



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **94402648.3**

(51) Int. Cl.⁶ : **H01B 11/18**

(22) Date de dépôt : **21.11.94**

(30) Priorité : **23.11.93 FR 9313990**

(43) Date de publication de la demande :
24.05.95 Bulletin 95/21

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

(71) Demandeur : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE**
31-33, rue de la Fédération
F-75015 Paris (FR)

(71) Demandeur : **CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS)**
3 rue Michel Ange
F-75794 Paris Cédex 16 (FR)

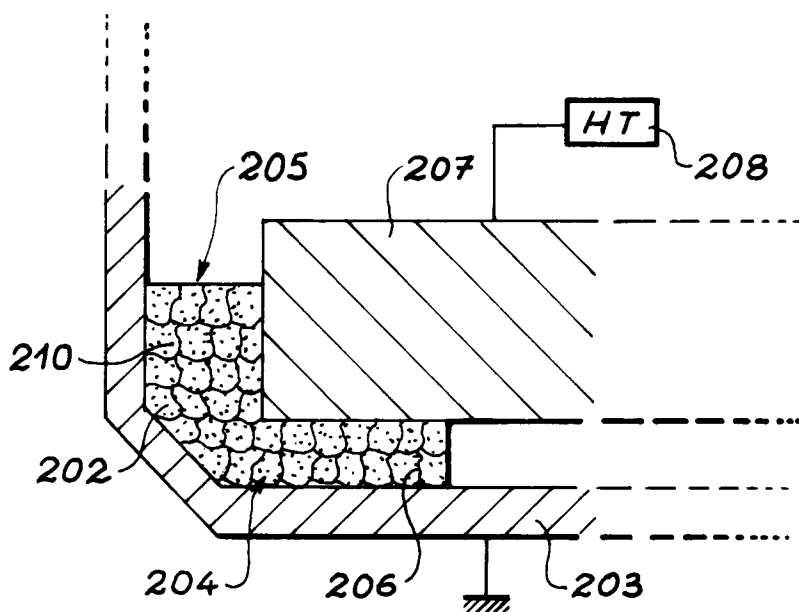
(72) Inventeur : **Fougeron, Claude**
22, rue des Petits Prés,
Linaz
F-91310 Montlhéry (FR)

(74) Mandataire : **Dubois-Chabert, Guy et al**
c/o BREVATOME
25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

(54) **Dispositif électrique de haute tension avec isolateur notamment en haute fréquence.**

(57) Ce dispositif électrique de haute tension et de haute fréquence comporte au moins un premier (203) et un second (207) conducteurs électriques, maintenus séparés l'un de l'autre par au moins un moyen isolant (205) électrique, des moyens (208) pour appliquer une haute tension à haute fréquence entre le premier et le second conducteur, et se caractérise en ce que le moyen isolant (205) comprend au moins une partie présentant une structure cellulaire, la structure cellulaire comportant des cellules (204) présentant des parois (206) en un matériau isolant électrique et renfermant un gaz (202) qui a une constante diélectrique voisine de la constante diélectrique de l'air.

FIG. 2



La présente invention concerne de manière générale un dispositif électrique de haute tension avec isolateur comprenant au moins deux conducteurs électriques à isoler l'un de l'autre.

Elle s'applique dans différents domaines de la haute tension et plus particulièrement celui de la haute tension à haute fréquence comme par exemple les accélérateurs de particules, les systèmes de fusion contrôlée de type Tokomaks, le chauffage à haute fréquence ou les télécommunications.

On entend par haute tension, une tension supérieure à 1 kV et par haute fréquence une fréquence supérieure à 100 KHz.

Dans le domaine des hautes tensions et des hautes fréquences un des problèmes majeurs est celui de la tenue mécanique et électrique des isolants. Ainsi, des conducteurs électriques, tels que par exemple des barreaux de cuivre portés à une haute tension sont soutenus et isolés électriquement par rapport à la masse par des cales en un matériau isolant. Les matériaux couramment utilisés pour l'isolation électrique de haute tension sont le nylon, l'alumine, le verre, la steatite, le Plexiglas ou encore le Téflon (nom déposé).

Le Téflon (nom déposé) est particulièrement utilisé dans des applications de connectique où l'on doit isoler des bornes de connexion souvent très rapprochées.

Il existe différents moyens connus pour tenter d'augmenter la tenue de ces matériaux aux hautes tensions. Par exemple, on peut métalliser la surface de l'isolateur en contact avec le métal conducteur.

