

(19)



(11)

EP 2 264 731 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

22.12.2010 Bulletin 2010/51

(51) Int Cl.:

H01H 33/66 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10165165.1**

(22) Date de dépôt: **08.06.2010**

(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 SE SI SK SM TR**

Etats d'extension désignés:

BA ME RS

(30) Priorité: **10.06.2009 FR 0953852**

(71) Demandeur: **AREVA T&D SAS**

92084 Paris La Défense Cedex (FR)

(72) Inventeurs:

- **Schlaug, Martin**
2566, ED, LA HAYE (NL)

- **Ernst, Uwe**

34130, VALERGUES (FR)

- **Kantas, Saïd**

34920, LE CRES (FR)

- **Godechot, Xavier**

34160, CASTRIES (FR)

- **Dalmaio, Laëtitia**

34980, SAINT GELY DU FESC (FR)

- **Parashar, Rama Shanker**

ST17 0AL, STAFFORD (GB)

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe**

BREVALEX

3, rue du Docteur Lancereaux

75008 Paris (FR)

(54) **Contact pour ampoule à vide à moyenne tension à coupure d'arc améliorée, ampoule à vide et disjoncteur, tel qu'un disjoncteur sectionneur d'alternateur associés**

(57) L'invention concerne une nouvelle conception d'ampoule à vide selon laquelle on réalise un corps de contact avec deux enroulements (8, 10) implantés concentriquement l'un dans l'autre et montés électriquement en parallèle.

Selon l'invention, l'enroulement supplémentaire (10) est sous la forme d'une pièce pleine à couronne annu-

laire.

L'invention permet d'augmenter le champ magnétique axial (AMF) et de le répartir uniformément sur la surface de contact (22, 32).

On peut ainsi réaliser une meilleure coupure d'arc pour des courants de court-circuit de valeur élevée, typiquement supérieure à 63 kA.

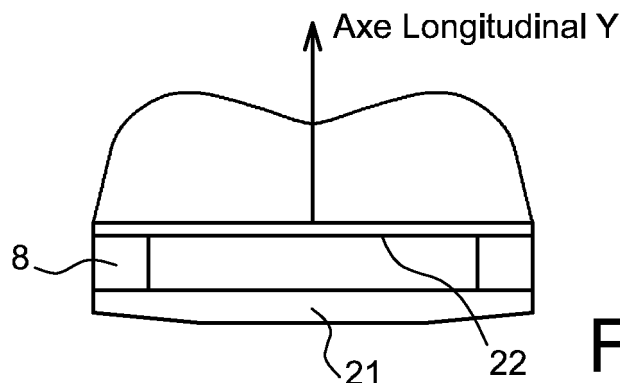


FIG. 4B

EP 2 264 731 A1

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention concerne le domaine des interrupteurs à vide à moyenne tension, couramment appelés ampoules à vide ou encore ampoules sous vide.

[0002] Elle a trait plus particulièrement à l'amélioration de leur capacité de coupure d'arcs de courant de court-circuit.

[0003] L'application principale est celle dans laquelle une ampoule à vide est utilisée en tant qu'interrupteur de coupure dans un disjoncteur, tel qu'un disjoncteur sectionneur d'alternateurs à la sortie des centrales de production d'énergie.

ART ANTÉRIEUR

[0004] Les ampoules à vide sont utilisées depuis de très nombreuses années dans les appareillages électriques de distribution à moyenne tension pour couper des courants de court-circuit de l'ordre de quelques kA, typiquement 25 kA, en quelques kV, typiquement 36 kV. Dans ce type d'appareillage de distribution, les ampoules à vide doivent en outre supporter le passage de courant permanent, typiquement de l'ordre de 1250 A, sans subir un échauffement excessif. En effet, leur implantation dans le réseau de distribution fait que de telles ampoules à vide sont en position fermée en fonctionnement normal du réseau et sont traversées par le courant nominal permanent.

[0005] Il est connu que pour couper ces courants de court-circuit, il est nécessaire de concevoir les contacts d'arc de telle sorte qu'à leur extrémité en regard l'une de l'autre, des flux magnétiques axiaux intenses soient générés afin de réaliser l'extinction de l'arc lors de la séparation mutuelle des contacts. Plus les courants de court-circuit sont élevés plus les flux magnétiques générés doivent l'être également avec une répartition optimale entre contacts, c'est-à-dire aussi uniformément que possible sur leur surface, pour obtenir une coupure effective d'arc.

[0006] Du fait de la nécessité pour ces contacts d'ampoule à vide d'avoir à supporter le courant permanent, leur(s) matériau(x) constitutif(s) étai(en)t généralement à base de cuivre ou d'alliages à fort pourcentage de cuivre, c'est-à-dire des matériaux présentant une faible résistivité électrique et donc, subissant un faible échauffement lorsque traversé(s) par le courant permanent. Or, ces matériaux ont par nature tendance à limiter les flux magnétiques par courants de Foucault les traversant.

[0007] Ainsi, dans cette application d'implantation dans le réseau électrique de distribution, il y a une certaine incompatibilité dans la réalisation des contacts entre la nécessité pour eux de supporter un courant permanent et donc, de présenter une relative faible résistivité électrique et la nécessité pour eux de réaliser une coupure d'arc efficace par les flux magnétiques qu'ils génèrent et donc, de présenter une relative forte résistivité

électrique.

[0008] Plusieurs solutions ont déjà été proposées pour améliorer les flux magnétiques générés par les contacts d'une ampoule à vide tout en leur permettant de supporter des courants permanents en position fermée.

[0009] Certaines solutions existantes consistent soit à implanter des matériaux supplémentaires de type ferromagnétique dans la partie enroulement du contact et/ou dans la partie électrode soit à réaliser des fentes dans le corps de contact afin de réduire les courants de Foucault localement soit à combiner les deux.

[0010] En ce qui concerne l'implantation de matériaux ferromagnétiques, on peut citer le brevet US 6, 747,233 B1 qui divulgue l'utilisation d'anneaux magnétiques avec des saturations et permittivités μ différentes afin d'avoir des champs magnétiques de profil et valeur différents en fonction de la valeur du courant, c'est-à-dire différents pour des faibles ou forts courants. Plus précisément, il est prévu l'implantation combinée d'un matériau magnétique saturable 101, 401 avec un matériau magnétique non saturable 102, 402 dans un corps de contact 104, 404 qui est plein et essentiellement conducteur lui-même solidaire d'une partie tige de connexion mécanique 103 essentiellement conducteur. Selon le mode de réalisation envisagé, la valeur relative de résistivité électrique des matériaux saturables est opposée à celle des matériaux non saturables. Ainsi, selon le mode de réalisation illustré aux figures 1A à 3, le matériau saturable 101 présente une forte résistivité électrique et est implanté autour d'un matériau non saturable 102 de faible résistivité électrique. On peut considérer que l'inconvénient majeur de l'utilisation de matériaux ferromagnétiques dans un contact est lié au fait que ceux-ci s'aimantent et subissent donc en quelque sorte la force créée par le champ magnétique. Cette force s'inverse toutes les 10 ms pour un courant alternatif sinusoïdal à 50Hz. La présence de cette force en permanence sur les matériaux supposés contrôler l'arc en court-circuit tend à fragiliser la structure propre du contact. En outre, la valeur du champ magnétique obtenu en insérant des matériaux ferromagnétiques n'est pas nécessairement supérieure à celle obtenue sans ceux-ci.

[0011] On peut citer les brevets DE 195 03 661 et US 4, 390, 762 qui divulguent chacun une solution combinée de réalisation de fentes et d'implantation supplémentaire de matériaux ferromagnétiques.

