



(51) Classification internationale des brevets :
H01H 33/66 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2009/065729

(22) Date de dépôt international :
24 novembre 2009 (24.11.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
08 57959 24 novembre 2008 (24.11.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
AREVA T&D SAS [FR/FR]; Tour AREVA, 1, place
Jean Millier, F-92084 Paris La Défense Cedex (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
TORTORICI, Jean-François [FR/FR]; 93 rue Willy
Klein, F-34000 Montpellier (FR). HASSANZADEH,
Mehrddad [FR/FR]; 12 rue Bufalèbre, F-34830 Clapiers
(FR).

(74) Mandataire : ILGART, Jean-Christophe;
BREVALEX, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008
Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : OVERMOULDING FOR VACUUM BULB

(54) Titre : SURMOULAGE POUR AMPOULE A VIDE

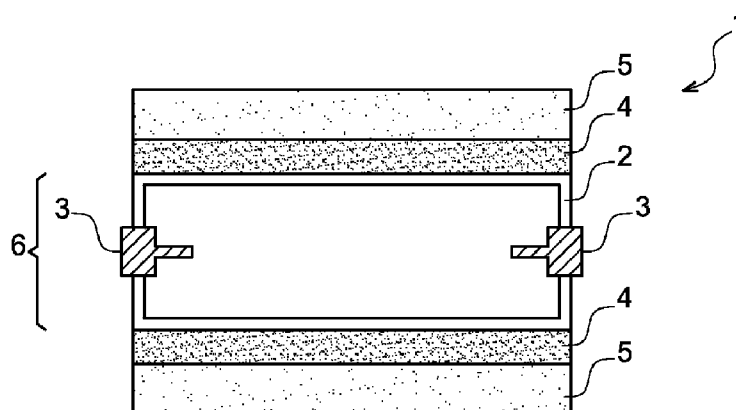


FIG. 1

(57) Abstract : The invention relates to an overmoulding for a vacuum bulb (6), that includes an intermediate layer (4) and an overmoulding layer (5) both used for electrically insulating the vacuum bulb, wherein the intermediate layer is to be provided around the vacuum bulb between said vacuum bulb and the overmoulding layer, wherein the intermediate layer consists of a homogenous composite including n textile layer(s), n being no lower than 1, and a first insulating polymer for impregnating and covering said n textile layers, the overmoulding layer is made of a second insulating polymer, and the intermediate layer has a constant thermal expansion coefficient situated between the thermal expansion coefficients of the bulb and of the overmoulding layer and is the only layer in the overmoulding that comprises one or more textile layers.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]





L' invention concerne un surmoulage pour ampoule à vide (6) comprenant une couche intermédiaire (4) et une couche de surmoulage (5), servant toutes les deux à isoler électriquement l'ampoule à vide, la couche intermédiaire étant destinée à être disposée autour de l'ampoule à vide, entre l'ampoule à vide et la couche de surmoulage, la couche intermédiaire étant en un composite homogène comprenant n couche (s) de textile, avec n supérieur ou égal à 1, et une premier polymère isolant servant à imprégner et à recouvrir lesdites n couches de textile, et la couche de surmoulage étant en un second polymère isolant, et la couche intermédiaire a un coefficient de dilatation thermique constant, compris entre les coefficients de dilatation thermique de l'ampoule et de la couche de surmoulage, et constitue l'unique couche, dans le surmoulage, qui comporte une ou plusieurs couches de textile.

SURMOULAGE POUR AMPOULE A VIDE**DESCRIPTION****DOMAINE TECHNIQUE**

5 La présente invention concerne l'isolation électrique par surmoulage d'une ampoule à vide.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

10 Les ampoules à vide sont des éléments de coupure électrique utilisés dans des appareillages et des équipements haute et moyenne tension.

 En général, le corps des ampoules à vide destinées à être utilisées en haute ou en moyenne tension est réalisé en céramique, les extrémités du corps étant prolongées par des parties métalliques (en cuivre, en inox ...). Les ampoules à vide sont ensuite isolées électriquement en étant surmoulées dans des matériaux synthétiques solides électriquement isolant, qui sont généralement des matériaux polymères de type
15 thermodurcissable, thermoplastique ou élastomère.

 Au final, les matériaux utilisés pour réaliser une ampoule à vide surmoulée opérationnelle ont des coefficients de dilatation très différents. En effet, le coefficient de dilatation thermique d'une
25 céramique est d'environ $7,5 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, celui du cuivre est d'environ $17 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, celui de l'inox est d'environ $11 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, tandis que le coefficient de dilatation thermique du matériau de surmoulage est respectivement d'environ $35 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, $100 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ou de
30 $100 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ à $300 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ pour un polymère de type thermodurcissable, thermoplastique ou élastomère.