On peut également recourir à des matériaux d'isolation électrique présentant une variation lente de résistance d'isolation. La recherche de formes particulières d'isolateurs, l'adaptation de la forme de la surface de contact avec le métal conducteur, l'utilisation de gaz d'ambiance sont d'autres voies explorées pour lutter contre la destruction des isolants sous haute tension.

De telles solutions sont illustrées et décrites par exemple dans les documents suivants :

- High Voltage Technology (ASTON LL) Oxford University Press, chapitres 1, 3, 8, 13, 17 et 78
- High Voltage Laboratory Planning (N. HYLTON CAVALIUS) Asea et Haefely, chapitres 9.3, 9.4 et 9.7.

Malheureusement, ces solutions ne sont pas adaptées à des dispositifs de forme tourmentée, où les surfaces équipotentielles ne sont pas bien définies, et où des discontinuités diélectriques sont importantes.

Les isolants connus sont alors en général détruits par des courts-circuits qui semblent se produire le long de leur surface, malgré les précautions habituelles de disséction et de vernissage.

Un but de l'invention est de fournir un moyen d'isolation pour un dispositif de haute tension et de haute fréquence ne présentant pas ces inconvénients des isolateurs connus et qui résistent à des tensions très élevées sans être détruits.

A cet effet, l'invention concerne plus précisément un dispositif électrique de haute tension et de haute fréquence comportant au moins un premier et un second conducteurs électriques, maintenus séparés l'un de l'autre par au moins un moyen isolant électrique, des moyens pour appliquer une haute tension à haute fréquence entre le premier et le second conducteurs, caractérisé en ce que le moyen isolant comprend au moins une partie présentant une structure cellulaire, la structure cellulaire comportant des cellules présentant des parois en un matériau isolant électrique et renfermant un gaz qui a une constante diélectrique voisine de la constante diélectrique de l'air.

On entend par structure cellulaire soit une structure poreuse telle que celle de certaines céramiques soit une structure alvéolée comme dans les matériaux expansés.

La constante diélectrique du gaz est de préférence comprise entre 1,2 et 1.

De manière surprenante, il est possible dans un tel dispositif d'augmenter très fortement la tension entre les conducteurs sans aucune influence sur la structure isolante.

L'invention part de la constatation que dans les dispositifs, la destruction des isolants n'est pas à proprement dire due à un simple "claquage" ni même à un échauffement global de la structure isolante. En fait, à partir d'une certaine tension apparaissent des étincelles entre l'un des conducteurs porté à une haute tension et le matériau isolant. Ces étincelles traduisent des arcs électriques qui augmentent localement la température de l'isolant jusqu'à la combustion ou fusion de ce dernier.

Le gaz contenu dans les cellules confère à la structure cellulaire une constante diélectrique proche de celle de l'air dans la mesure où il présente lui-même une constante diélectrique voisine de celle de l'air. Cette propriété n'empêche pas la formation d'étincelles mais déplace le seuil de leur apparition vers une gamme de tensions bien supérieures aux tensions qui impliquent la destruction des isolants connus.

Parmi les matériaux convenant particulièrement bien pour la réalisation d'un isolateur selon la présente invention, on peut citer des matériaux expansés et particulièrement des polymères organiques expansés.

Le polystyrène et le polyuréthane expansés par exemple sont à la fois économiques et efficaces.

Par ailleurs, un imide polyméthacrylique tel que la mousse rigide vendue sous le nom commercial Rohacell est particulièrement indiqué comme structure cellulaire dans le cadre de la présente invention.

Une structure céramique poreuse peut également être retenue.

De façon préférentielle, le gaz contenu dans les cellules ou les pores est de l'air, de l'azote ou du gaz car-

bonique.

Selon une variante de l'invention, le moyen d'isolation peut également comporter une partie en un isolant classique massif et compact garni d'une ou plusieurs parties à structure cellulaire en une ou plusieurs de ses extrémités tournées vers l'un des conducteurs soumis à une haute tension.

Le moyen d'isolation comporte par exemple des pièces isolantes à structure cellulaire que l'on peut adapter sur la partie massive et qui recouvrent et entourent les régions de contact.

Il peut être constitué d'un barreau isolant classique de forme générale parallélépipédique et recouvert en ses extrémités par des capuchons en matériau à structure cellulaire.

Selon la taille de la surface de contact avec le ou les conducteurs, l'isolateur peut ne comporter qu'une seule extrémité garnie de la structure cellulaire.

Ainsi, on bénéficie à la fois de certaines propriétés de rigidité et de résistance mécanique des isolants classiques massifs et du comportement diélectrique remarquable des isolants selon l'invention.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée à titre illustratif et nullement limitatif en référence aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique d'un dispositif expérimental permettant de mettre en évidence une caractéristique essentielle de la présente invention,
- la figure 2 est une vue schématique en coupe du dispositif électrique particulier selon l'invention,
- la figure 3 est une vue en coupe d'une variante de réalisation de l'invention,
- la figure 4 est une vue schématique en coupe d'un connecteur de haute tension conforme à l'invention.