[0012] Plus précisément, le brevet DE 195 03 661 divulgue un contact 1 comprenant un tube cylindrique creux 2, en tant que partie tige de connexion mécanique, auquel est solidarisé la partie contact proprement dite 3 qui est magnétique. Cette partie contact magnétique 3 est évidée en son centre et comprend une partie cylindrique pleine d'enroulement 4 et une partie disque d'électrode 8 séparées entre elles par une cale magnétique 9 et une plaque en acier inoxydable ou en céramique 10. Trois fentes identiques 5 sont pratiquées en spirale en étant réparties à 120° l'une de l'autre dans le contact 3 évidé depuis son diamètre interne 7 confondu avec le

diamètre externe du tube 2 jusqu'à son diamètre externe 6. Une telle géométrie permet d'obtenir un champ magnétique qui s'étend axialement tout en étant réparti radialement et donc, de créer un arc rotatif qui atteint une surface des contacts plus grande. En d'autres termes, ce document divulgue la génération d'un champ magnétique radial qui fait tourner l'arc sur une zone annulaire à la périphérie des contacts.

[0013] Le brevet US 4, 390, 762 divulgue, quant à lui, un contact avec une partie tige de connexion mécanique tubulaire 1 à laquelle est fixée une base cylindrique 2 évidée en son centre qui constitue la partie enroulement du contact et sur laquelle est fixée une couronne annulaire de contact de faible hauteur 4. La tige de connexion mécanique 1 et la base cylindrique sont constitués essentiellement de cuivre tandis que la couronne annulaire de contact 4 est constitué à base d'une matrice de chrome saturée par du cuivre. Comme visible sur la figure 2, la partie enroulement 2 comprend deux parties concentriques 3 séparées entre elles d'un acier de grade élevé 6 qui remplit un évidement annulaire 5 qui s'étend verticalement. Sur une partie de la hauteur de chacune de ces parties 3 sont pratiquées des fentes rectilignes qui s'étendent radialement. Ces fentes sont réparties uniformément sur la périphérie et sont orientées selon la même inclinaison par rapport à l'axe du cylindre 2, sans intersecter ce dernier. La structure ainsi divulguée dans ce document permet d'augmenter la tenue mécanique des contacts.

[0014] Une autre solution existante est celle décrite dans la publication au nom de la société TOSHIBA, dans le manuel Proceedings ISDEIV 1988, page 131, et intitulée « Recent Technical Developments of high-voltage and high-power vacuum circuit breakers ». Cette solution porte sur le choix de différents matériaux de contact. Si le contact est usuellement fait de cuivre dans sa quasi-totalité, les deux faces en contact avec l'arc sont de préférence réalisées en alliage de cuivre. La structure d'enroulements décrite comporte des sections de 90°. Une autre solution existante est celle décrite dans la publication au nom de la société TOSHIBA, dans le manuel Proceedings ISDEIV 1998, pages 417-418, et intitulée « Physical and theoretical aspects of a new vacuum arc control technology ». Cette solution consiste en l'ajout d'un deuxième enroulement plus petit que le premier enroulement. L'inconvénient de ces deux solutions est que les champs magnétiques générés par les enroulements décrits s'opposent mutuellement, ce qui tend à réduire considérablement le champ magnétique total effectif.

[0015] En ce qui concerne la réalisation de fentes, celles-ci consistent usuellement en des coupes droites ou inclinées dans la partie des contacts (électrodes) qui sont en appui mutuel l'une avec l'autre : ces coupes s'étendent généralement radialement à l'axe de l'ampoule à vide. Le résultat obtenu est que le chemin emprunté par les courants de Foucault se trouve interrompu par ces fentes. Ce qui réduit d'autant l'effet nuisible de ces courants de Foucault. L'inconvénient de telles fentes est

qu'elles ne peuvent être réalisées dans toutes les configurations de contact : en effet, dans certaines configurations, leur présence pourrait induire un réamorçage entre contacts et ainsi être la cause d'une baisse des performances de tenue diélectrique et de capacités de coupure des courants capacitifs.

[0016] Par ailleurs, depuis quelques années, l'augmentation des performances des ampoules à vide permet leur utilisation en tant qu'interrupteur de coupure en sortie directe d'alternateur de centrales de production d'énergie électrique. Cela étant, les tensions auxquelles elles sont soumises sont de l'ordre de 36 kV avec des courants de court-circuit à couper de quelques kiloampères, typiquement de 63 kA, 80kA jusqu'à 160 kA. Les courants permanents à la sortie directe des alternateurs peuvent également atteindre des valeurs considérables de 9,5kA jusqu'à 26 kA. Aussi, réaliser une ampoule à vide susceptible à la fois de supporter ces courants permanents et de couper ces courants de court-circuit de très forte valeur peut revenir à lui conférer des dimensions inacceptables en termes de coûts.

[0017] Aussi, la demanderesse a déjà proposé dans les demandes de brevet WO 2007/110251 et WO 2007/082858 une solution cinématique consistant à insérer un interrupteur de coupure dans le circuit électrique uniquement pendant une coupure d'arc de court-circuit et donc, à l'isoler du circuit électrique principal pour lui éviter d'être traversée par le courant permanent.

[0018] Il est connu des documents JP 06103859 et JP 200208009 un contact d'ampoule à vide avec deux enroulements cylindriques creux à fentes inclinées, les deux enroulements étant centrés sur l'axe longitudinal du contact et concentriques l'un dans l'autre. Chaque enroulement est susceptible d'engendrer un champ magnétique, les champs magnétiques se superposant pour générer un champ magnétique axial total.

[0019] Le but de l'invention est de proposer une conception d'ampoule à vide encore améliorée qui lui permette soit d'être insérée dans un circuit électrique pendant une coupure d'arc de court-circuit de très forte valeur, soit d'être traversée par le courant nominal d'une façon continue (permanente).

[0020] Un but particulier de l'invention est de proposer une conception d'ampoule à vide qui lui permette d'être utilisée en tant que disjoncteur en sortie directe d'alternateur de centrales de production d'énergie électrique.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0021] Pour ce faire, l'invention concerne un contact électrique pour ampoule à vide à moyenne tension s'étendant selon un axe longitudinal Y et comprenant :

- une partie de connexion mécanique qui s'étend selon l'axe longitudinal Y,
- un corps de contact comprenant:
 - un premier cylindre creux qui comprend des fen-

tes réalisées en hélice autour de son axe et débouchant chacune de part et d'autre de son épaisseur, ledit premier cylindre creux étant centré sur l'axe longitudinal Y en ayant une extrémité solidarifiée à la partie de connexion mécanique, le creux du cylindre premier étant dépourvu de matériau, le premier cylindre constituant un premier enroulement adapté pour engendrer un champ magnétique,

- un deuxième enroulement monté électriquement en parallèle avec le premier enroulement et adapté pour engendrer un champ magnétique qui se superpose au champ magnétique engendré par le premier enroulement,
- une plaque circulaire de même diamètre que celui extérieur du cylindre creux, ladite plaque étant également centrée sur l'axe longitudinal Y et solidarifiée à l'extrémité du premier cylindre creux opposée à celle solidarifiée à la partie de connexion mécanique.

[0022] Selon l'invention, le deuxième enroulement est constitué d'une pièce supplémentaire pleine qui comprend deux portions cylindriques et une couronne annulaire non fermée sur elle-même et centrée sur les deux portions cylindriques, chaque extrémité de la couronne non fermée sur elle-même étant solidarifiée par l'intermédiaire d'un bras à l'une des portions cylindrique. L'agencement de cette pièce supplémentaire est tel que les deux portions cylindriques sont centrées sur l'axe longitudinal et la couronne annulaire agencée concentriquement au premier enroulement. L'une des portions cylindriques est solidarifiée à la partie connexion mécanique et l'autre des portions cylindriques est solidarifiée à la plaque circulaire de contact. Le creux du premier enroulement et l'espace entre la couronne annulaire et les portions cylindriques pleines sont dépourvus de matière

[0023] La maîtrise de la valeur et de la répartition du champ magnétique qui se produit selon l'axe longitudinal d'un interrupteur ou ampoule à vide est un paramètre clef pour la maîtrise d'un arc. Ainsi, éviter toute contraction de l'arc est gage d'une coupure d'arc réussie. Un champ magnétique de valeur élevée et réparti uniformément en regard des surfaces de contact permet une diffusion de l'arc sur toutes ces surfaces. Pour une application en tant que disjoncteur d'alternateur, il est nécessaire de couper des courants au-delà de 63 kA. Les inventeurs ont constaté qu'avec des dimensions de contacts nécessaires pour couper de tels arcs, de l'ordre de 90 à 150 mm, et avec des structures et matériaux selon l'état de l'art, il se produisait un affaissement du champ magnétique engendré dans la partie centrale des contacts.

