit breaker

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

(30) Priorité: **02.05.2000 FR 0005587**

(43) Date de publication de la demande:
07.11.2001 Bulletin 2001/45

(73) Titulaire: **SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS**
92500 Rueil-Malmaison (FR)

(72) Inventeurs:
- **Schellekens, Hans**
  38050 Grenoble cedex 09 (FR)
- **Giraud, Denis**
  38050 Grenoble cedex 09 (FR)
- **Arnaud, Christophe**
  38050 Grenoble cedex 09 (FR)

(74) Mandataire: **Ritzenthaler, Jacques et al**
Schneider Electric Industries SAS
Propriété Industrielle - E1
38050 Grenoble Cédex 09 (FR)

(56) Documents cités:
DE-A- 3 941 388
GB-A- 1 125 734
US-A- 4 704 506

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 1 152 445 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention concerne une ampoule à vide notamment pour un appareil de protection électrique tel un interrupteur ou un disjoncteur, ladite ampoule comprenant une enveloppe de forme sensiblement cylindrique fermée par deux fonds, deux contacts d'arc s'étendant axialement à l'intérieur de l'enveloppe dont l'un au moins dit contact mobile est relié à un mécanisme de commande et est monté coulissant entre une position de fermeture des contacts correspondant à une position de repos de l'appareil et une position dans laquelle les contacts d'arc sont séparés et forment un arc électrique entre eux, la séparation des contacts entraînant la coupure du circuit électrique, ainsi qu'un moyen de production d'un champs magnétique axial de diffusion de l'arc dans la zone de formation de l'arc.

[0002] Un telle ampoule est décrite par exemple dans les documents FR 2 682 808 ou FR 2 726 396.

[0003] Le document US-A-4 704 506 décrit une ampoule à vide selon le préambule de la revendication 1.

[0004] La présente invention est basée sur les observations nouvelles suivantes. Le comportement de l'arc électrique est tel que malgré la présence de champs magnétiques axiaux importants, l'arc se concentre d'autant plus que l'intensité du courant est importante. L'arc diffus, couvrant toute la surface des contacts au moment de la coupure à courant faible, se transforme en un arc en forme de colonne, lequel arc chauffe intensément une partie réduite (10%) de la surface du contact d'arc. Cet arc électrique, compte tenu de la forte concentration de son intensité entraîne la fusion du matériau de contact au pied de l'arc. Le liquide qui en résulte s'étale sur la totalité des surfaces de contact. Ainsi, le liquide répartit l'énergie d'arc au-dessus des contacts. Ceci entraîne le refroidissement de l'arc en deux étapes. Tout d'abord, l'arc chauffe le matériau de contact jusqu'à sa fusion, puis le liquide s'écoule en dehors de la zone d'arc. Des solutions ont été proposées pour mieux répartir l'énergie d'arc de manière à augmenter le pouvoir de coupure. Toutes ces solutions agissent directement sur l'arc, par exemple élargissent la surface de l'arc, subdivisent l'arc ou font bouger l'arc.

[0005] On connaît également par ailleurs des ampoules dans lesquelles les contacts sont pourvus de fentes. Ces fentes sont destinées à réduire les courants induits en cas d'utilisation d'un champ magnétique axial, ou bien à créer un champ magnétique soit radial soit axial.

[0006] La présente invention a pour but d'améliorer le pouvoir de coupure de telles ampoules sans exercer de manipulation sur l'arc.

[0007] A cet effet, la présente invention a pour objet une ampoule à vide du genre précédemment mentionné, cette ampoule étant caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens, dits premiers, pour accélérer le refroidissement spécialement du matériau de contact sous forme liquide s'écoulant sur la surface de contact du ou des contacts pendant la coupure, ledit liquide provenant de la fusion du matériau de contact sous l'effet de la concentration de l'arc pendant la coupure.

[0008] Selon une réalisation particulière de l'invention, ces premiers moyens comprennent des moyens, dits seconds, pour augmenter la surface de contact entre le(s) contact(s) et le liquide précité, de manière à créer des surfaces cachées pour l'arc mais accessibles au liquide.

[0009] Selon une réalisation particulière, ces moyens comprennent au moins une fente réalisée(s) dans l'un ou chacun des contacts et agencée(s) pour recevoir le liquide précité et à faciliter son écoulement.

[0010] Ainsi, dans cette réalisation, les fentes sont agencées pour recevoir le liquide, contrairement aux ampoules connues de l'art antérieur prévoyant des fentes dans les contacts. En effet, dans ces dernières ampoules, le liquide de contact, compte tenu de sa capillarité et de l'agencement de ces fentes, ne s'écoule pas à l'intérieur des fentes.

[0011] Selon une autre réalisation particulière, ces seconds moyens comprennent au moins un sillon apte à recevoir le liquide précité et s'étendant radialement à l'intérieur du(des) contact(s), à partir du voisinage de la partie centrale du (des) contact(s) jusqu'à sa (leur) périphérie.

[0012] Selon une autre réalisation, ces seconds moyens comprennent au moins un orifice réalisé dans l'un ou chacun des contacts, le(s) dit(s) orifice(s) reliant la face supérieure et la face inférieure du (ou de chaque) contact et présentant un diamètre inférieur au diamètre de l'arc électrique.

[0013] Selon une autre caractéristique, ces premiers moyens comprennent des moyens dits troisièmes pour accroître la vitesse d'écoulement du liquide.

[0014] Avantageusement, ces premiers moyens comprennent des seconds moyens et des troisièmes moyens, les seconds moyens comportant des fentes et, selon les troisièmes moyens, l'angle formé entre la direction du flux initial du liquide et la direction d'entrée du liquide dans les fentes est inférieur ou égal à 90°.

[0015] Selon une autre caractéristique, selon ces seconds moyens, l'un ou chacun des contacts d'arc est creux et comporte un orifice dans sa surface de contact donnant accès à la surface opposée du (des) contact(s), laquelle surface opposée participe ainsi au refroidissement, l'alimentation du(des) contact(s) étant réalisée par la périphérie du(des) contact(s).

[0016] Selon une caractéristique particulière, le(s) bord(s) du (des) contact(s) est (sont) découpé(s) de manière à créer une spire destinée à créer le champ magnétique axial de diffusion de l'arc précité.

[0017] Selon une autre caractéristique particulière, le champ magnétique axial de diffusion crée est un champs multipolaire et l'un ou chacun des contacts comporte autant d'orifices que de pôles.

[0018] Mais d'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux dans la description détaillée qui suit et se réfère aux dessins annexés donnés uniquement à titre d'exemple et dans lesquels :

- La figure 1 est une vue en perspective d'une ampoule à vide selon une première réalisation de l'invention,
- La figure 2 est une vue en perspective de l'un des contacts d'arc de l'ampoule illustrée sur la figure précédente,
- La figure 3 est une vue en perspective illustrant une autre réalisation d'un contact d'arc conformément à une autre réalisation de l'invention,
- Les figures 4,5 et 6 illustrent respectivement trois autres réalisations d'un contact d'arc selon l'invention, et
- La figure 7 illustre dans une vue en coupe axiale une ampoule à vide selon l'invention, de conception simplifiée.