Dans les figures, les détails sont référencés avec des indices dont le chiffre de la centaine indique le numéro de la figure suivi de chiffres identiques pour des pièces de nature semblable.

Le dispositif expérimental de la figure 1 comporte un premier conducteur 103 relié à la masse. Sur ce conducteur 103 est disposé un échantillon 105 de matériau isolant d'une épaisseur de 10 mm et finalement une bille de cuivre 107 est posée sur l'échantillon 105.

On applique à la bille de cuivre 107 au moyen d'une cavité HF 108 une haute tension dont on augmente la valeur jusqu'à l'apparition d'étincelles.

En utilisant successivement différents échantillons 105, on peut vérifier la tenue de différents matériaux à la haute tension sous haute fréquence.

Le tableau suivant donne des valeurs comparatives de mesures effectuées à une fréquence de 1 MHz avec différents matériaux isolants classiques et avec un matériau à structure cellulaire selon l'invention.

<u>Isolants classiques</u>	<u>tension d'apparition des étincelles</u>
Mylar	2 à 3 kV
Ferrites type 8C12	7 à 8 kV
Alumine	8 kV
Verre	10 à 11 kV
Stéalite	10 à 11 kV
Téflon (non déposé)	14 kV

<u>Isolant à structure cellulaire selon l'invention</u>	<u>Tension d'apparition des étincelles</u>
Polystyrène expansé	>80 kV

La figure 2 illustre le dispositif de l'invention dans une application à des cavités accélératrices où il s'agit de soutenir des barres de cuivre portées à un potentiel alternatif de haute tension.

Un premier conducteur 203 est relié à la masse.

Sur ce conducteur sont disposés des cales 205 en mousse de polyuréthane et enfin des barres conductrices 207 en cuivre sont disposées sur les cales 205.

Pour des raisons de clarté, la figure ne représente qu'une portion de barre 207 et qu'une seule cale.

Les cales ont une épaisseur d'environ 2 cm et permettent de séparer les barres 207 du premier conducteur 203, en autorisant une différence de potentiel par rapport au conducteur 203 de par exemple 20 kV. Le potentiel est appliqué sur les barres 207 au moyen d'une source de haute tension à haute fréquence 208.

Les cales 205 peuvent aussi être réalisées en un autre matériau cellulaire selon l'invention, par exemple

du polystyrène expansé ou une mousse connue sous le nom Rohacell.

A titre d'illustration, pour des raisons de clarté, on a représenté de manière schématique et à grande échelle sur la cale 205 un matériau 210 présentant une structure de cellules 204. Le matériau 210 comprend des parois 206 en matériau isolant électrique, en l'occurrence du polyuréthane, renfermant un gaz 202 qui est ici essentiellement du gaz carbonique.

La figure 3 illustre une variante de l'invention où un premier conducteur 303 et un second conducteur 307 entre lesquels est appliquée une haute tension provenant d'une source 308 sont maintenus séparés par un isolateur 305 en plusieurs parties.

L'isolateur comporte un bloc 311 en un matériau isolant traditionnel massif et compact, tel que, par exemple, le verre, et est capuchonné en ses deux extrémités 313, 315 dirigées vers les conducteurs 303 et 307 respectivement de deux pièces 305a, 305b en une structure cellulaire conforme à l'invention.

Avantageusement, les pièces 305a, 305b, comportent chacune un rebord 317, 319 enveloppant latéralement l'extrémité respective 313, 315 du bloc 311 de manière à éviter un arc électrique en cette région. Les pièces 305a, 305b sont réalisées en polystyrène expansé ou en imide polyméthacrylique.

La figure 4 représente une application particulière d'une pièce isolante conforme à l'invention dans un connecteur du type "SPINER".

Le connecteur 400 comporte une gaine conductrice métallique extérieure 403 appelée "masse" et reliée par exemple à une prise de terre, et une âme conductrice 407 reliée à un générateur 408 de haute tension sous haute fréquence.

L'âme 407 est coaxiale et concentrique au conducteur 403 tandis qu'une pièce 401 en un matériau isolant alvéolé est interposée de manière à les isoler.

La pièce 405 remplace avantageusement l'isolateur en Téflon (nom déposé) que l'on trouve traditionnellement sur ces connecteurs. Des essais en haute tension et à une fréquence de 1 KHz montrent que la destruction de la pièce 405 réalisée en imide polyméthacrylique intervient pour une tension de 18 kV alors que l'isolateur traditionnel en Téflon (nom déposé) est détruit par une tension de seulement 12 kV.