Par conséquent, lorsque l'ampoule à vide subit des sollicitations thermiques d'utilisation dues, par exemple, à des températures ambiantes extrêmes ainsi qu'à des échauffements ou à des chocs thermiques (surintensité, transport...), des défauts tels que des décollements ou des fissurations apparaissent dans les matériaux ou au niveau des interfaces entre les matériaux. Ces phénomènes de dégradation sont dus principalement aux dilatations différentielles entre les divers matériaux constituant l'ampoule à vide surmoulée, ce qui conduit à avoir des dilatations différentes pour chaque matériau et engendre l'apparition de contraintes, pouvant générer des défauts.

Afin de minimiser ces défauts, il est connu d'interposer, entre l'ampoule à vide et la couche de surmoulage, une couche en matériau élastique, par exemple en caoutchouc éthylène-propylène-diène (voir le document **[1]**).

Une autre solution connue consiste à placer, entre l'ampoule à vide et la couche de surmoulage, un ensemble de deux couches, à savoir une couche textile intérieure et une couche textile extérieure (voir le document **[2]**). La couche textile intérieure est en contact avec l'ampoule à vide et possède une forte densité en textile et un faible coefficient de dilatation thermique. La couche textile extérieure est en contact avec la couche de surmoulage ; elle a une densité en textile inférieure à celle de la couche intérieure (c'est-à-dire que l'espacement entre les textiles est plus détendu que

celui de la couche textile intérieure) et a un coefficient de dilatation thermique supérieur à celui de la couche textile intérieure.

5 Cette seconde solution est intéressante, car elle permet de faire évoluer le coefficient de dilatation de manière progressive au sein de la couche composite, ce qui a pour conséquence que la différence de coefficient de dilatation thermique entre les matériaux est minimisée.

10 Cependant, la réalisation d'une telle couche composite présente l'inconvénient d'être compliquée et couteuse. En effet, l'agencement et la réalisation de la couche textile intérieure et de la couche textile extérieure sont compliqués, car la
15 densité de textile évolue entre la couche de textile intérieure et la couche de textile extérieure.

Les inventeurs ont donc cherché à concevoir un surmoulage qui permette d'abaisser la différence entre les coefficients de dilatation thermique des
20 matériaux constitutifs d'une ampoule à vide et qui ne présente pas les inconvénients décrits ci-dessus.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention concerne donc un surmoulage
25 pour ampoule à vide comprenant une couche intermédiaire et une couche de surmoulage, la couche intermédiaire et la couche de surmoulage servant à isoler électriquement l'ampoule à vide, la couche intermédiaire étant destinée à être disposée autour de l'ampoule à vide,
30 entre l'ampoule à vide et la couche de surmoulage,

la couche intermédiaire étant en un composite homogène comprenant n couche(s) de textile, avec n supérieur ou égal à 1, et un premier polymère isolant servant à imprégner et à recouvrir lesdites n
5 couches de textile,

et la couche de surmoulage étant en un second polymère isolant,

le surmoulage étant caractérisé en ce que la couche intermédiaire a un coefficient de dilatation thermique constant, compris entre les coefficients de
10 dilatation thermique de l'ampoule à vide et de la couche de surmoulage, et constitue l'unique couche, dans le surmoulage, qui comporte une ou plusieurs couches de textile.

15 La couche intermédiaire du surmoulage selon l'invention est un composite homogène ayant un coefficient de dilatation constant, formant une couche intermédiaire permettant d'isoler électriquement l'ampoule à vide. En fait, le coefficient de dilatation
20 thermique de la couche intermédiaire est constant à l'échelle macroscopique, tandis qu'à l'échelle microscopique, le coefficient de dilatation de la couche intermédiaire varie et n'est pas constant, du fait de la présence des fibres à certains endroits et
25 pas à d'autres, mais comme cette variation se répète à l'identique dans chaque couche de textile, on obtient au final un coefficient de dilatation constant à l'échelle macroscopique.

De préférence, la couche de surmoulage et
30 la couche intermédiaire servent en outre à maintenir la tenue mécanique de l'ampoule à vide. Les polymères

isolants de la couche de surmoulage et de la couche intermédiaire sont donc en outre avantageusement choisis parmi les composants permettant d'obtenir un bon maintien mécanique de l'ampoule à vide.

5 Les n couches de textile de la couche intermédiaire forment un réseau tridimensionnel de fibres. S'il n'y a qu'une seule couche de textile dans la couche intermédiaire, alors les fibres de cette couche de textile doivent former un réseau
10 tridimensionnel. Cette couche de textile peut par exemple être un tissu tridimensionnel, du type mat ou feutre.

Il est à noter que les n couches de textile peuvent être enroulées autour de l'ampoule ou bien être
15 enfilées sur l'extérieur de l'ampoule lorsqu'elles ont la forme de fourreaux ou de chaussettes cylindriques.

Avantageusement, les n couches de textile de la couche intermédiaire sont empilées les unes sur les autres et sont distantes d'une valeur constante.