[0024] Comparativement aux solutions selon l'état de l'art sans deuxième enroulement, la solution selon l'invention permet d'obtenir un champ magnétique axial de valeur plus élevée et réparti de manière constante sur la surface de contact. Elle permet également une alimen-

tation du courant sur la partie centrale de la surface de contact. L'arc entre contacts peut être ainsi bien mieux contrôlé et, ainsi, les performances de coupure d'un courant de court-circuit pour un diamètre de contact donné augmentées.

[0025] Comparativement à une solution selon l'état de l'art avec un deuxième enroulement sous la forme d'un cylindre creux, la pièce pleine supplémentaire à couronne annulaire permet d'augmenter le champ magnétique axial AMF généré d'une valeur de 25 à 30%, pour une quantité relative de courant donnée et avec des éléments identiques (partie de connexion mécanique, corps de contact, premier enroulement, plaque circulaire d'extrémité).

[0026] En d'autres termes, grâce à l'invention, on peut :

- configurer l'allure du champ magnétique total effectif dans une large gamme,
- alimenter en courant le centre et la périphérie des contacts selon un ratio défini entre eux: en effet, les deux enroulements sont montés électriquement en parallèle et constituent donc des résistances électriques en parallèle, ils permettent d'avoir un pourcentage donné de courant qui passe dans l'un et dans l'autre ;
- réduire la résistance totale de l'ampoule à vide.

[0027] Le diamètre extérieur du premier enroulement et de la plaque circulaire est compris entre 90 et 150 mm, ce qui convient parfaitement pour une application dans laquelle les courants de court-circuit à couper ont une valeur au-delà de 63kA.

[0028] L'invention concerne également une ampoule à vide à moyenne tension comprenant au moins un contact électrique décrit précédemment.

[0029] L'ampoule à vide peut comprendre une paire de contacts électriques avec un contact fixe décrit précédemment et un contact mobile décrit précédemment.

[0030] L'invention concerne également un disjoncteur, tel qu'un disjoncteur sectionneur d'alternateur comprenant au moins une ampoule à vide comme ci-dessus.

[0031] L'invention vise enfin l'utilisation d'un tel disjoncteur, tel qu'un disjoncteur sectionneur d'alternateur selon laquelle l'ampoule à vide est traversée uniquement par un courant de court-circuit.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0032] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront mieux à la lecture de la description détaillée faite à titre illustratif et non limitatif en référence aux figures suivantes parmi lesquelles:

- la figure 1 est une vue en coupe verticale partielle d'une ampoule à vide moyenne tension conforme à l'invention,
- la figure 2 est une vue en perspective et en coupe

- partielle réalisée au niveau d'un contact selon l'état de l'art,
- les figures 3A et 3B sont respectivement une vue en perspective et en coupe partielle réalisée au niveau d'un contact selon l'invention,
- la figure 3C est une vue en coupe longitudinale d'un contact selon les figures 3A et 3B;
- la figure 4A est une vue schématique réalisée au niveau d'un contact d'une ampoule à vide moyenne tension et montrant un profil de champ magnétique généré par un contact selon l'état de l'art avec un seul enroulement,
- les figures 4B à 4D sont des vues schématiques réalisées au niveau d'un contact d'une ampoule à vide moyenne tension et montrant différents profils de champ magnétique généré par un contact à deux enroulements,
- la figure 5 est une vue en coupe transversale réalisée au niveau d'un enroulement d'un contact selon l'invention et projetée dans un plan.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0033] Telle que représentée en figure 1, une ampoule à vide 1 conforme à l'invention s'étend selon un axe longitudinal Y et comprend essentiellement une paire de contacts dont l'un 2 est fixe et l'autre 3 est mobile entre une position ouverte (voir la partie représentée à droite) et une position fermée (voir la partie représentée à gauche) sous l'action d'une tige de manoeuvre 4. Les contacts 2 et 3 sont de grande taille (diamètre > 35mm).

[0034] La séparation des contacts 2, 3 dans une ampoule à vide a usuellement pour but de couper un arc de courant susceptible de se produire dans l'espace 5 de séparation entre ces contacts.

[0035] Quelle que soit la position fermée ou ouverte des contacts 2, 3, ceux-ci sont agencés dans un écran 6 lui-même à l'intérieur de l'enveloppe 7 de l'ampoule à l'intérieur de laquelle le vide règne.

[0036] La coupure de courants alternatifs de valeur élevée nécessite un contrôle de l'arc qui se crée. Les moyens de contrôle de l'arc sont usuellement partie intégrante de l'ampoule à vide. Ils doivent donc assurer que l'énergie de l'arc au niveau des contacts 2, 3 reste en dessous de limites acceptables pour pouvoir couper le courant et tenir la tension transitoire de rétablissement TTR. Un type de contrôle d'arc connu est couramment appelé contrôle d'arc par champ magnétique axial (en anglais Axial Magnetic Field AMF). Ces moyens de contrôle d'arc par champ magnétique axial AMF consistent à créer un champ magnétique parallèlement à l'axe longitudinal Y de l'ampoule 1.

[0037] Ces moyens de contrôle d'arc AMF selon l'état de l'art sont supposés empêcher une contraction de l'arc et, en conséquence l'élargir sur une zone des surfaces des contacts en regard l'un de l'autre qui est la plus large possible. Cela a normalement pour résultat de distribuer

l'énergie de l'arc sur une surface plus grande et donc permettre la coupure du courant au zéro naturel du courant alternatif.

[0038] Autrement dit, des moyens de contrôle d'arc AMF efficaces exigent l'obtention d'un champ magnétique réellement généré par l'enroulement qui soit élevé et réparti uniformément afin de diffuser l'arc efficacement sur les surfaces des contacts en regard l'une de l'autre.

[0039] Ces moyens de contrôle d'arc AMF sont ainsi constitués selon l'état de l'art par un élément sous la forme d'une bobine ou autrement dit enroulement qui est un cylindre 8 creux agencé comme représenté sur la figure 2, c'est-à-dire qui s'étend à la périphérie du contact. Le creux 80 de l'enroulement 8 est dépourvu de matériau. L'enroulement cylindrique creux 8 comprend des fentes 81 réalisées en hélice autour de l'axe longitudinal Y et débouchant au moins sur son extérieur.

[0040] Chaque contact 2, 3 selon l'état de l'art comprend une partie connexion mécanique 20, 30 et un corps de contact 21, 31 solidarisé à cette connexion mécanique. Le corps 21, 31 comprend l'enroulement 8 et une partie électrode 22, 32 sous la forme d'une plaque circulaire. Cette plaque 22 ou 32 constitue la surface de contact physique mutuel avec l'autre plaque 32 ou 22 lorsque les contacts sont en position fermée. Ces surfaces de contact 22, 32 sont donc les surfaces sur lesquelles l'arc doit être diffusé le plus uniformément et le plus largement possible.

[0041] Les enroulements 8 sont solidarisés chacun à la fois à la partie de connexion mécanique 20 ou 30 et à la plaque circulaire 22 ou 32.

[0042] Typiquement, les enroulements 8 et les parties d'électrodes 22, 32 selon l'état de l'art ont un diamètre extérieur $\varnothing_{\text{ext}}$ compris entre 50 et 80 mm pour couper des courants compris entre 30 et 50 kA.