[0019] Sur les figures 1 et 7, on voit une ampoule à vide A destinée notamment à être intégrée dans un disjoncteur électrique moyenne tension afin de réaliser la coupure d'un circuit électrique en cas de défaut ou lors d'une commande d'ouverture volontaire du circuit électrique.

[0020] Cette ampoule A comprend de manière connue en soi, une enveloppe de forme cylindrique 1 fermée par deux fonds 2,3, deux contacts 4,5, dont l'un 4 dit fixe est solidaire de l'un 2 des fonds tandis que l'autre 5, dit mobile, est relié à un mécanisme de commande (non représenté) et est monté coulissant axialement à l'intérieur de l'enveloppe 1 entre une position de fermeture des contacts 4,5 correspondant à une position de repos du disjoncteur et une position dans laquelle les contacts 4,5 sont séparés et forment un arc électrique entre eux, la séparation des contacts entraînant la coupure du circuit électrique. Cette ampoule A comporte en outre un moyen M (fig.7) de production d'un champs magnétique axial destiné à réaliser la diffusion de l'arc entre les contacts. Chaque contact 4,5 est constitué par une pièce réalisée en un matériau de base 6 comportant sur sa face de contact 7 un matériau dit de contact 8 pouvant être réalisé dans le même matériau que le matériau de base.

[0021] Selon l'invention, cette ampoule A comporte des moyens, dits premiers, pour favoriser le refroidissement du matériau de contact 8 sous forme liquide s'écoulant sur la surface de contact 7 des contacts 4,5 pendant la coupure.

[0022] Selon une première réalisation de l'invention, ces moyens comprennent des moyens dits seconds pour augmenter la surface de contact entre le liquide et les contacts 4,5.

[0023] Selon les réalisations illustrées sur les figures 1 et 2, ces seconds moyens comprennent des fentes 10 réalisées dans l'un ou chacun des deux contacts 4,5. Chacun des (ou l'un des) deux contacts 4,5 comporte un certain nombre de fentes 10 traversant partiellement l'épaisseur du(des) contact(s) 4,5 et s'étendant radialement à partir du voisinage de la partie centrale 11 du (des) contact(s) 4,5 jusqu'à sa (leur) périphérie (12). Sur la figure 1 en particulier, on voit que les fentes 10 s'étendent chacune dans un plan formant un angle β compris entre 10° et 80° mais de préférence entre 10° et 45°, avantageusement 30°, avec le plan P des surfaces de contact 7 des contacts 4,5 de manière à faciliter l'entrée du liquide.

[0024] Selon la réalisation illustrée sur la figure 3, le (ou chaque) contact 4,5 est (sont) pourvu(s) de sillons 13 aptes à recevoir le liquide précité et s'étendant radialement, lesdits sillons étant répartis sur la surface de contact 7 des contacts 4,5, tout autour des contacts 4,5, à partir du voisinage de la partie centrale 11 du (des) contact(s) 4,5 jusqu'à sa (leur) périphérie 12.

[0025] Selon une autre réalisation non illustrée, ces seconds moyens comprennent un orifice ménagé au centre du (des) contact(s) 4,5, ledit orifice reliant la face supérieure à la face inférieure du contact, cette disposition étant efficace si les pieds d'arc brûlent autour de l'orifice.

[0026] Selon une autre réalisation illustrée sur la figure 4, ces seconds moyens comprennent pour l'un ou chacun des contacts 4,5, un premier orifice 14 prévu au milieu du contact 4 et donnant accès à un second orifice cylindrique 15 prévu dans la tige 16 dudit contact. Dans cette réalisation, le diamètre des orifices est inférieur au diamètre de l'arc.

[0027] En outre, dans cette réalisation, le pourtour de l'arc est augmenté, ce qui a pour effet d'augmenter la quantité de liquide qui peut s'écouler du pied d'arc vers la périphérie extérieure ou intérieure des contacts.

[0028] Selon une autre réalisation illustrée sur la figure 5, le (ou chacun des) contact(s) d'arc est (sont) creux et présente, sur sa(leur) surface de contact 7, un orifice 17 donnant accès à sa (leur) surface opposée 18. Dans ce cas, l'alimentation du (des) contact(s) 4,5 est réalisée par sa (leur) périphérie et la surface opposée 18 participe donc au refroidissement.

[0029] Avantageusement, le contact 4 ,5 est découpé de manière à créer une spire (non représentée) destinée à créer le champs magnétique axial de diffusion de l'arc précité.

[0030] Dans toutes ces réalisations prévoyant un orifice dans la surface de contact, il est nécessaire que le diamètre de l'orifice soit inférieur au diamètre de l'arc électrique pour obtenir une augmentation de la surface de contact entre le liquide et les contacts.

[0031] Avantageusement, le diamètre de l'orifice est compris entre 0,1 et 0,3 fois le diamètre extérieur des contacts.

[0032] Ainsi, dans toutes ces réalisations, la surface de contact entre les contacts d'arc 4,5 et le liquide a été augmentée. Cette surface supplémentaire est à la fois cachée (surfaces cachées 22) pour le plasma d'arc mais accessible pour le liquide, en particulier lorsque celui-ci s'écoule en suivant la pente légère des ailes des fentes 10. Il a été observé qu'une

augmentation de 50% de la surface de contact permet d'augmenter le pouvoir de coupure de 20%.

[0033] Selon une autre réalisation de l'invention, ce premier moyen pour faciliter le refroidissement du matériau de contact comprend un moyen, dit troisième, pour accroître la vitesse d'écoulement du matériau sous forme liquide sur les contacts de manière que le liquide atteigne plus facilement les surfaces éloignées de la racine de l'arc. L'un des moyens pour améliorer l'écoulement du liquide en direction des surfaces éloignées de la racine de l'arc pourrait consister à jouer sur la mouillabilité entre le liquide et le matériau de base. Cette mouillabilité peut être améliorée soit en jouant sur la composition du matériau de contact en fusion soit en changeant la nature du matériau sur lequel le matériau de contact s'écoule.

[0034] Un autre moyen pour accroître la vitesse d'écoulement pourrait consister à diminuer la rugosité de la surface de contact par exemple en polissant la surface par voie mécanique ou par voie chimique, ou bien en réalisant un polissage par l'arc.

[0035] Il sera avantageux d'utiliser en combinaison un moyen pour augmenter la surface de contact et un moyen pour faciliter l'écoulement.

[0036] Ainsi, un moyen pour faciliter l'écoulement pourra être utilisé en combinaison avec les fentes. Ce moyen pourra consister à faciliter l'entrée dans les fentes. Pour ce faire et tel qu'illustré sur la figure 2, l'angle α entre la direction initialement radiale du flux du liquide et la direction des fentes sera inférieure ou égale 90°. Un tel angle d'entrée des fentes aura pour effet d'augmenter jusqu'à 5% le pouvoir de coupure.