20 Avantageusement, chacune des n couches de textile de la couche intermédiaire est formée par l'entrecroisement selon un angle non nul d'une première série de fibres parallèles avec au moins une seconde série de fibres parallèles.

25 De préférence, chacune des n couches de textile de la couche intermédiaire est formée par l'entrecroisement, selon un angle d'environ 90°, d'une première série de fibres parallèles avec une seconde
30 série de fibres parallèles. Les n couches de textile peuvent par exemple être obtenues par tissage.

Avantageusement, dans chaque couche de textile de la couche intermédiaire, le pas entre les fibres adjacentes d'une même série de fibres est constant. On obtient ainsi un maillage régulier. Le pas
5 de la première série de fibres peut être identique au pas de la seconde série de fibres. Dans ce cas, on obtient des couches de textile ayant un maillage carré.

Avantageusement, les n couches de textile de la couche intermédiaire ont la même composition et
10 la même densité. Les n couches sont réalisées à partir de fibres. Ces fibres peuvent être naturelles, synthétiques ou minérales. Il peut par exemple s'agir de fibres végétales ou chimiques.

Selon une première variante, les n couches
15 de textile de la couche intermédiaire sont réalisées à partir de fibres de verre.

Selon une seconde variante, les n couches de textile de la couche intermédiaire sont réalisées à partir de fibres en polyester.

20 Selon une troisième variante, les n couches de textile de la couche intermédiaire sont réalisées à partir de fibres végétales.

Avantageusement, les n couches de textile de la couche intermédiaire sont équidistantes et sont
25 décalées longitudinalement (c'est-à-dire dans une direction parallèle aux plans des n couches) les unes par rapport aux autres de manière à ce que la projection des n couches sur un même plan parallèle aux plans des n couches de textile fournisse une couche
30 dans laquelle le pas entre les fibres parallèles est constant. Un tel agencement des n couches selon un

décalage régulier permet d'obtenir un réseau tridimensionnel dans lequel l'espace alloué au premier polymère isolant pour pénétrer dans le maillage des n couches de textile est régulier. Les n couches de textile sont en fait décalées de manière à faciliter l'imprégnation du premier polymère isolant. Le premier polymère isolant peut ainsi pénétrer de manière régulière et plus aisément dans les n couches de textile, ce qui permet d'obtenir un composite qui est à la fois homogène et qui a un coefficient de dilatation thermique constant.

Avantageusement, le premier polymère isolant et le second polymère isolant sont un même polymère isolant.

De préférence, la couche intermédiaire a une épaisseur comprise entre 0,2 mm et 20 mm.

L'invention concerne également une ampoule à vide comprenant un surmoulage tel que décrit ci-dessus.

Enfin, l'invention concerne un procédé de surmoulage d'une ampoule à vide pour le cas où l'on utiliserait au moins deux couches de textile. Le procédé comprend les étapes suivantes :

- a) formation d'une couche intermédiaire sur l'ampoule à vide (en fait, la couche intermédiaire enveloppe l'ampoule à vide) ;
- b) formation d'une couche de surmoulage sur la couche intermédiaire,

la couche intermédiaire et la couche de surmoulage servant à isoler électriquement l'ampoule à vide,

caractérisé en ce que l'étape a) comprend :

5 - le dépôt de n couches de textile empilées sur l'ampoule à vide, n étant un nombre entier supérieur ou égal à 2, les n couches de textile étant espacées les unes des autres selon un espace constant et décalées les unes par rapport aux autres de telle
10 sorte que la $k^{i\text{ème}}$ couche de textile soit décalée d'une valeur $1/n$ selon la direction i et d'une valeur $1/n$ selon la direction j d'un repère orthonormé (0,i,j) attaché à la $(k-1)^{i\text{ème}}$ couche de textile sous-jacente, k étant un nombre entier compris entre 2 et n ;

15 - le dépôt d'une couche de premier polymère isolant imprégnant et recouvrant les n couches de textile,

et caractérisé en ce que la couche de surmoulage formée à l'étape b) est en un second
20 polymère isolant.

Avantageusement, le premier polymère isolant de la couche intermédiaire et le second polymère isolant de la couche de surmoulage sont identiques.

25

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre
30 d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 représente une vue en coupe transversale d'une ampoule à vide surmoulée selon l'invention,

5 - la figure 2 est un graphique représentant respectivement le coefficient de dilatation thermique linéaire (CTE) (trait plein) et la teneur en textile (trait discontinu) en fonction de la position radiale à l'extérieur de l'ampoule à vide surmoulée selon l'invention,

10 - la figure 3a représente un exemple d'agencement de 3 couches de textile superposées de manière à former, après l'ajout d'un polymère isolant, une couche intermédiaire composite homogène selon l'invention,

15 - la figure 3b représente une vue éclatée de la figure 3a.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

20 Une ampoule à vide surmoulée 1 selon l'invention est représentée dans la figure 1. On notera que les éléments constitutifs de l'ampoule à vide surmoulée représentée dans la figure 1 ne sont pas représentés à l'échelle.