[0043] Or, pour des applications dans lesquelles le courant à couper a une valeur supérieure à 63kA, par exemple 80 kA ou au dessus, il est nécessaire d'augmenter les diamètres extérieurs de contacts et donc ceux des enroulements. Une telle application particulièrement visée est celle où l'ampoule à vide est utilisée en tant que disjoncteur d'alternateur en sortie de centrale de production d'énergie. Les diamètres extérieurs peuvent être compris entre 90 et 150 mm, par exemple de l'ordre de 120 mm.

[0044] Or, les inventeurs ont mis en évidence que des contacts avec de tels diamètres supérieurs compris entre 100 et 150 mm et réalisés dans les mêmes matériaux et avec la même géométrie que selon l'état de l'art, il se produisait une distribution non homogène sur la surface de contact physique du champ magnétique AMF créé avec un affaissement dans la partie centrale. Le phénomène est mis en évidence par la courbe en pointillés sur la figure 4A qui est représentative du champ magnétique AMF créé par un contact selon l'état de l'art et calculé par logiciel de modélisation 3D FEA. On voit sur cette courbe que le champ magnétique AMF subit un affaissement à proximité de l'axe longitudinal Y de l'ampoule

selon l'axe radial X de l'ampoule. En outre, le courant à couper parvient à la périphérie des surfaces d'électrodes 22, 32. Par construction, le courant passe de la partie 20 en direction de la partie 8 qui se trouve à la périphérie du contact.

[0045] Ainsi, pour des contacts 2, 3 de diamètre important (compris entre 90 et 150 mm), et réalisés dans les matériaux et avec les structures selon l'état de l'art, l'efficacité des moyens de contrôle d'arc par champ magnétique axial AMF est réduite. L'arc à couper a donc tendance à se contracter et/ou à se concentrer à la périphérie des contacts.

[0046] Une solution déjà proposée selon l'état de l'art consiste à agencer un deuxième enroulement 9 de manière concentrique dans le premier enroulement 8. Ce deuxième enroulement 9 est ainsi monté électriquement en parallèle avec le premier enroulement 8 et est adapté pour engendrer un champ magnétique qui se superpose au champ magnétique engendré par le premier cylindre 8 et donc permet d'augmenter le champ magnétique total effectif dans la partie centrale du contact.

[0047] Les deux enroulements 8, 9 ou 8, 10 sont prévus pour faire circuler le courant dans le même sens afin que les deux champs magnétiques créés par le passage du de celui-ci se superposent ou autrement dit s'ajoutent.

[0048] Différents profils de champ magnétique axial AMF peuvent être obtenus comme illustré aux figures 4B à 4D: plat, avec un affaissement ou une surélévation en partie centrale des contacts. Ces différents profils peuvent être obtenus en faisant varier les paramètres que sont les propriétés et dimensions du deuxième enroulement : diamètre, matériaux le constituant, épaisseur, hauteur... On précise ici que les différentes courbes illustrant les différents profils de champ magnétique aux figures 4B à 4D ont été également calculées à partir du logiciel 3D FEA. Il va de soi que les courbes représentées sont indicatives et non limitatives.

[0049] Ces mêmes paramètres peuvent également influencer la quantité de courant circulant par la partie centrale du contact : cela permet de réduire voire empêcher l'interaction entre le plasma (créé entre les surfaces de contact 22, 32 d'extrémité en regard lors d'une coupure de courant) et l'écran 6. En outre, cela permet de mieux répartir le courant sur la surface de contact d'extrémité et donc ce mieux diffuser l'arc de courant. Enfin, l'implantation d'un deuxième enroulement permet de réduire la résistance électrique totale de l'ampoule à vide 1.

[0050] Un mode de réalisation d'un deuxième enroulement selon l'état de l'art est celui illustré en figure 2.

[0051] Il consiste en un deuxième cylindre creux 9 comprenant des fentes 91 réalisées en hélice autour de son axe et débouchant au moins sur son extérieur. Ce deuxième cylindre creux 9 est centré sur l'axe longitudinal Y, agencé concentriquement au premier cylindre 8, en ayant une extrémité solidarifiée à la partie de connexion mécanique et l'autre extrémité solidarifiée à la plaque circulaire 22. Dans ce mode de réalisation, les creux 80, 90 des cylindres sont dépourvus de matériau.

[0052] Tel qu'illustré, le deuxième cylindre creux 9 est en fait homothétique du premier cylindre creux 8.

[0053] Le(s) matériau(x) constituant ce deuxième enroulement cylindrique creux 9, son diamètre, le nombre de fentes 91 et l'angle qu'elles forment sont choisis en fonction du diamètre extérieur du contact 2. Le profil du champ magnétique axial AMF effectif total est le résultat du choix de ces paramètres. La solution selon la figure 2, a comme avantage important de conserver la symétrie cylindrique du champ magnétique sur toute la surface de contact 22.

[0054] Selon une réalisation particulièrement avantageuse, les deux cylindres creux sont réalisés à partir d'une même couronne cylindrique usinée ou fraisée: on peut ainsi obtenir une base de renfort mécanique 89 entre eux (voir figure 2).

[0055] Les deux enroulements 8 et 9 sont montés électriquement en parallèle : ainsi les deux cylindres sont solidarisés à la base de connexion 20 et à la plaque d'électrode 22, typiquement par brasage. Il en est de même pour les enroulements (non représentés) du contact 3 en vis-à-vis du contact 2.

[0056] Puisque l'enroulement 8 à la périphérie et l'enroulement 9 au centre du contact 2 constituent des résistances électriques en parallèle, ils permettent d'avoir un pourcentage donné de courant qui passe dans l'un 8 et dans l'autre 9.

[0057] Un enroulement cylindrique creux 9 de faible diamètre, typiquement de diamètre extérieur Dext de l'ordre de 30% du diamètre intérieur $\varnothing_{int}$ du premier enroulement 8 a pour effet d'augmenter le champ magnétique axial dans la partie centrale du contact 2. On peut ainsi notamment :

- compenser complètement l'affaissement du champ magnétique axial AMF, comme représenté en figure 4C,
- créer une surélévation du champ magnétique axial AMF dans la partie centrale du contact, comme représenté en figure 4D. Dans ce cas, le champ magnétique a tendance à légèrement diminuer à la périphérie du contact.

[0058] Un enroulement cylindrique creux 9 de diamètre élevé, typiquement de diamètre extérieur Dext de l'ordre de 80% du diamètre intérieur $\varnothing_{int}$ du premier enroulement a pour effet une moindre compensation de l'affaissement du champ dans la partie centrale mais une augmentation du champ dans la zone intermédiaire entre la partie centrale et la périphérie du contact, comme visible en figure 4B.

[0059] Un deuxième enroulement 10 selon l'invention est illustré aux figures 3A et 3B.

[0060] Selon l'invention, le deuxième enroulement consiste en une pièce supplémentaire pleine 10 qui comprend deux portions cylindriques 100a, 100b et une couronne annulaire 102 non fermée sur elle-même et centrée sur deux portions cylindriques 100a, 100b. Chaque

extrémité 1020, 1021 de la couronne 102 non fermée sur elle-même est solidarisée par l'intermédiaire d'un bras 101, 103 à l'une des portions cylindriques 100a, 100b.

[0061] La distance prévue entre les deux extrémités 1020 et 1021 de la couronne annulaire est minimale et n'a ainsi pas d'influence sur la valeur du champ magnétique créé par le deuxième enroulement 10 (figure 3A et 3C).

[0062] L'agencement de cette pièce supplémentaire 10 est tel que les deux portions cylindriques pleines 100a et 100b sont centrées sur l'axe longitudinal Y et sa couronne annulaire 102 concentrique au premier cylindre 8. La portion cylindrique pleine 100b est solidarisée à la partie connexion mécanique 20. La portion cylindrique 100b est solidarisée la plaque circulaire de contact 22. Le creux 80 du premier cylindre 8 et l'espace entre la couronne annulaire 102 et les portions cylindriques 100a et 100b sont dépourvus de matière.