[0037] Un autre moyen pour faciliter l'entrée dans les fentes pourra consister à choisir la direction du champ magnétique axial de manière que le liquide soit entraîné en direction des fentes. En effet, le courant traversant les contacts traverse également la couche liquide. A la surface, le courant a des composants axiaux et radiaux. En présence du champ magnétique, celui-ci crée avec le courant des forces de Lorentz agissant sur le liquide. On rappelle que ce champ magnétique est crée par une spire prévue à l'extérieur ou derrière les contacts. Un choix approprié de la direction du champ permet d'augmenter de 2 % le pouvoir de coupure.

[0038] Le tableau ci-dessous indique le pouvoir de coupure de différentes ampoules à vide en fonction de leur surface, du nombre de fentes et de l'angle d'entrée.

Type	Surface en mm2	Fentes	Angle d'entrée	PdC en kA eff
Standard	1846	Aucune	----------	29,3
Fig.2	2655	6 inclinés	60°	33,5
Fig.2	3358	10 inclinés	90°	40,5
Fig.3	3097	8 sillons	0°	36,0

[0039] En outre de tous ces moyens, il sera avantageux de subdiviser l'arc de manière à générer plusieurs sources de chaleur, ce qui facilitera encore l'écoulement et le refroidissement. Une technique connue pour diviser l'arc consiste à appliquer un champ magnétique dit multipôle.

[0040] Selon la réalisation illustrée sur la figure 6, chacun des contacts 4 comporte deux parties de contact 4a,4b, chaque partie de contact comportant quatre orifices traversant 19, les orifices 19 de l'une 4a des parties de contact étant situés en regard des orifices 19 de l'autre 4b des parties de contacts. Ainsi, l'arc se subdivisera en plusieurs arcs parallèles et en autant de source de métal liquide. Le champ magnétique est créé d'une part par des pièces ferromagnétiques 21 situées à l'intérieur des contacts, d'autre part, par la rotation relative entre les deux contacts de telle sorte que la résistance magnétique soit minimale pour les lignes de champ qui traversent l'espace entre les contacts. L'alimentation des contacts est réalisée au centre des contacts de manière à pouvoir magnétiser correctement les pièces ferromagnétiques. Avantageusement, le diamètre des orifices est compris entre 0,05 et 0,4 fois le diamètre extérieur des contacts.

[0041] Il résulte de l'observation faite en début de ce texte selon laquelle l'arc se transforme en un arc diffus en forme de colonne, que le champ magnétique axial n'est utilisé par l'arc que partiellement. Ainsi, dans la réalisation décrite sur la figure 7, les effets du champ magnétiques ont été limités aux endroits où se situe l'arc. Pour ce faire, une spire 20 réduite en diamètre a été placée derrière les contacts 4,5, ladite spire 20 créant un champ magnétique axial suffisamment fort au centre des contacts 4,5 mais très faible voir même en sens opposé partout ailleurs. Cette réalisation particulière permet d'une part de réaliser une ampoule de conception simplifiée, et d'autre part, de limiter les pertes induites par les bobines, et donc l'échauffement engendré par la génération du champs magnétique.

[0042] On a donc réalisé grâce à l'invention une ampoule à vide présentant un pouvoir de coupure particulièrement amélioré tout en conservant une structure simple et un encombrement réduit.

[0043] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et illustrés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple.

[0044] Au contraire, l'invention comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits si celles-ci sont effectuées suivant les revendications annexées.

Revendications

1. Ampoule à vide (A), notamment pour un appareil de protection électrique tel un interrupteur ou un disjoncteur, ladite ampoule comprenant une enveloppe (1) de forme sensiblement cylindrique fermée par deux fonds (2,3), deux contacts (4,5) s'étendant axialement à l'intérieur de l'enveloppe dont l'un au moins dit contact mobile (5), est relié à un mécanisme de commande et est monté coulissant entre une position de fermeture des contacts correspondant à une position de repos de l'appareil et une position dans laquelle les contacts sont séparés et forment un arc électrique entre eux, la séparation des contacts entraînant la coupure du circuit électrique, ainsi qu'un moyen (M) de production d'un champs magnétique axial de diffusion de l'arc dans la zone de formation de l'arc,
caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens, dits premiers, pour accélérer le refroidissement spécialement du matériau de contact (8) sous forme liquide s'écoulant sur la surface de contact (7) du ou desdits contacts (4,5) pendant la coupure, ledit liquide provenant de la fusion du matériau de contact sous l'effet de la concentration de l'arc pendant la coupure.

2. Ampoule à vide selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** ces premiers moyens comprennent des moyens, dits seconds, pour augmenter la surface de contact (7) entre le/les contacts (4,5) et le liquide précité de manière à créer des surfaces cachées (22) pour l'arc mais accessibles au liquide.

3. Ampoule à vide selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** ces seconds moyens comprennent au moins un fente (10) réalisées dans l'un ou chaque contact (4,5) et agencées de manière à recevoir le liquide précité et à faciliter son écoulement.

4. Ampoule à vide selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** ces seconds moyens comprennent plusieurs fentes (10) agencées tout autour du ou des contacts (4,5), lesdites fentes (10) s'étendant radialement à partir du voisinage de la partie centrale (11) du des contacts d'arc (4,5) jusqu'à sa leur périphérie (12).

5. Ampoule à vide selon la revendication 3 ou 4, **caractérisée en ce que** chaque fente (10) s'étend dans un plan formant avec le plan P de la surface de contact (7) du contact (4,5), un angle β compris entre 10 et 80°.

6. Ampoule à vide selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** ces seconds moyens comprennent au moins un sillon (13) apte à recevoir le liquide précité et s'étendant radialement à l'intérieur du des contacts (4,5), à partir du voisinage de la partie centrale (11) du des contacts (4,5) jusqu'à sa leur périphérie (12).

7. Ampoule à vide selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** ces seconds moyens comprennent au moins un orifice réalisé dans l'un ou chacun des contacts (4,5), ledit/lesdits orifices reliant la face supérieure et la face inférieure du ou de chaque contact et présentant un diamètre inférieur au diamètre de l'arc électrique.

8. Ampoule à vide selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** ces seconds moyens comportent au moins un premier orifice (14) prévu au milieu de l'un ou de chacun des contacts (4,5) et donnant accès à un second orifice cylindrique (15) prévu dans la tige (16) dudit ou de chacun des contacts (4,5), le diamètre des orifices étant inférieur au diamètre de l'arc électrique.

9. Ampoule à vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** ces premiers moyens comprennent des moyens dits troisièmes, pour accroître la vitesse d'écoulement du liquide.

10. Ampoule selon la revendication 2 et 9, **caractérisée en ce que** les seconds moyens comprennent des fentes (10) selon la revendication 3 ou 4 et **en ce que** selon ces troisièmes moyens, l'angle α formé entre le flux initial du liquide et la direction d'entrée du liquide dans les fentes est inférieur ou égal à 90°.

11. Ampoule selon la revendication 9 ou 10, **caractérisée en ce que** ces troisièmes moyens comportent un moyen pour produire un champ magnétique axial dont la direction est telle que le liquide est poussé en direction de l'entrée des fentes (10).