25 L'ampoule à vide 6 est constituée de deux contacts électriquement conducteurs 3 confinés dans une enceinte scellée 2.

30 L'enceinte 2 est réalisée en un matériau électriquement isolant, qui est généralement de la céramique. Les connexions électriques 3 quant à elles sont en matériau électriquement conducteur, par exemple en cuivre.

Selon l'invention, l'ampoule à vide 6 est surmoulée en étant entourée d'une couche intermédiaire composite 4 constituée de couches de textile, par exemple des couches en fibres de verre, empilées et
5 espacées régulièrement les unes des autres et imprégnées à l'aide d'un premier polymère isolant (par exemple une résine isolante, ou plus particulièrement une résine époxy).

La couche intermédiaire 4 est à son tour recouverte d'une couche de surmoulage 5 en un second polymère d'isolation, c'est-à-dire un matériau synthétique solide d'isolation électrique, par exemple une résine isolante. Le polymère d'isolation utilisé pour former la couche intermédiaire composite est
10 préférentiellement le même polymère d'isolation que celui utilisé pour former la couche de surmoulage 5. L'imprégnation de la couche intermédiaire 4 et la réalisation de la couche de surmoulage 5 peuvent ainsi avantageusement être réalisées au cours d'une seule et
15 même opération d'injection d'un seul polymère isolant.
20

Les couches textiles imprégnées de polymère isolant (par exemple de résine isolante) forment alors un composite après durcissement du polymère.

Le polymère isolant utilisé pour former la
25 couche intermédiaire composite selon l'invention peut être tout matériau synthétique solide d'isolation électrique qui puisse imprégner les couches de textile et durcir pour réaliser une couche intermédiaire électriquement isolante ayant un coefficient de
30 dilatation thermique de valeur intermédiaire comprise entre les coefficients de dilatation thermique du

matériau de la couche de surmoulage et du matériau de l'ampoule à vide. De préférence, la composition des couches de textile et la composition du premier polymère isolant sont choisies de manière à obtenir une
5 couche intermédiaire composite ayant un coefficient de dilatation thermique de valeur environ équidistante entre les valeurs des coefficients de dilatation thermique de l'ampoule à vide et du matériau de la couche de surmoulage (voir la figure 2).

10 Le premier polymère isolant 4 (par exemple une résine isolante) utilisé pour former la couche intermédiaire peut être le même polymère isolant que celui qui est utilisé pour former la couche de surmoulage.

15 Les couches de textile sont des nappes de tissus réalisées en fibres minérales, en fibres végétales ou synthétiques. Il peut par exemple s'agir de fibres de verre.

Les couches de textile bidimensionnelles
20 sont obtenues de manière classique par le tissage de fibres, c'est-à-dire par l'entrecroisement, dans un même plan, d'une première série de fibres (appelées fibres de chaîne) et d'une seconde série de fibres (appelées fibres de trame), disposée selon un angle non
25 nul par rapport à la première série de fibres. De préférence, la première série de fibres est disposée perpendiculairement par rapport à la seconde série de fibres.

Les couches de textile tridimensionnelles
30 du type tissus tridimensionnels comprennent, en plus de la première et de la seconde séries de fibres

mentionnées ci-dessus, au moins une troisième série de fibres parallèles qui viennent entrecroiser le plan formé par la première et la seconde série de fibres.

5 Nous allons à présent décrire la réalisation de deux variantes de surmoulage selon l'invention.

 Dans ces deux variantes, l'ampoule à vide est réalisée en céramique ayant un coefficient de dilatation thermique d'environ $8.10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ (par exemple en céramique d'alumine Al_2O_3) et la couche de surmoulage est réalisée en un polymère isolant ayant un coefficient de dilatation thermique d'environ $36.10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ (il peut s'agir, par exemple, d'une résine thermodurcissable telle qu'une résine époxyde bisphénol ou une résine époxyde cyclo-aliphatique comme nous le verrons ci-dessous).

10

15

 Selon un premier exemple de réalisation, la résine isolante utilisée pour réaliser la couche de surmoulage est une résine époxyde bisphénol chargée à 60% de farine de silice. La farine de silice peut éventuellement être silanisée.

20

 La couche intermédiaire est quant à elle un composite constitué de 4 couches de textile de verre, imprégnées de la résine époxyde bisphénol mentionnée ci-dessus.

25

 La couche intermédiaire, obtenue après durcissement de la résine isolante, a une épaisseur moyenne d'environ 1,8 mm.

30 Les couches de textile de verre utilisées sont par exemple des tissus bidimensionnels bi-axiaux,

dont les axes sont orientés respectivement selon un angle de 0° et de 90° . Le textile de verre utilisé peut par exemple être du Tissu Roving 500T fabriqué par la société CHOMARAT, ayant un grammage de 520 g/m^2 .