[0063] Comme visible sur la figure 4B, afin que le courant qui circule dans l'enroulement supplémentaire 10 et le courant qui circule dans le premier enroulement 8 aient le même sens de circulation (de bas vers le haut et en suivant un trajet anti-horaire dans la couronne 102), le bras 103 qui solidarise l'extrémité 1020 de la couronne 102 à la portion cylindrique 100b est en dessous du bras 101 qui solidarise l'autre extrémité 1021 de la couronne 102 à la portion cylindrique 100a. Comme visible sur la figure 4B, le courant I_{10} qui parvient à la base de la portion cylindrique 100b parcourt la couronne 102 selon un sens anti-horaire avant de parvenir au sommet de l'autre portion cylindrique 100a. Comme visible sur cette même figure 4B, le courant I_8 parvenant à la base de l'enroulement 8 circule suivant un trajet hélicoïdal également anti-horaire.

[0064] Ici aussi, le(s) matériau(x) constituant cette pièce supplémentaire 10, sa hauteur, son épaisseur, et le diamètre extérieur de la couronne annulaire 102 sont choisis en tenant compte des dimensions du contact 2 et du premier enroulement 8 et en fonction du profil de champ magnétique axial AMF souhaité.

[0065] On pourra ainsi prévoir une couronne annulaire 102 de diamètre extérieur D_{ext} compris entre 30 et 80% du diamètre intérieur $\varnothing_{int}$ du cylindre du premier enroulement 8. Le profil précis du champ magnétique axial AMF est fonction du diamètre extérieur D_{ext} de la couronne annulaire 102 et de la proportion de courant qui le traverse par rapport à la quantité qui traverse le premier enroulement 8. En figure 3B, on a schématisé le sens et la répartition du courant I depuis son arrivée de la partie connexion mécanique 20 jusqu'à sa plaque d'extrémité 22.

[0066] Une pièce 10 avec couronne 102 de faible diamètre, typiquement de diamètre extérieur D_{ext} de l'ordre de 30% du diamètre intérieur $\varnothing_{int}$ du premier enroulement 8, a pour effet d'augmenter le champ magnétique total comme visible en figure 4C.

[0067] Une pièce 10 avec couronne 102 de diamètre élevé, typiquement de diamètre extérieur D_{ext} de l'ordre

de 80% du diamètre intérieur $\varnothing_{int}$ du premier enroulement 8, a pour effet une moindre compensation de l'affaiblissement du champ dans la partie centrale mais une augmentation du champ dans la zone intermédiaire entre la partie centrale et la périphérie du contact, comme visible en figure 4B.

[0068] L'épaisseur du premier enroulement cylindrique 8 est déterminée par la densité de courant qui passe à travers ainsi que la résistance totale souhaitée pour l'ampoule à vide. En effet, la résistance totale de l'ampoule à vide diminue si l'épaisseur des enroulements 8, 9 ou 10 augmente. L'épaisseur du deuxième enroulement 9 ou 10 est limitée uniquement par l'espace disponible défini entre partie de connexion mécanique 20, premier enroulement 8, et plaque de contact d'extrémité 22. Le(s) matériau(x) constituant le deuxième enroulement 9 ou 10 est (sont) avantageusement le(s) même(s) que celui(ceux) constituant le premier enroulement 8. Ils peuvent bien entendu être différents dans la mesure où ils ont des propriétés électriques proches. Un matériau préféré à la fois pour le premier enroulement 8 et pour le deuxième enroulement 9 ou 10 est le cuivre de pureté élevée, par exemple de type OFHC. Le cuivre OFHC est en effet connu pour sa résistance électrique faible et son aptitude à être brasé à d'autres matériaux métalliques.

[0069] Pour une valeur de courant I donnée à l'arrivée dans la partie connexion mécanique 20, le deuxième enroulement selon l'invention sous la forme de la pièce pleine 10 permet de générer un champ magnétique axial AMF plus élevé au centre du contact que celui uniquement généré par un enroulement selon l'état de l'art sous la forme de cylindre creux 8 à fentes 81 : la différence de valeur peut aller jusqu'à un facteur de deux à trois. Autrement dit, le champ magnétique axial AMF total généré au centre du contact par une pièce pleine 10 à cylindre plein 100 et couronne annulaire 102 agencée dans le creux 80 du cylindre 8 peut être deux à trois fois supérieur à celui généré uniquement par un cylindre creux 8.

[0070] La quantité de courant qui traverse la pièce pleine 10 peut avantageusement être comprise entre 5 et 30% de la quantité totale du courant I qui traverse le contact 2. Ainsi, on peut choisir des dimensions et un matériau constitutif de pièce pleine 10 afin qu'elle soit traversée par un courant dont la quantité est égale à 10% de la quantité totale de courant I traversant le contact 2. Pour cette quantité relative de courant et avec des éléments identiques (partie de connexion mécanique 20, corps de contact 21, premier enroulement 8, plaque circulaire d'extrémité 22), le champ magnétique axial AMF généré par la pièce pleine 10 à couronne annulaire 102 selon l'invention est supérieur de 25 à 30% au champ magnétique axial AMF généré par un deuxième enroulement 9 de forme cylindrique creuse selon l'état de l'art.

[0071] Tel que représenté aux figures 3A et 3B, l'enroulement cylindrique 8 peut être solidaire d'une base 800, évidée pour laisser passer le cylindre 100 en contact avec la plaque d'électrodes 22. Cette base 80 sert ainsi

de renfort mécanique sans l'inconvénient majeur de réduire le champ magnétique car les courants de Foucault qui la traversent sont négligeables du fait de sa forte résistivité électrique.

[0072] La découpe des fentes 81, 91 est réalisée respectivement dans le premier 8 et le deuxième 9 enroulements cylindriques de manière à créer des sections en hélice autour de l'axe de chacun des cylindres considérés et qui s'étendent depuis l'une de leur extrémité vers l'autre (figure 2).

[0073] La figure 5 est un exemple de représentation schématique en vue de coupe transversale, c'est-à-dire selon une coupe parallèle à la surface 22 réalisée au niveau du premier cylindre 8 et projetée dans un même plan.

[0074] Selon cette coupe, on voit que les parties de fentes 81 sont uniformément réparties sur le diamètre de l'enroulement 8 (au nombre de 12) et toutes de même dimension.

[0075] L'invention qui vient d'être décrite permet d'obtenir les avantages suivantes :

- augmenter et donner un profil donné au champ magnétique axial AMF effectif sur la surface de contact d'extrémité,
- avec un deuxième enroulement à pièce pleine avec couronne annulaire, augmenter davantage le champ magnétique axial AMF effectif,
- permettre une répartition du courant en guidant un pourcentage de sa quantité vers la partie centrale du contact, ce qui augmente la surface disponible pour la diffusion de l'arc lors d'une coupure,
- rendre moins élevée la probabilité pour un arc d'être créé à la périphérie du contact.