12. Ampoule à vide selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la surface de

contact (7) des contacts d'arc(4,5) est polie de manière à faciliter l'écoulement du liquide.

13. Ampoule selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu**'elle comporte en outre un moyen (19) pour subdiviser l'arc de manière à générer plusieurs sources de chaleur.

14. Ampoule selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le moyen de production du champ magnétique axial de diffusion de l'arc, est un moyen (20) pour produire un champ magnétique limité aux endroits où se trouve l'arc.

15. Ampoule à vide selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** selon ces seconds moyens, l'un ou chacun des contacts d'arc (4,5) est creux et comporte un orifice (17) dans sa surface de contact (7) donnant accès à la surface opposée (18) du des contacts, laquelle surface opposée (18) participe ainsi au refroidissement, l'alimentation du des contacts (4,5) étant réalisée par la périphérie (12) du des contacts.

16. Ampoule à vide selon la revendication 15, **caractérisée en ce que** le/les bords du des contacts est sont découpés de manière à créer une spire destinée à créer le champ magnétique axial de diffusion de l'arc précité.

17. Ampoule à vide selon l'une quelconque des revendications 7,8 ou 15, **caractérisée en ce que** le diamètre de l'orifice (14,17) est compris entre 0,1 et 0,3 fois le diamètre extérieur des contacts (4,5).

18. Ampoule à vide selon les revendications 7 et 13, **caractérisée en ce que** le champ magnétique axial de diffusion crée est un champs multipolaire et **en ce que** l'un ou chacun des contacts (4,5) comporte autant d'orifices (19) que de pôles.

Claims

1. Vacuum cartridge (A), in particular for an electrical protection apparatus such as a switch or circuit breaker, said cartridge comprising an enclosure (1) of appreciably cylindrical shape closed by two end-plates (2,3), two contacts (4,5) extending axially inside the enclosure, at least one of which contacts, called the movable contact (5), is connected to an operating mechanism and is slidingly mounted between a closed position of the contacts corresponding to a rest position of the apparatus and a position in which the contacts are separated and form an electric arc between them, separation of the contacts resulting in breaking of the electrical circuit, and a means (M) for producing an axial magnetic field for diffusion of the arc in the arc formation area,
characterized in that it comprises means, called first means, to speed up cooling especially of the contact material (8) in liquid form flowing on the contact surface (7) of said contact or contacts (4,5) during breaking, said liquid coming from melting of the contact material due to the concentration effect of the arc during breaking.

2. Vacuum cartridge according to claim 1, **characterized in that** these first means comprise means; called second means, for increasing the contact surface (7) between the contact(s) (4,5) and the above-mentioned liquid so as to create surfaces (22) hidden for the arc but accessible for the liquid.

3. Vacuum cartridge according to claim 2, **characterized in that** these second means comprise at least one slit (10) made in one or each contact (4,5) and arranged in such a way as to receive the above-mentioned liquid and facilitate flow thereof.

4. Vacuum cartridge according to claim 3, **characterized in that** these second means comprise several slits (10) arranged all around the contact(s) (4,5), said slits (10) extending radially from close to the central part (11) of the arcing contact(s) (4,5) up to the periphery (12) thereof.

5. Vacuum cartridge according to claim 3 or 4, **characterized in that** each slit (10) extends in a plane forming an angle β comprised between 10 and 80° with the plane P of the contact surface (7) of the contact (4,5).

6. Vacuum cartridge according to claim 2, **characterized in that** these second means comprise at least one groove (13) designed to receive the above-mentioned liquid and extending radially inside the contact(s) (4,5), from close to the central part (11) of the contact(s) (4,5) up to the periphery (12) thereof.

7. Vacuum cartridge according to claim 2, **characterized in that** these second means comprise at least one hole

made in one or each of the contacts (4,5), said hole(s) joining the upper face and the lower face of the or each contact and presenting a diameter smaller than the diameter of the electric arc.

8. Vacuum cartridge according to claim 2, **characterized in that** these second means comprise at least a first hole (14) provided in the middle of one or each of the contacts (4,5) and giving access to a cylindrical second hole (15) provided in the rod (16) of said contact or each contacts (4,5), the diameter of the holes being smaller than the diameter of the electric arc.

9. Vacuum cartridge according to any one of the claims 1 to 8, **characterized in that** these first means comprise means, called third means, for increasing the speed of flow of the liquid.

10. Vacuum cartridge according to claims 2 and 9, **characterized in that** the second means comprise slits (10) according to claim 3 or 4 and that, according to these third means, the angle α formed between the initial flow of the liquid and the direction of inlet of the liquid into the slits is smaller than or equal to 90°.

11. Vacuum cartridge according to claim 9 or 10, **characterized in that** these third means comprise a means for producing an axial magnetic field the direction whereof is such that the liquid is propelled in the direction of the inlet of the slits (10).

12. Vacuum cartridge according to any one of the foregoing claims, **characterized in that** the contact surface (7) of the arcing contacts (4,5) is polished so as to facilitate flow of the liquid.

13. Vacuum cartridge according to any one of the foregoing claims, **characterized in that** it further comprises means (19) for sub-dividing the arc so as to generate several heat sources.

14. Vacuum cartridge according to any one of the foregoing claims, **characterized in that** the means for producing the axial magnetic field for diffusion of the arc is a means (20) for producing a magnetic field limited to the places where the arc is located.

15. Vacuum cartridge according to claim 2, **characterized in that** according to these second means, one or each of the arcing contacts (4,5) is hollow and comprises a hole (17) in the contact surface (7) thereof giving access to the opposite surface (18) of the contact(s), which opposite surface (18) thus takes part in cooling, power supply of the contact(s) (4,5) being performed via the periphery (12) of the contact(s).

16. Vacuum cartridge according to claim 15, **characterized in that** the edge(s) of the contacts is(are) cut in such a way as to form a coil designed to create the above-mentioned axial magnetic field for diffusion of the arc.

17. Vacuum cartridge according to any one of the claims 7, 8 or 15, **characterized in that** the diameter of the hole (14,17) is comprised between 0.1 and 0.3 times the external diameter of the contacts (4,5).

18. Vacuum cartridge according to claims 7 and 13, **characterized in that** the axial magnetic diffusion field created is a multipole field and that one or each of the contacts (4,5) comprises as many holes (19) as poles.

Patentansprüche

1. Vakuumschaltröhre (A) insbesondere für ein elektrisches Schutzgerät wie einen Lastschalter oder Leistungsschalter, welche Schaltröhre ein annähernd zylinderförmiges, durch zwei Böden (2, 3) verschlossenes Gehäuse (1), zwei axial im Inneren des Gehäuses (1) angeordnete Kontakte 4, 5, von denen mindestens einer, welcher als beweglicher Kontakt (5) bezeichnet wird, mit einem Schaltmechanismus verbunden ist und zwischen einer Einschaltstellung der Kontakte entsprechend einer Ruhestellung des Schaltgeräts und einer Stellung verschoben werden kann, in der die Kontakte getrennt sind und zwischen ihnen ein Lichtbogen abbrennt, wobei die Trennung der Kontakte die Unterbrechung des Stromkreises bewirkt, sowie ein Mittel (M) zur Erzeugung eines Axialmagnetfelds zur Diffusion des Lichtbogens in der Lichtbogenzone umfasst,
dadurch gekennzeichnet, dass sie als erste Mittel bezeichnete Mittel umfasst, die dazu dienen, insbesondere die Kühlung des während der Abschaltung über die Kontaktfläche (7) des genannten Kontakts bzw. der genannten Kontakte (4, 5) fließenden flüssigen Kontaktwerkstoffs (8) zu beschleunigen, welcher flüssige Kontaktwerkstoff durch Aufschmelzen des Kontaktwerkstoffs unter Einwirkung der Konzentration des Lichtbogens bei der Abschaltung

entsteht.