5 Selon un second exemple de réalisation, le polymère isolant utilisé pour réaliser la couche de surmoulage est une résine époxyde cyclo-aliphatique chargée à 66% de farine de silice. La farine de silice peut éventuellement être silanisée.

10 La couche intermédiaire est quant à elle un composite constitué de 3 couches de textile de verre, imprégnées de la résine époxyde cyclo-aliphatique mentionnée ci-dessus.

 La couche intermédiaire, obtenue après
15 durcissement de la résine isolante, a une épaisseur moyenne d'environ 1,3 mm.

 Le textile de verre utilisé est par exemple un tissu bidimensionnel bi-axial, dont les axes sont orientés respectivement selon un angle de -45° et de
20 $+45^\circ$. Le textile de verre utilisé peut par exemple être du verre E, ayant un grammage de 560 g/m^2 , par exemple du SILASOX V29L250X fabriqué par la société A&P TECHNOLOGY. Le textile de verre peut par exemple être présenté sous la forme d'une chaussette, c'est-à-dire
25 un cylindre, destinée à venir s'ajuster autour de l'ampoule à vide.

 La couche intermédiaire peut être obtenue en disposant les n couches de textile sur l'ampoule à vide, puis en versant ou en injectant le polymère
30 isolant sous forme liquide sur ces n couches. Puis, on procède au durcissement du polymère isolant. Par

exemple, si le polymère isolant utilisé est une résine thermodurcissable, alors on applique de la chaleur.

Le polymère isolant peut être un polymère de type thermodurcissable ou thermoplastique ou
5 élastomère.

Il est à noter qu'il est important que les couches de textile utilisées pour réaliser la couche intermédiaire en composite soient disposées de manière à ce que le polymère isolant pénètre facilement et de
10 manière homogène dans les couches de textile, de manière à obtenir une couche intermédiaire ayant une composition et un coefficient de dilatation homogènes (voir les figures 3a et 3b).

Sachant que plus la densité de textile dans
15 la couche intermédiaire est forte, plus le coefficient de dilatation du composite obtenu est faible, on adapte cette densité en fonction du coefficient de dilatation que l'on souhaite obtenir dans la couche intermédiaire, c'est-à-dire que l'on adapte le nombre de couches de
20 textile et/ou la densité en textile de chaque couche de textile, chaque couche de textile ayant la même densité.

De préférence, le coefficient de dilatation thermique de la couche composite sera adapté de manière
25 à être environ égale à :

$$(\alpha_{\text{ampoule à vide}} + \alpha_{\text{résine de surmoulage}})/2$$

La couche intermédiaire du surmoulage selon l'invention permet de limiter l'écart entre les coefficients de dilation thermique du matériau de
30 l'ampoule à vide et de la couche de surmoulage. La couche intermédiaire permet ainsi de réduire les écarts

de dilatation thermique entre le matériau de la couche de surmoulage (servant à l'isolation diélectrique de l'ampoule à vide) et le matériau de l'ampoule à vide.

Dans les deux exemples de réalisation décrits ci-dessus, on obtient une couche intermédiaire ayant un coefficient de dilatation thermique d'environ $22 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Comme on peut le constater dans le graphique de la figure 2, la couche intermédiaire ainsi réalisée comporte effectivement un coefficient de dilatation thermique ayant une valeur intermédiaire entre les coefficients de dilatation thermique du matériau de l'ampoule à vide 2 et de la couche de surmoulage 5, respectivement de $8 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ et de $36 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Grace à ce coefficient de dilatation thermique intermédiaire, la couche intermédiaire supporte les dilatations de la céramique constituant l'enceinte de l'ampoule à vide et les dilatations de la couche de surmoulage sans le moindre signe de dégradation (décollement des interfaces, fissurations des matériaux...).

De plus, lorsqu'en plus on utilise le même polymère isolant pour réaliser la couche intermédiaire et la couche de surmoulage, cela permet de s'assurer que la couche intermédiaire aura une bonne tenue mécanique et une forte adhérence, à la fois sur le matériau constituant l'enceinte de l'ampoule à vide et sur la couche de surmoulage elle-même.

Cette bonne tenue mécanique, ainsi que cette forte adhérence (due à l'utilisation d'un même

polymère isolant), améliorent encore un peu plus la capacité de la couche intermédiaire à résister aux signes de dégradation diélectrique.

5 Ainsi, le matériau de l'ampoule à vide (céramique) et le matériau de la couche de surmoulage sont, sous sollicitations thermiques, beaucoup moins contraints, car ils sont en contact avec la couche intermédiaire qui possède un comportement thermique (dilatation) beaucoup plus proche du leur.