Revendications

1. Contact électrique (2, 3) pour ampoule à vide (1) à moyenne tension s'étendant selon un axe longitudinal Y et comprenant :

- une partie de connexion mécanique (20, 30) qui s'étend selon l'axe longitudinal Y,
- un corps de contact (21, 31) comprenant:

- un premier cylindre creux (8) qui comprend des fentes (81) réalisées en hélice autour de son axe et débouchant au moins sur son extérieur, ledit premier cylindre creux étant centré sur l'axe longitudinal Y en ayant une extrémité solidarisée à la partie de connexion mécanique, le creux (80) du premier cylindre étant dépourvu de matériau, le premier cylindre constituant un premier enroulement adapté pour engendrer un champ magnétique,
- un deuxième enroulement (9, 10) monté

électriquement en parallèle avec le premier enroulement (8) et adapté pour engendrer un champ magnétique qui se superpose au champ magnétique engendré par le premier enroulement (8),

- une plaque circulaire (22, 32) de même diamètre que celui extérieur du premier cylindre creux, ladite plaque (22, 32) étant également centrée sur l'axe longitudinal Y et solidarisée à l'extrémité du premier cylindre creux opposée à celle solidarisée à la partie de connexion mécanique.

dans lequel le deuxième enroulement est constitué d'une pièce supplémentaire pleine (10), qui comprend deux portions cylindriques (100a, 100b) et une couronne annulaire (102) non fermée sur elle-même et centrée sur les deux portions cylindriques (100a, 100b), chaque extrémité (1020, 1021) de la couronne (102) non fermée sur elle-même étant solidarisée par l'intermédiaire d'un bras (101, 103) à l'une des portions cylindriques (100a, 100b), l'agencement de cette pièce supplémentaire 10 étant tel que les deux portions cylindriques (100a, 100b) sont centrées sur l'axe longitudinal Y et la couronne annulaire (102) agencée concentriquement au premier enroulement (8), l'un des portions cylindriques (100a) étant solidarisée à la partie connexion mécanique (20) et l'autre des portions cylindriques (100b) étant solidarisée à la plaque circulaire de contact (22), le creux (80) du premier enroulement (8) et l'espace entre la couronne annulaire (102) et les deux portions cylindriques (100a, 100b) étant dépourvus de matière.

2. Contact électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le diamètre extérieur du premier enroulement et de la plaque circulaire est compris entre 90 et 150 mm.

3. Ampoule à vide (1) à moyenne tension comprenant au moins un contact électrique (2, 3) selon l'une des revendications 1 ou 2.

4. Ampoule à vide selon la revendication 3, comprenant une paire de contacts électriques avec un contact fixe (2) selon l'une des revendications 1 ou 2 et un contact mobile (3) selon l'une des revendications 1 ou 2.

5. Disjoncteur, tel qu'un disjoncteur sectionneur d'alternateur comprenant au moins une ampoule à vide (1) selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4.

6. Utilisation d'un disjoncteur, tel qu'un disjoncteur sectionneur d'alternateur selon la revendication 5, selon laquelle l'ampoule à vide est traversée uniquement par un courant de court-circuit.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

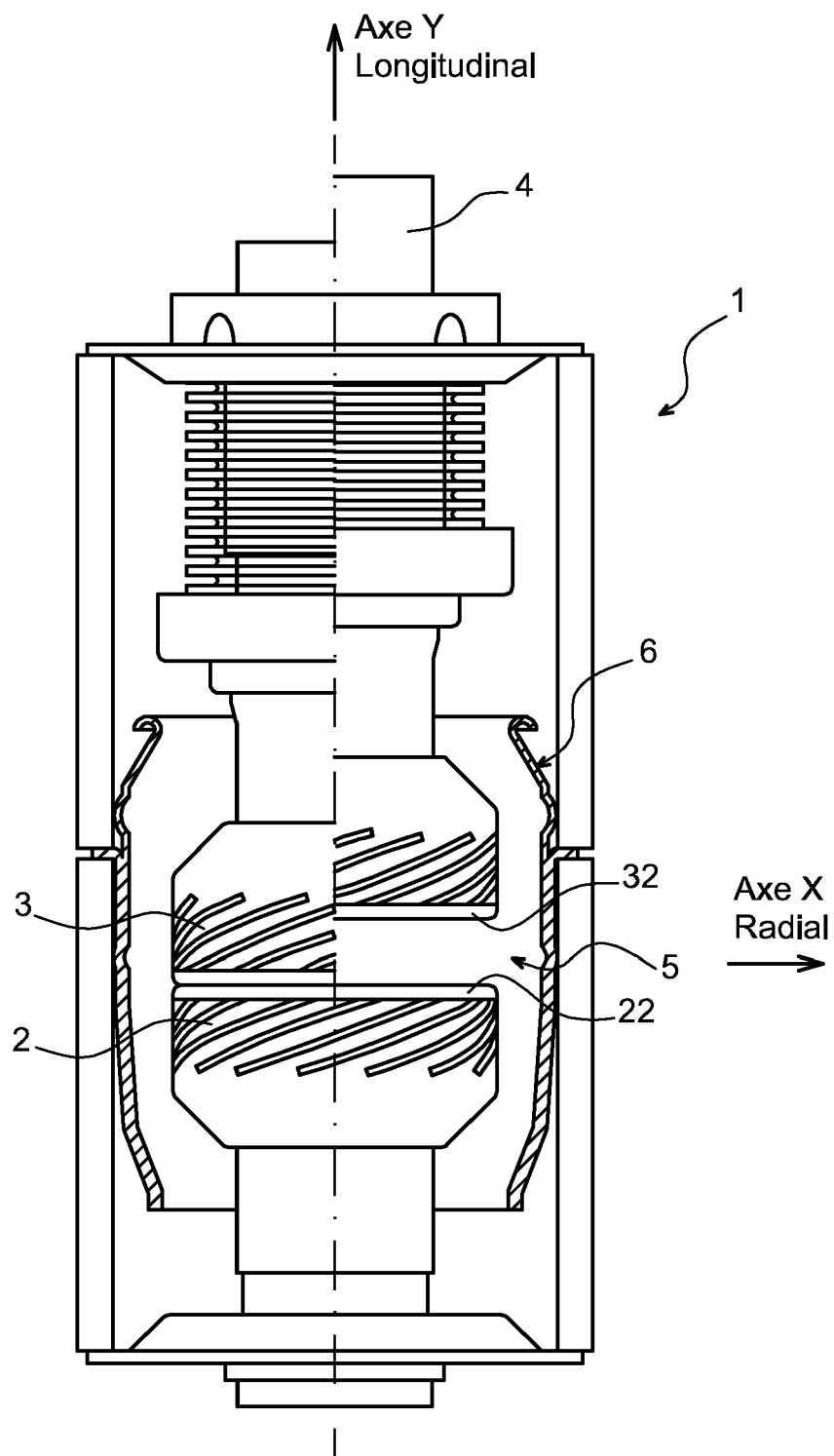
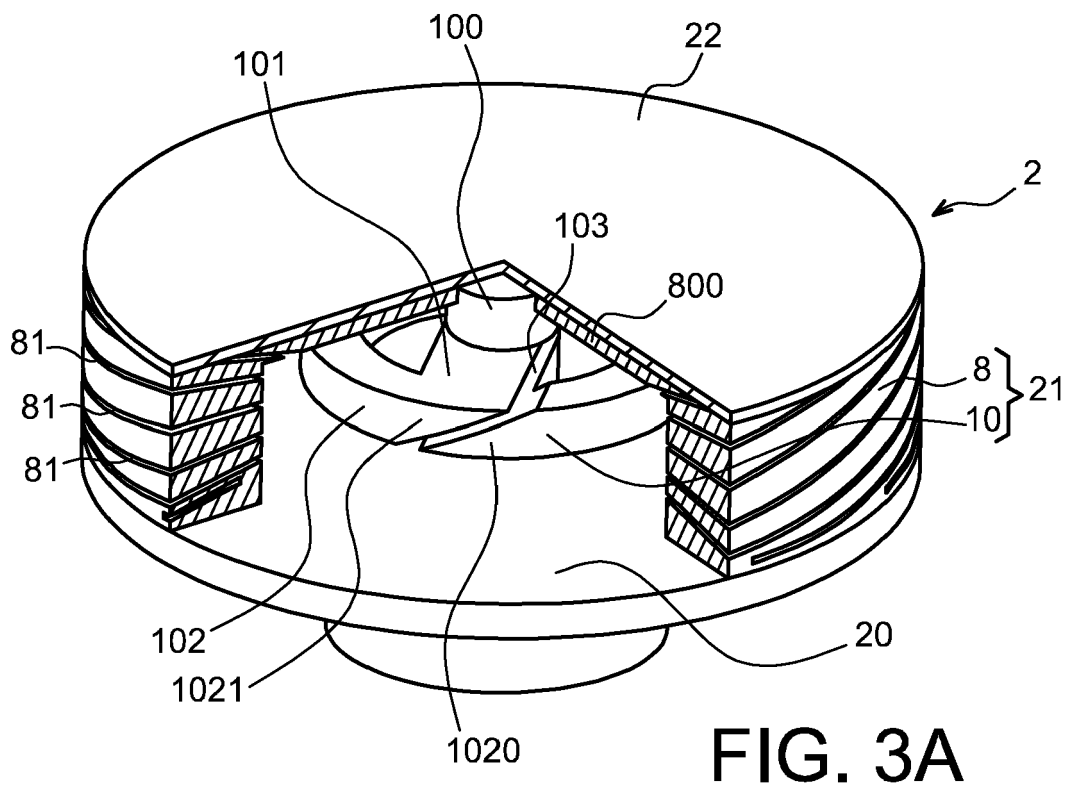
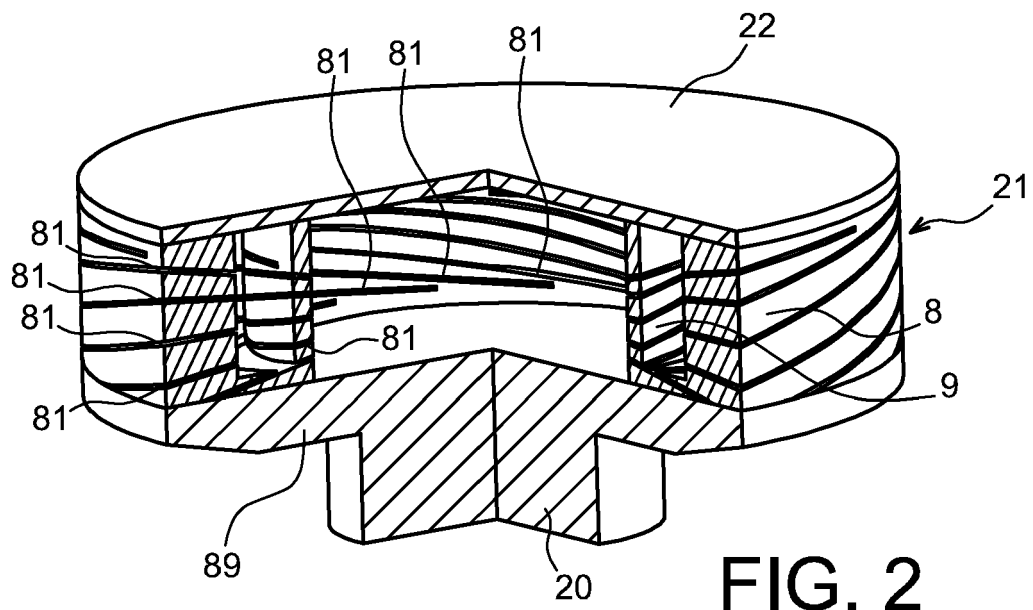