2. Vakuumschaltröhre nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese ersten Mittel als zweite Mittel bezeichnete Mittel umfassen, die dazu dienen, die Kontaktfläche (7) zwischen dem Kontakt bzw. den Kontakten 4, 5 einerseits und dem genannten flüssigen Kontaktwerkstoff andererseits zu vergrößern, derart dass Flächen (22) geschaffen werden, die zwar für den Lichtbogen verdeckt, gleichzeitig jedoch für den flüssigen Kontaktwerkstoff zugänglich sind.

3. Vakuumschaltröhre nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese zweiten Mittel mindestens einen Schlitz (10) umfassen, der in einem bzw. in jedem der Kontakte (4, 5) ausgebildet ist und dazu dient, den genannten flüssigen Kontaktwerkstoff aufzunehmen und sein Abfließen zu begünstigen.

4. Vakuumschaltröhre nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese zweiten Mittel mehrere Schlitze (10) umfassen, die rings um den ganzen Kontakt bzw. die Kontakte (4, 5) angeordnet sind, welche Schlitze (10) von der Nähe des Mittelteils (11) des Lichtbogenkontakts bzw. der Lichtbogenkontakte (4, 5) radial bis an dessen bzw. deren Außenrand (12) verlaufen.

5. Vakuumschaltröhre nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Schlitz (10) in einer Ebene angeordnet ist, die in einem Winkel β zwischen 10 und 80° zur Ebene P der Kontaktfläche 7 der Kontakte 4, 5 verläuft.

6. Vakuumschaltröhre nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese zweiten Mittel mindestens eine Rinne (13) umfassen, die dazu dient, den genannten flüssigen Kontaktwerkstoff aufzunehmen und die auf der Innenseite des Kontakts bzw. der Kontakte (4, 5) radial von der Nähe des Mittelteils (11) des Kontakts bzw. der Kontakte (4, 5) bis an dessen bzw. deren Außenrand verläuft.

7. Vakuumschaltröhre nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese zweiten Mittel mindestens eine, in einem bzw. jedem der Kontakte (4, 5) ausgebildete Öffnung umfassen, welche Öffnung die Oberseite und die Unterseite des Kontakts bzw. der Kontakte miteinander verbindet und einen Durchmesser aufweist, der kleiner ist als der Durchmesser des Lichtbogens.

8. Vakuumschaltröhre nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese zweiten Mittel mindestens eine, in der Mitte eines der bzw. jedes der Kontakte (4, 5) ausgebildete erste Öffnung (14) umfassen, die in eine, im Schaft (16) des genannten Kontakts bzw. jedes der Kontakte (4, 5) ausgebildete, zylindrische zweite Öffnung (15) mündet, wobei der Durchmesser der Öffnungen kleiner ist als der Durchmesser des Lichtbogens.

9. Vakuumschaltröhre nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese ersten Mittel als dritte Mittel bezeichnete Mittel umfassen, die dazu dienen, die Fließgeschwindigkeit des flüssigen Kontaktwerkstoffs zu erhöhen.

10. Schaltröhre nach Anspruch 2 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Mittel Schlitze (10) gemäß Anspruch 3 oder 4 umfassen und dass gemäß diesen dritten Mitteln der Winkel α zwischen der anfänglichen Fließrichtung des flüssigen Kontaktwerkstoffs und der Eintrittsrichtung des flüssigen Kontaktwerkstoffs in die Schlitze kleiner oder gleich 90 ° ist.

11. Schaltröhre nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese dritten Mittel ein Mittel zur Erzeugung eines Axialmagnetfelds umfassen, welches so gerichtet ist, dass der flüssige Kontaktwerkstoff in Richtung des Eintritts der Schlitze (10) geleitet wird.

12. Vakuumschaltröhre nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfläche (7) der Lichtbogenkontakte (4, 5) poliert ist, um das Fließen des flüssigen Kontaktwerkstoffs zu begünstigen.

13. Schaltröhre nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zusätzlich ein Mittel (19) zur Aufteilung des Lichtbogens umfasst, so dass mehrere Wärmequellen gebildet werden.

14. Schaltröhre nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel zur Erzeugung des Axialmagnetfelds zur Diffusion des Lichtbogens als Mittel (20) zur Erzeugung eines auf die Bereiche begrenzten Magnetfeld ausgebildet ist, in denen sich der Lichtbogen befindet.

15. Vakuumschaltröhre nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** gemäß diesen zweiten Mitteln einer bzw. jeder der Lichtbogenkontakte (4, 5) hohl ausgeführt ist und eine Öffnung (17) in seiner Kontaktfläche (7) aufweist, die den Zugang zur gegenüberliegenden Fläche (18) des Kontakts bzw. der Kontakte ermöglicht, welche gegenüberliegende Fläche (18) auf diese Weise zur Kühlung beiträgt, wobei die Stromversorgung des Kontakts bzw. der Kontakte (4, 5) über den Außenrand (12) des Kontakts bzw. der Kontakte erfolgt.

16. Vakuumschaltröhre nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rand des Kontakts bzw. die Ränder der Kontakte so geformt sind, dass sie eine Windung bilden, die dazu dient, das genannte Axialmagnetfeld zur Diffusion des Lichtbogens zu erzeugen.

17. Vakuumschaltröhre nach Anspruch 7, 8 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser der Öffnung (14, 17) zwischen dem 0,1- und dem 0,3-fachen des Außendurchmessers der Kontakte (4, 5) beträgt.

18. Vakuumschaltröhre nach Anspruch 7 und 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das axiale Diffusions-Magnetfeld als mehrpoliges Feld ausgebildet ist und dass einer oder jeder der Kontakte (4, 5) so viele Öffnungen (19 aufweist wie Pole vorhanden sind.