Grâce à l'invention, il est finalement possible de reculer de façon notable le seuil d'apparition d'étincelles et donc de destruction des isolateurs. De plus, les matériaux correspondant aux caractéristiques de l'invention sont pour la plupart très peu coûteux, ce qui autorise leur utilisation dans nombre de dispositifs électriques de haute tension.

Revendications

1. Dispositif électrique de haute tension et de haute fréquence comportant au moins un premier (103, 203, 303, 403) et un second (107, 207, 307, 407) conducteurs électriques, maintenus séparés l'un de l'autre par au moins un moyen isolant électrique (105, 205, 305, 405), et des moyens (108, 208, 308, 408) pour appliquer une haute tension à haute fréquence entre le premier et le second conducteur, caractérisé en ce que le moyen isolant comprend au moins une partie présentant une structure cellulaire qui comporte des cellules (204) présentant des parois (206) en un matériau isolant électrique et renfermant un gaz (202) qui a une constante diélectrique voisine de la constante diélectrique de l'air.
2. Dispositif électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure cellulaire est du type expansée.
3. Dispositif électrique selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau isolant électrique est un polymère organique.
4. Dispositif électrique selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le matériau isolant électrique est choisi parmi le polystyrène et le polyuréthane.
5. Dispositif électrique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau isolant électrique est un imide polyméthacrylique.
6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie présentant une structure cellulaire est en une céramique poreuse.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gaz des cellules est choisi parmi l'air, le gaz carbonique et l'azote.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le moyen isolant électrique comprend en outre une partie en un matériau isolant compact et massif (311) dont au moins une des deux extrémités tournée vers l'un des premier et second conducteurs (303, 307) est recouverte par la partie présentant une structure cellulaire (305a, 305b).

5

9. Connecteur électrique de haute tension à haute fréquence comportant une âme (407) et une gaine (403) conductrices coaxiales, isolées électriquement, caractérisé en ce qu'il est conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, l'âme (407) constituant le premier conducteur, et la gaine (403) le second conducteur.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

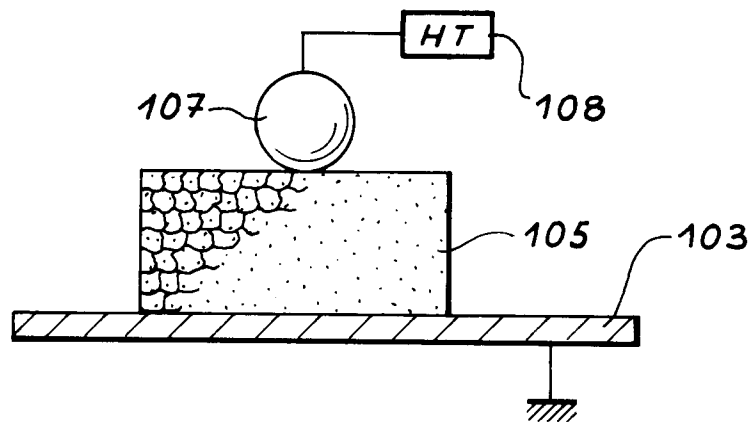
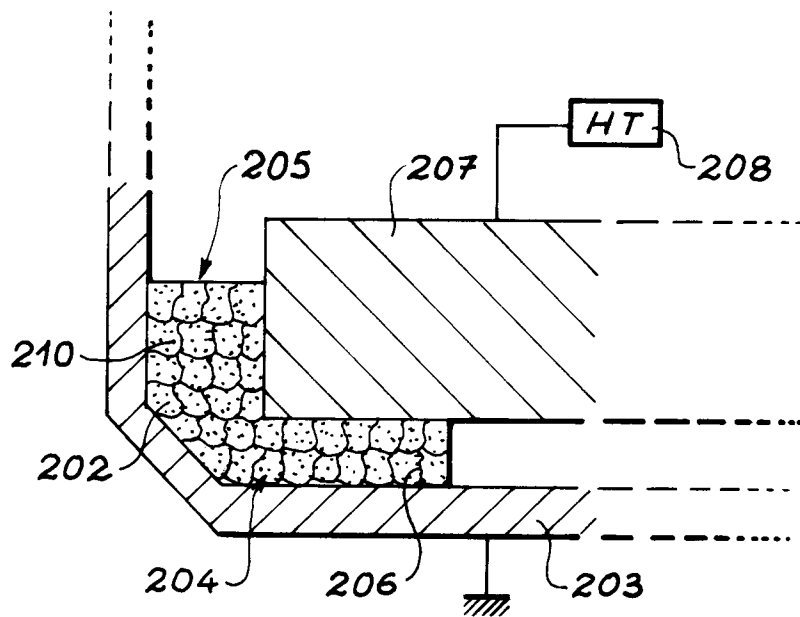