10 De préférence, les n couches de textile de la couche intermédiaire sont empilées les unes sur les autres de manière à former un réseau tridimensionnel dans lequel le polymère isolant puisse facilement pénétrer uniformément. Pour cela, le réseau
15 tridimensionnel a une trame suffisamment aérée pour laisser passer les charges du polymère isolant (par exemple des charges de silice d'une résine isolante) et ainsi avoir une proportion de charges dans le polymère isolant la plus homogène possible.

20 Nous avons illustré dans les figures 3a et 3b un exemple d'un tel empilement. Dans cet exemple, trois couches de textile identiques (c'est-à-dire ayant un maillage identique et des fibres de même composition et de même diamètre) sont empilées les unes sur les
25 autres (figure 3b) de manière à ce qu'on obtienne un réseau tridimensionnel présentant un maillage uniforme. Ici, si l'on attribue un repère orthonormé (0, i, j) à l'une des couches (par exemple la couche inférieure que l'on appellera première couche 10), les dimensions du
30 repère étant calquées sur les dimensions d'une maille de ladite couche, la couche située directement au

dessus de la première couche 10 (que nous appellerons
seconde couche 20) aura son repère ($0'$, i' , j') décalé
de $1/3$ selon la direction i et de $1/3$ selon la
direction j par rapport à la première couche et la
5 couche située au-dessus de la seconde couche (que nous
appellerons troisième couche 30) aura quant à elle un
repère ($0''$, i'' , j'') décalé de $2/3$ selon la direction
 i et de $2/3$ selon la direction j par rapport à la
première couche, et décalé de $1/3$ selon la direction i
10 et de $1/3$ selon la direction j par rapport à la seconde
couche. Au final, on obtient bien un réseau
tridimensionnel homogène 40 (voir figure 3a).

Le surmoulage selon l'invention présente de
15 nombreux avantages. Il limite les dilatations
différentielles entre le matériau de l'ampoule à vide
et le matériau de la couche de surmoulage grâce à la
présence de la couche intermédiaire.

D'autre part, le surmoulage selon
20 l'invention ne comporte qu'une seule couche composite
homogène (couche intermédiaire) réalisée à partir de
couches textile. L'invention présente donc une solution
plus simple et plus facile à mettre en œuvre, d'une
part, et moins coûteuse, d'autre part, que les
25 solutions connues de l'art antérieur.

Le surmoulage d'une ampoule à vide selon
l'invention est encore plus facilité lorsqu'on utilise,
selon des modes de réalisation préférés, un même
polymère isolant pour réaliser la couche intermédiaire
30 et la couche de surmoulage.

Enfin, le surmoulage selon l'invention est structurellement plus simple que le surmoulage proposé dans l'art antérieur, et notamment dans le document [2], et est donc plus fiable. En effet, ici, la
5 transition du matériau de l'ampoule à vide au matériau de la couche de surmoulage se fait par le biais d'une unique couche composite homogène ayant un coefficient de dilatation constant.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] EP 0 866 481
- 5 [2] Brevet japonais P2000-294087 A

REVENDICATIONS

1. Surmoulage pour ampoule à vide
comprenant une couche intermédiaire (4) et une couche
5 de surmoulage (5), la couche intermédiaire (4) et la
couche de surmoulage (5) servant à isoler
électriquement l'ampoule à vide, la couche
intermédiaire (4) étant destinée à être disposée autour
de l'ampoule à vide (6), entre l'ampoule à vide et la
10 couche de surmoulage (5),

la couche intermédiaire étant en un
composite homogène comprenant n couche(s) de textile
(10 ; 20 ; 30), avec n supérieur ou égal à 1, et un
premier polymère isolant servant à imprégner et à
15 recouvrir lesdites n couches de textile,

et la couche de surmoulage étant en un
second polymère isolant,

le surmoulage étant **caractérisé** en ce que
la couche intermédiaire (4) a un coefficient de
20 dilatation thermique constant, compris entre les
coefficients de dilatation thermique de l'ampoule à
vide et de la couche de surmoulage (5), et constitue
l'unique couche, dans le surmoulage, qui comporte une
ou plusieurs couches de textile.

25

2. Surmoulage pour ampoule à vide selon la
revendication 1, caractérisé en ce que les n couches de
textile (10 ; 20 ; 30) de la couche intermédiaire (4)
sont empilées les unes sur les autres et sont distantes
30 d'une valeur constante.

3. Surmoulage pour ampoule à vide selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que chacune des n couches de textile de la couche intermédiaire (4) est formée par l'entrecroisement selon un angle non nul
5 d'une première série de fibres parallèles avec au moins une seconde série de fibres parallèles.

4. Surmoulage pour ampoule à vide selon la revendication 3, caractérisé en ce que chacune des n
10 couches de textile de la couche intermédiaire (4) est formée par l'entrecroisement selon un angle d'environ 90° d'une première série de fibres parallèles avec une seconde série de fibres parallèles.