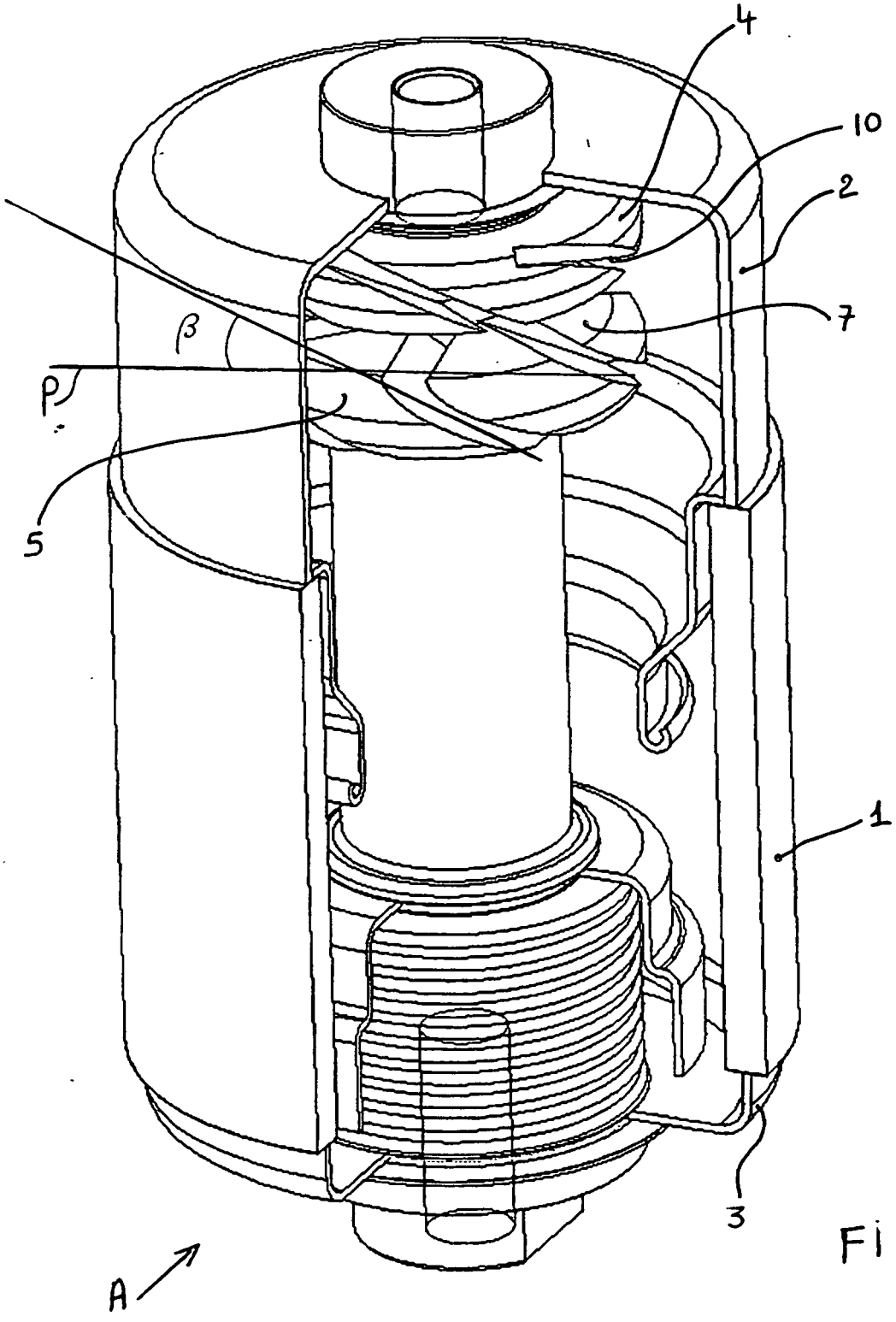


FIG.1

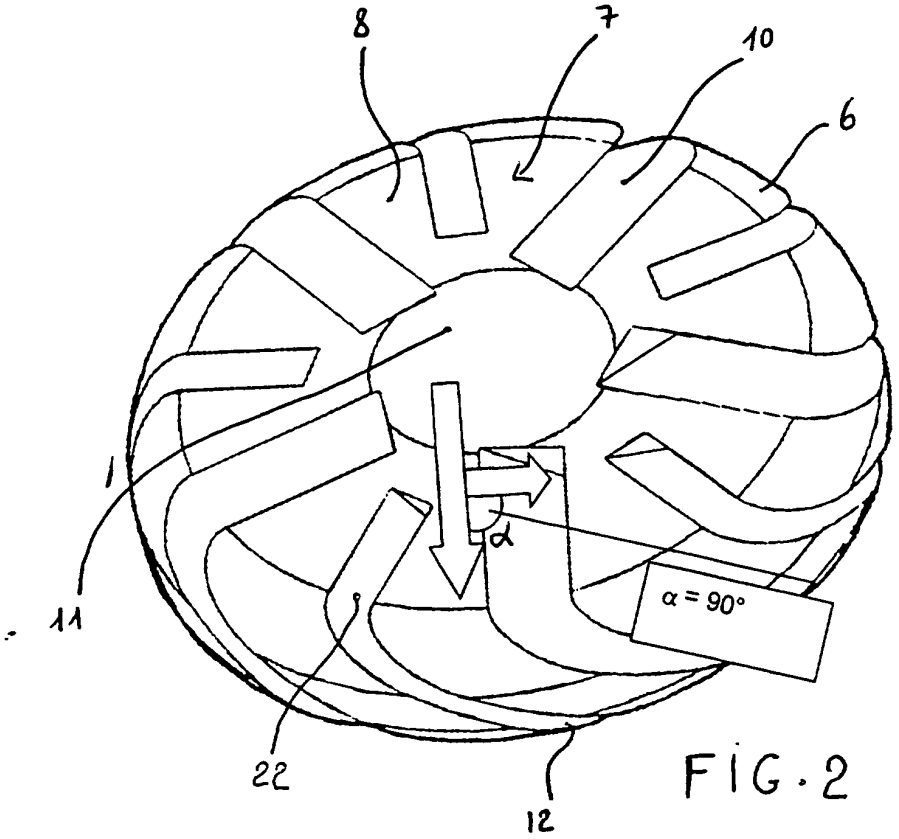


FIG. 2