FIG. 1



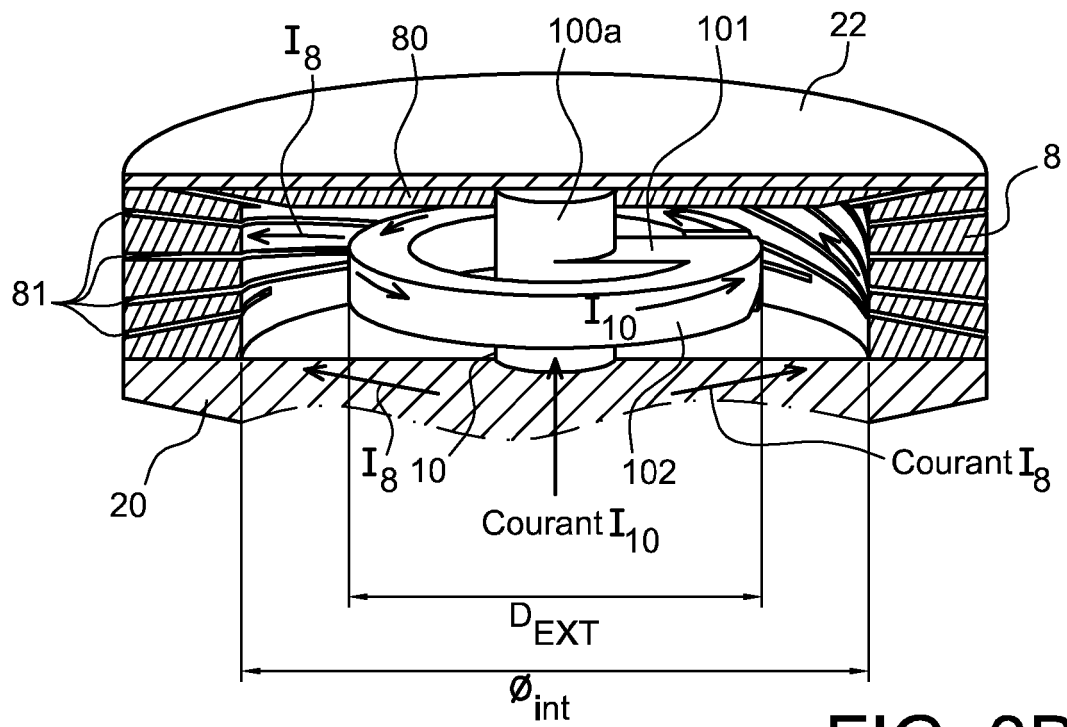


FIG. 3B

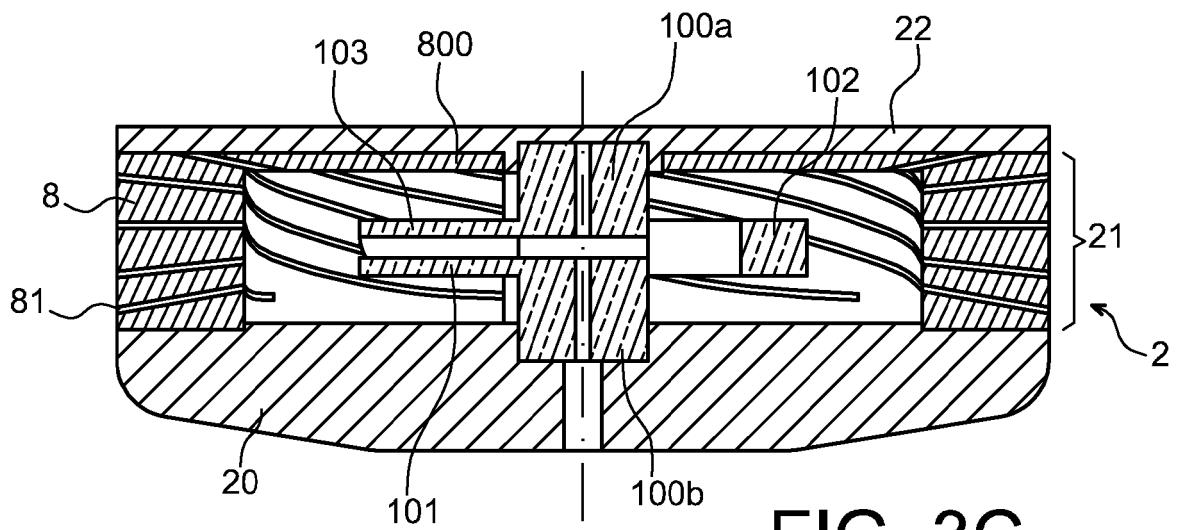


FIG. 3C

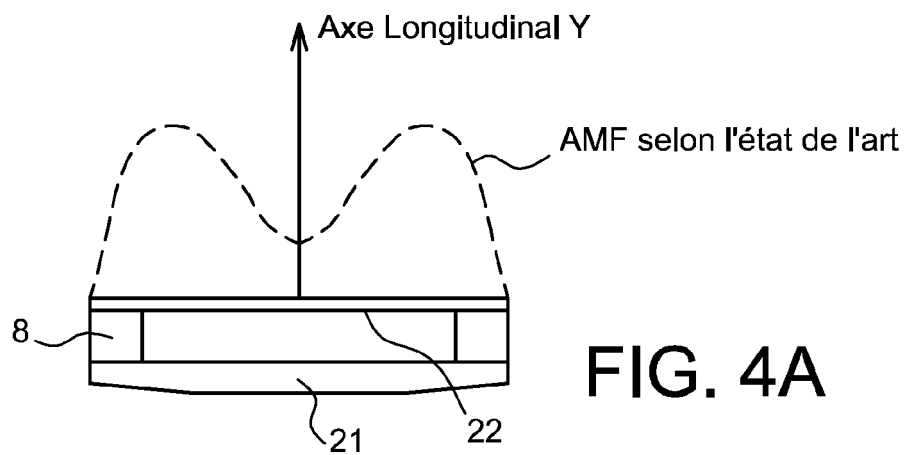


FIG. 4A

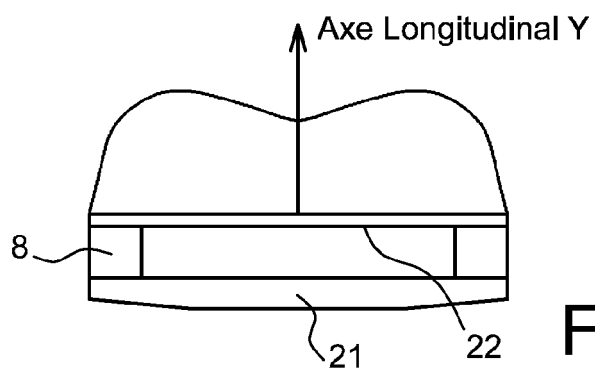


FIG. 4B

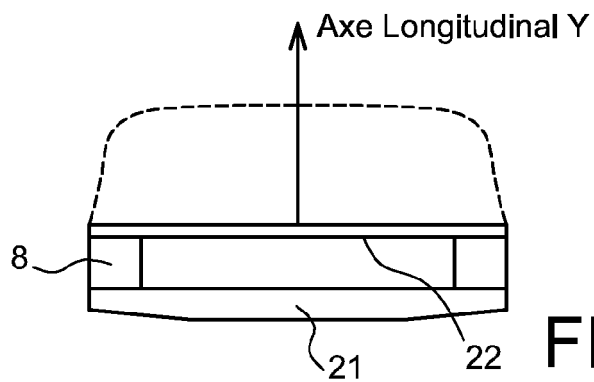


FIG. 4C

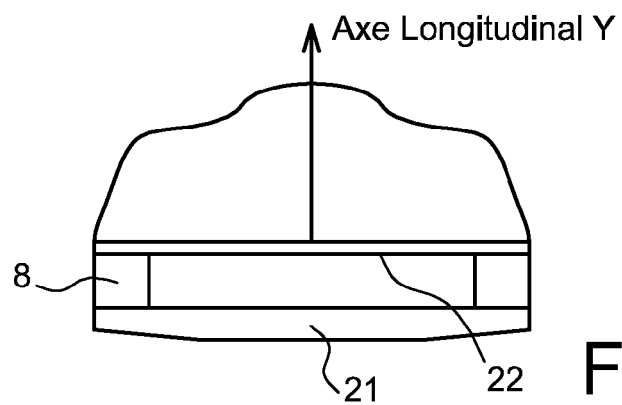


FIG. 4D

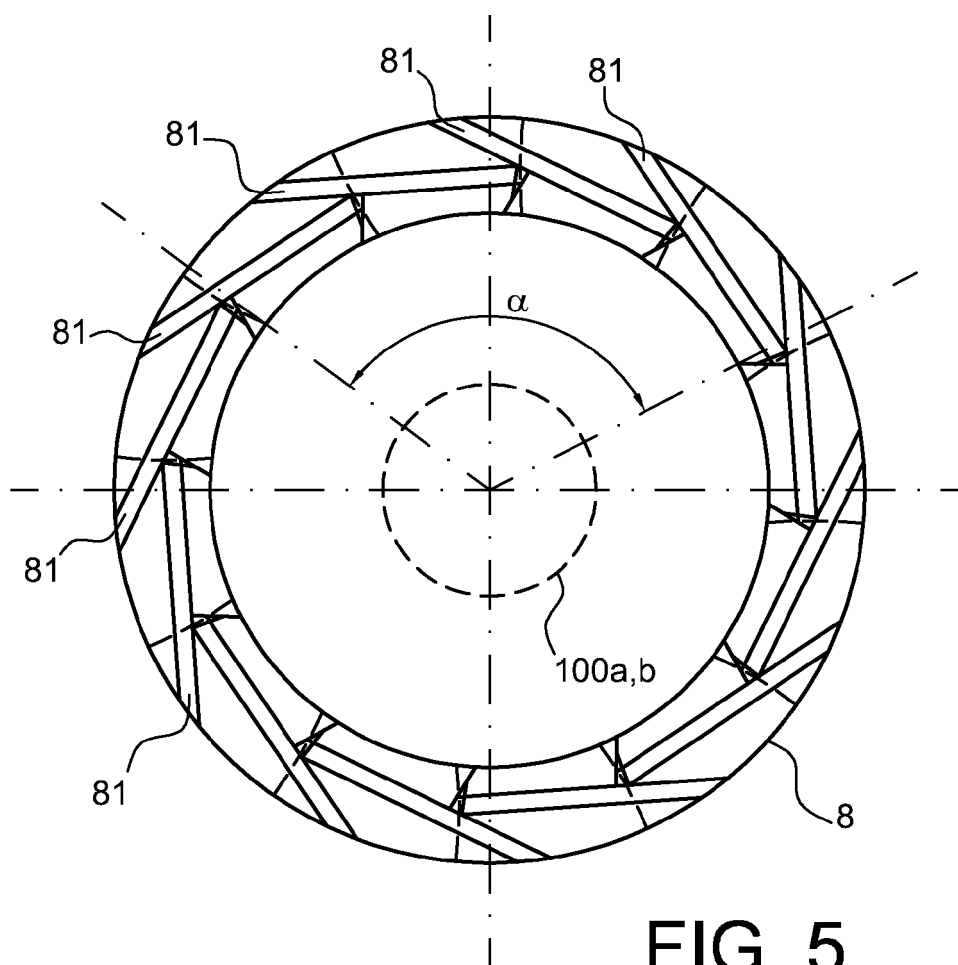


FIG. 5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 10 16 5165

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 4 390 762 A (WATZKE FRANZ [DE]) 28 juin 1983 (1983-06-28) * colonne 2, ligne 26 - ligne 67; figures *	1	INV. H01H33/66
A	GB 1 483 899 A (ASS ELECT IND) 24 août 1977 (1977-08-24) * colonne 2, ligne 36 - colonne 3, ligne 116; figures 2,3 *	1	
A	DE 101 58 576 A1 (ABB PATENT GMBH [DE]) 12 juin 2003 (2003-06-12) * abrégé; figures 1,2 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 14 septembre 2010	Examineur Findeli, Luc
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 10 16 5165

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

14-09-2010

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4390762	A	28-06-1983	DE 3009925 A1	24-09-1981
			GB 2071421 A	16-09-1981
			JP 56143626 A	09-11-1981

GB 1483899	A	24-08-1977	AUCUN	

DE 10158576	A1	12-06-2003	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

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

- US 6747233 B1 [0010]
- DE 19503661 [0011] [0012]
- US 4390762 A [0011] [0013]
- WO 2007110251 A [0017]
- WO 2007082858 A [0017]
- JP 06103859 B [0018]
- JP 200208009 B [0018]

Littérature non-brevet citée dans la description

- Recent Technical Developments of high-voltage and high-power vacuum circuit breakers. Proceedings IS-DEIV. 1988, 131 [0014]
- Physical and theoretical aspects of a new vacuum arc control technology. Proceedings ISDEIV. 1998, 417-418 [0014]