5. Surmoulage pour ampoule à vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, dans chaque couche de textile de la couche intermédiaire (4), le pas entre les fibres adjacentes d'une même série de fibres est constant.
20

6. Surmoulage pour ampoule à vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les n couches de textile de la couche intermédiaire (4) ont la même composition et la même
25 densité.

7. Surmoulage pour ampoule à vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les n couches de textile de la couche intermédiaire (4) sont réalisées à partir de fibres de verre.
30

8. Surmoulage pour ampoule à vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les n couches de textile de la couche intermédiaire (4) sont réalisées à partir de fibres de polyester.

9. Surmoulage pour ampoule à vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les n couches de textile de la couche intermédiaire (4) sont réalisées à partir de fibres végétales.

10. Surmoulage pour ampoule à vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les n couches de textile de la couche intermédiaire (4) sont équidistantes et sont décalées longitudinalement les unes par rapport aux autres de manière à ce que la projection des n couches sur un même plan parallèle aux plans des n couches de textile fournisse une couche dans laquelle le pas entre les fibres parallèles est constant.

11. Surmoulage pour ampoule à vide selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier polymère isolant et le second polymère isolant sont un même polymère isolant.

12. Surmoulage pour ampoule à vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la couche intermédiaire (4) a une épaisseur comprise entre 0,2 et 20 mm.

13. Ampoule à vide comprenant un surmoulage selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

14. Procédé de surmoulage d'une ampoule à vide comprenant les étapes suivantes :

a) formation d'une couche intermédiaire (4) sur l'ampoule à vide,

b) formation d'une couche de surmoulage (5) sur la couche intermédiaire (4),

la couche intermédiaire (4) et la couche de surmoulage (5) servant à isoler électriquement l'ampoule à vide,

caractérisé en ce que l'étape a) comprend :

- le dépôt de n couches de textile empilées sur l'ampoule à vide, n étant un nombre entier supérieur ou égal à 2, les n couches de textile étant espacées les unes des autres selon un espace constant et décalées les unes par rapport aux autres de telle sorte que la $k^{\text{ième}}$ couche de textile soit décalée d'une valeur $1/n$ selon la direction i et d'une valeur $1/n$ selon la direction j d'un repère orthonormé (0,i,j) attaché à la $(k-1)^{\text{ième}}$ couche de textile sous-jacente, k étant un nombre entier compris entre 2 et n ;

- le dépôt d'une couche de premier polymère isolant imprégnant et recouvrant les n couches de textile,

et caractérisé en ce que la couche de surmoulage formée à l'étape b) est en un second polymère isolant.

15. Procédé de surmoulage d'une ampoule à vide selon la revendication 14, dans lequel le premier polymère isolant de la couche intermédiaire et le second polymère isolant de la couche de surmoulage sont
5 identiques.