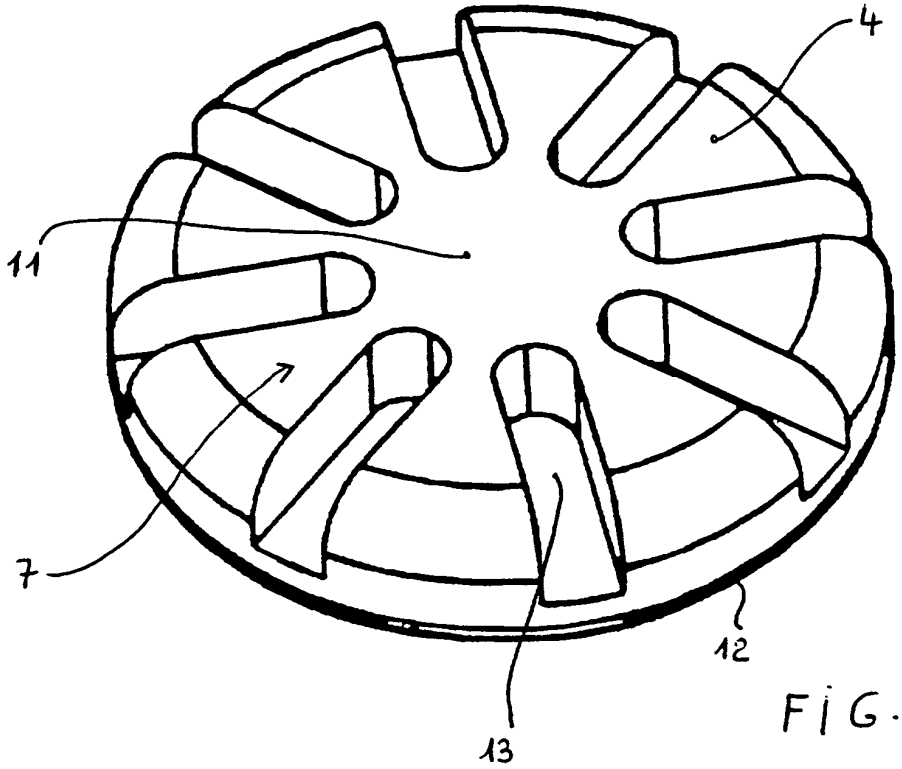


FIG. 3

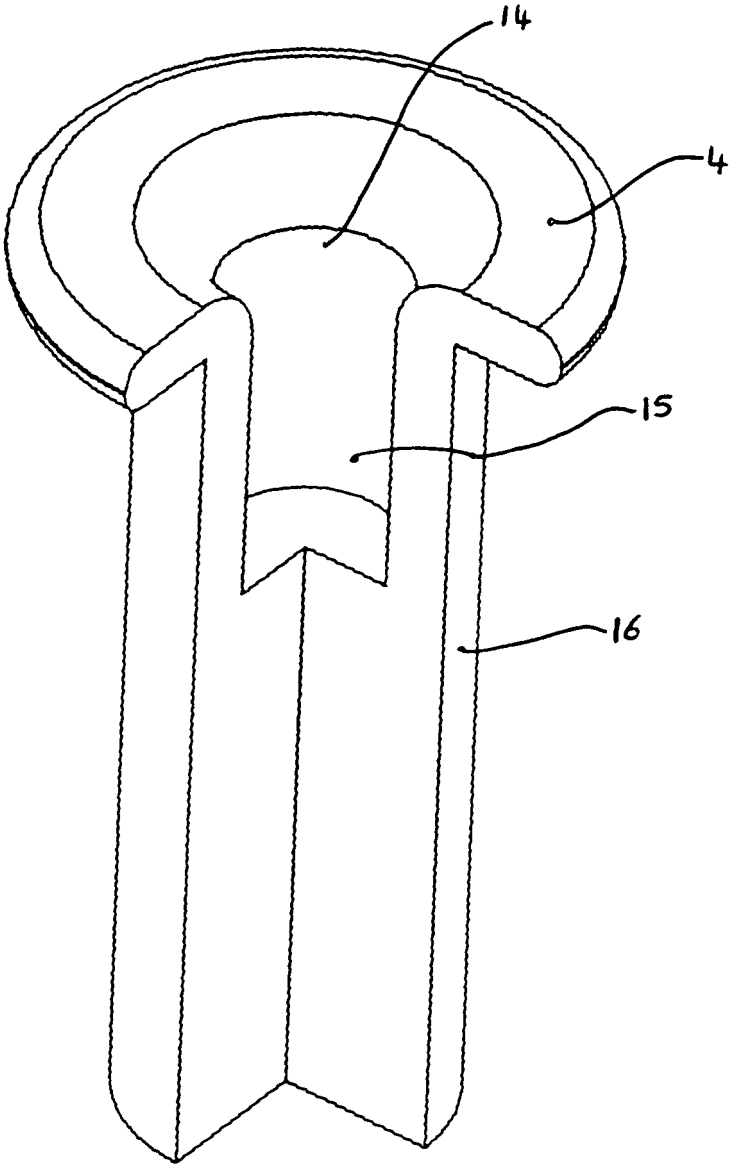


FIG. 4

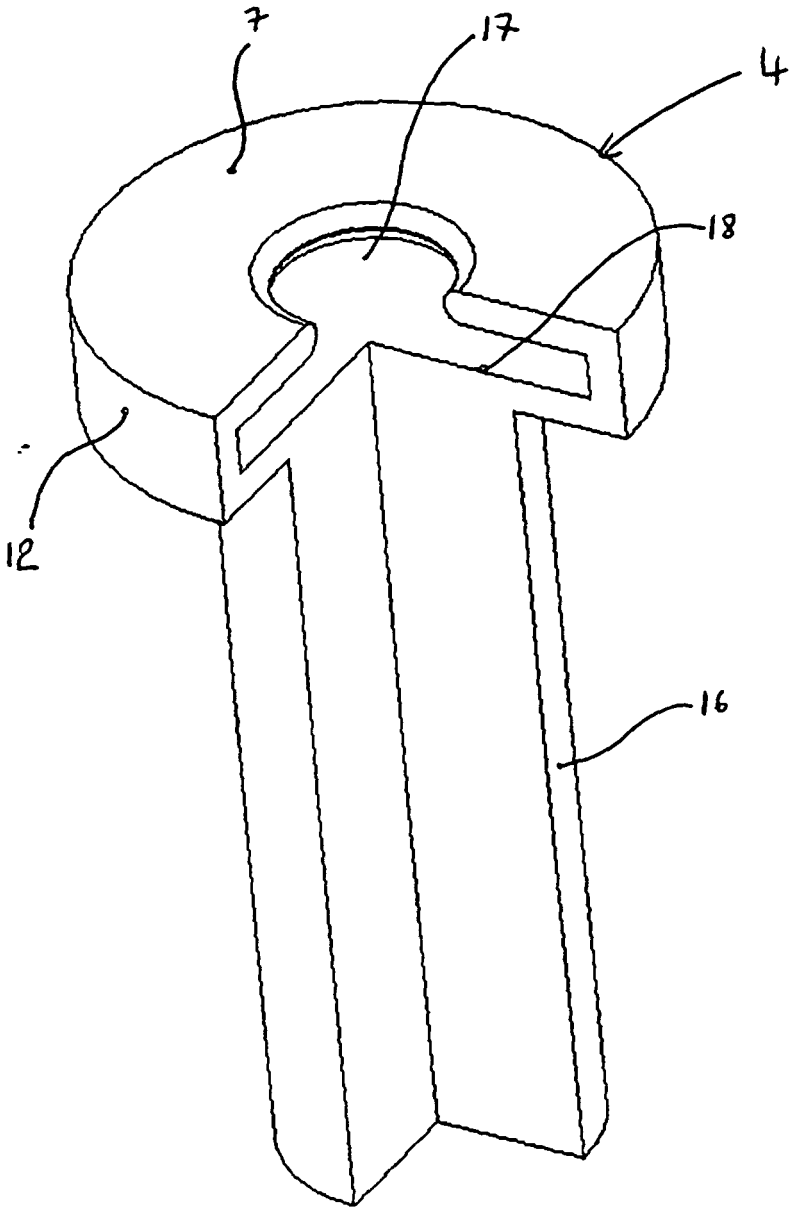