FIG. 1

FIG. 2



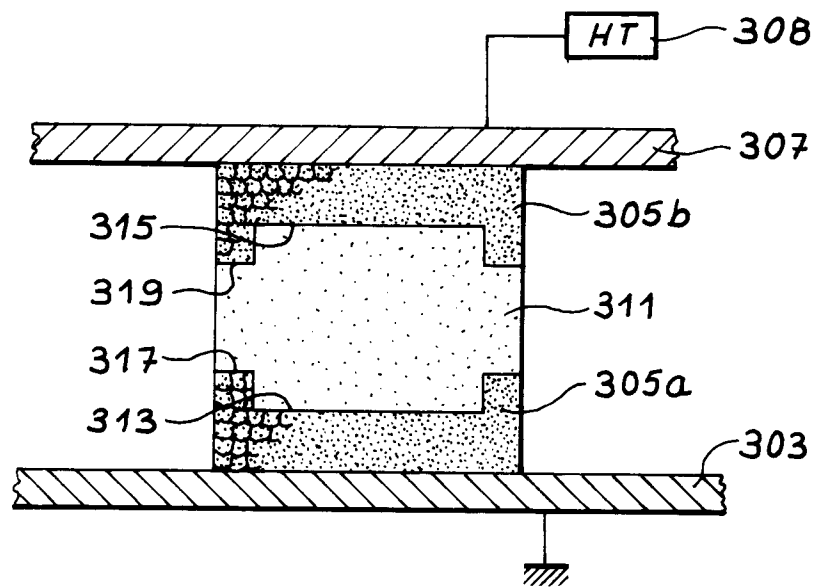


FIG. 3

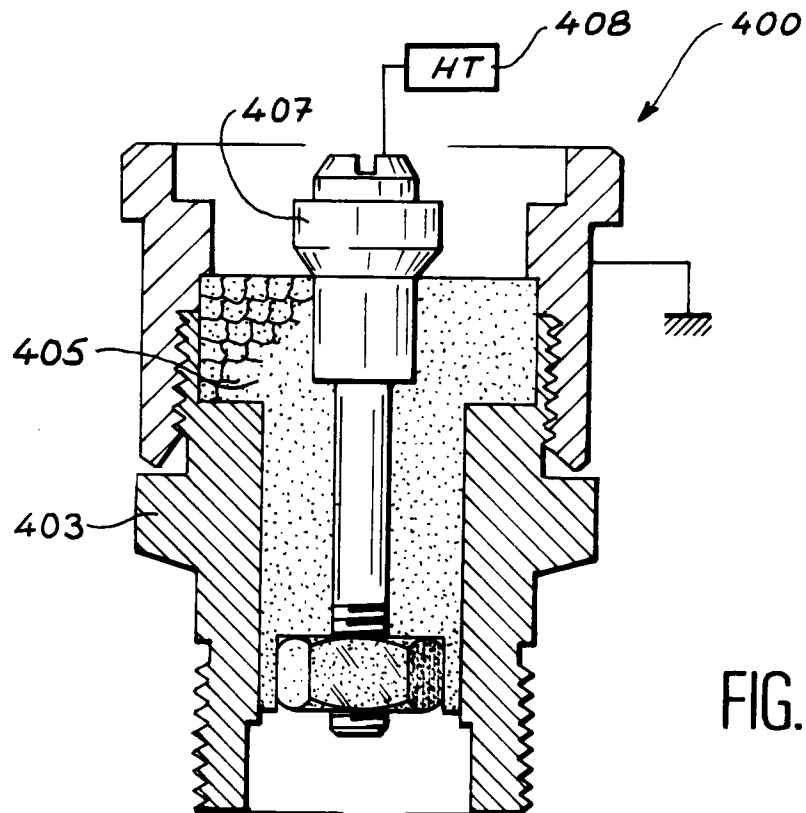


FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 2648

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	CH-A-537 110 (SPRECHER & SCHUH) * colonne 1, ligne 36 - colonne 2, ligne 54; figure 1 *	1,3,4,7	H01B11/18
A	WO-A-93 15512 (W.L. GORE) * revendications 1,2,4,7,9; figures 1,2 *	1,3,4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			H01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 16 Février 1995	Examineur Demolder, J
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 (P04 C02)