FIG. 5

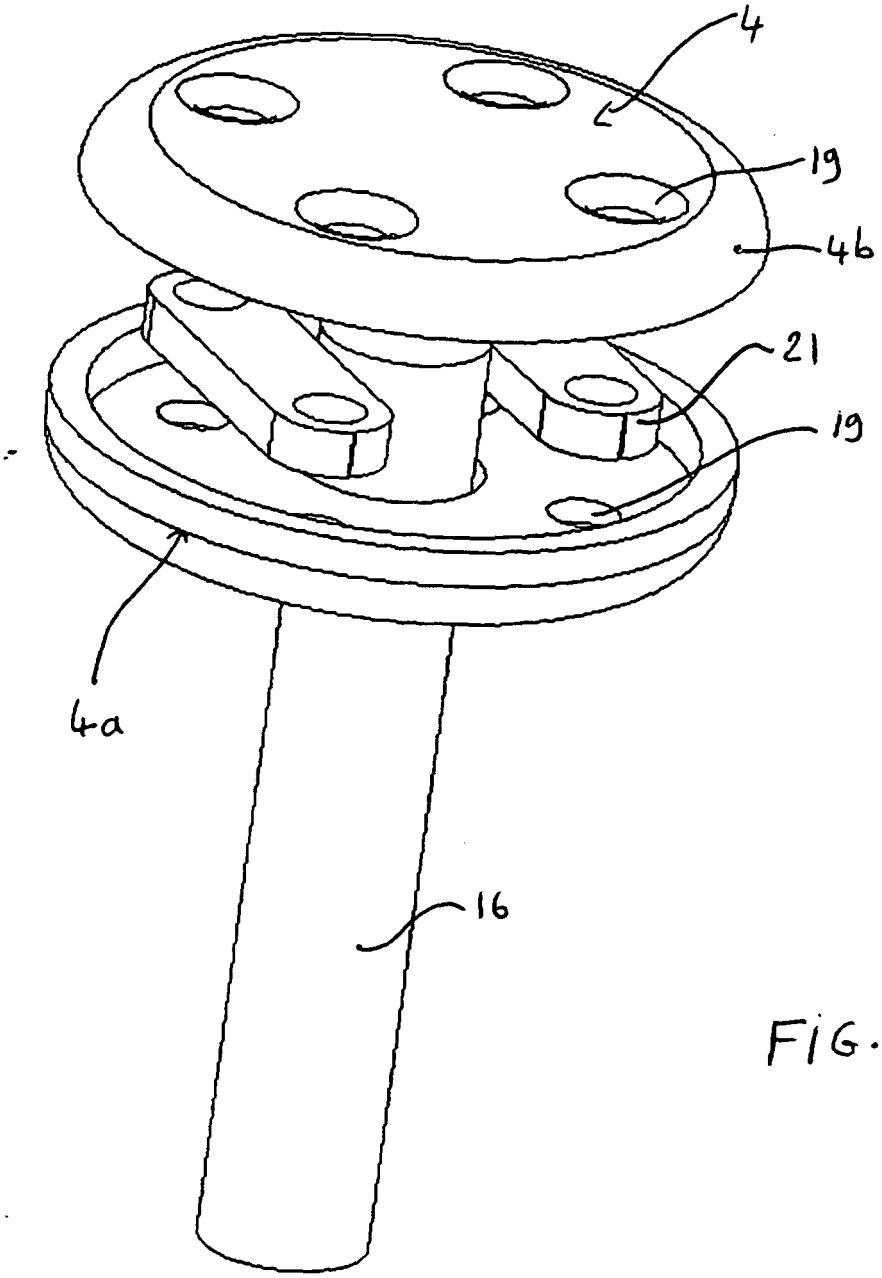


FIG. 6

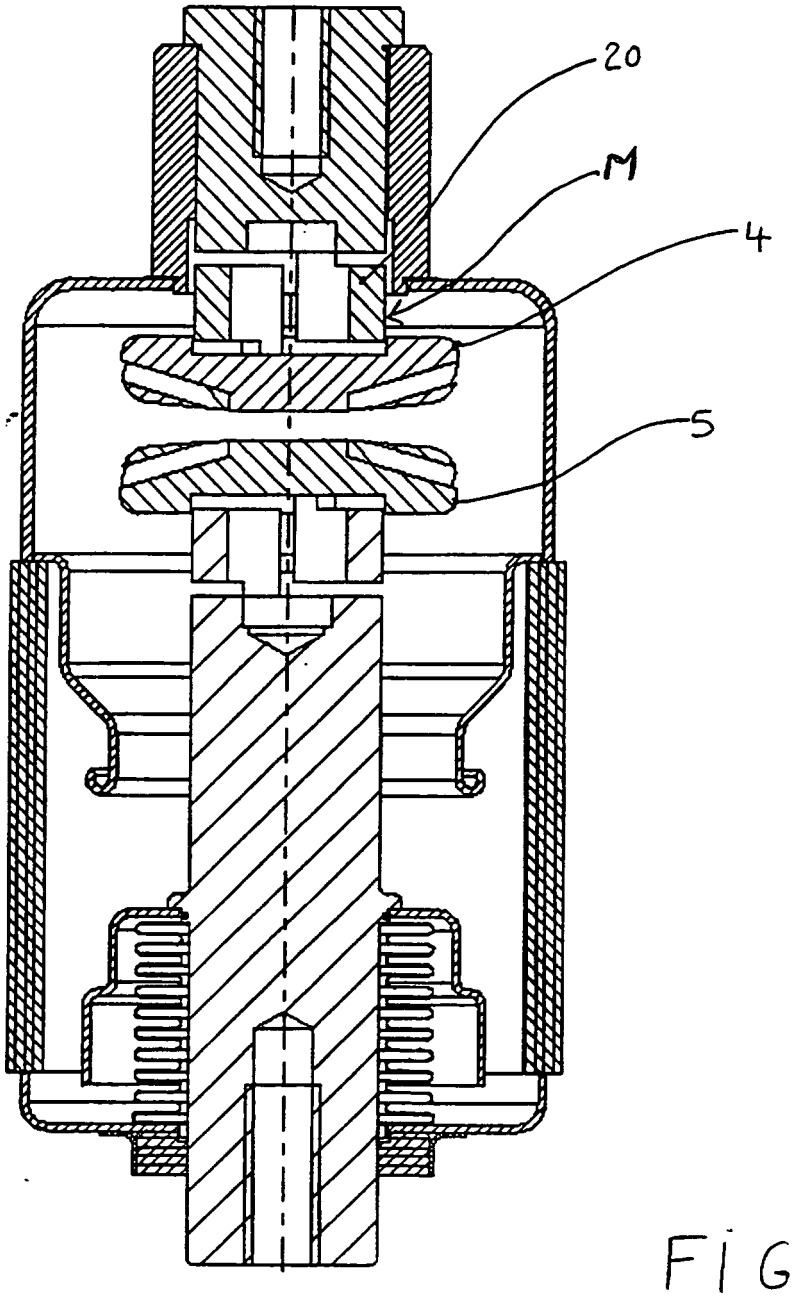


FIG. 7