1 / 2

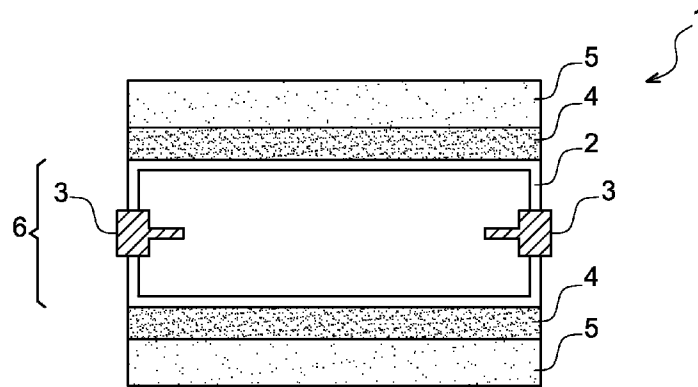


FIG. 1

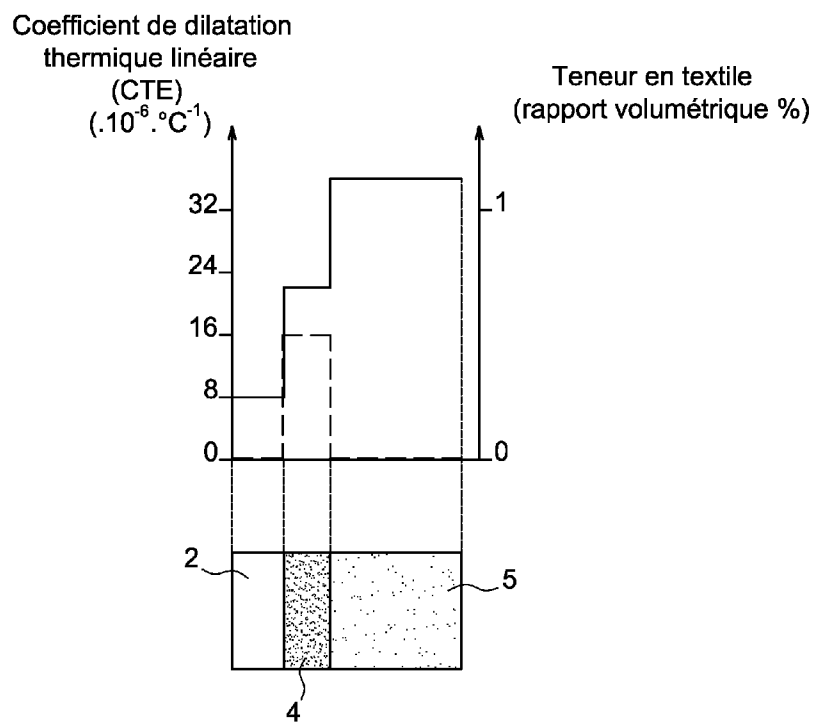


FIG. 2

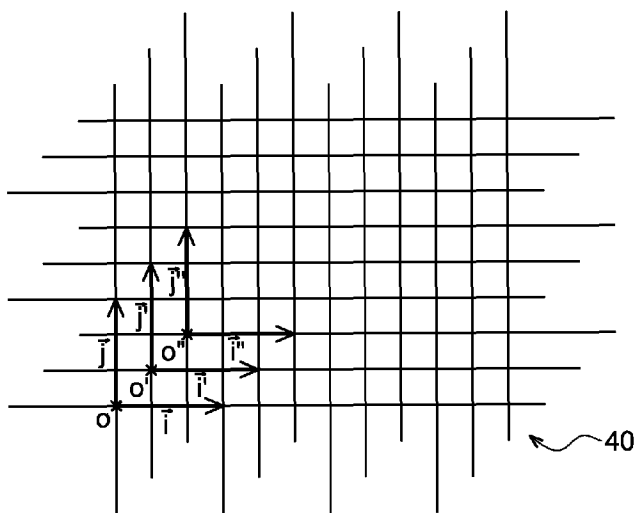


FIG. 3a

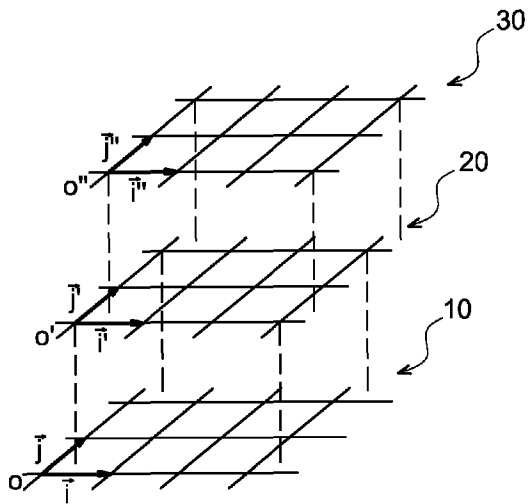


FIG. 3b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/065729

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01H33/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 03 147221 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 24 June 1991 (1991-06-24)	1-13
X	abstract; figure 1	14, 15
Y	WO 2007/056619 A (COOPER TECHNOLOGIES CO [US]) 18 May 2007 (2007-05-18) paragraph [0091]	1-13
A	DE 10 2005 039555 A1 (ABB TECHNOLOGY LTD [CH]) 1 March 2007 (2007-03-01) the whole document	1-15
A	JP 2007 312489 A (TOSHIBA CORP) 29 November 2007 (2007-11-29) abstract	9
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 janvier 2010

Date of mailing of the international search report

08/02/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Overdijk, Jaco

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/065729

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000 294087 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 20 October 2000 (2000-10-20) cited in the application -----	1
A	EP 0 866 481 A (ABB PATENT GMBH [DE] ABB TECHNOLOGY AG [CH]) 23 September 1998 (1998-09-23) cited in the application -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/065729

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 3147221	A	24-06-1991	NONE	
WO 2007056619	A	18-05-2007	CA 2629439 A1 CN 101361151 A EP 1952415 A1 US 2007108164 A1 US 2009119899 A1	18-05-2007 04-02-2009 06-08-2008 17-05-2007 14-05-2009
DE 102005039555 A1		01-03-2007	CN 101268536 A EP 1920451 A1 WO 2007022931 A1 JP 2009505373 T KR 20080047359 A RU 2355063 C1 US 2008142485 A1	17-09-2008 14-05-2008 01-03-2007 05-02-2009 28-05-2008 10-05-2009 19-06-2008
JP 2007312489	A	29-11-2007	NONE	
JP 2000294087	A	20-10-2000	NONE	
EP 0866481	A	23-09-1998	CN 1198580 A DE 19712182 A1 DE 59813165 D1	11-11-1998 24-09-1998 15-12-2005

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2009/065729

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H01H33/66		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H01H		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	JP 03 147221 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 24 juin 1991 (1991-06-24)	1-13
X	abrégé; figure 1	14, 15
Y	WO 2007/056619 A (COOPER TECHNOLOGIES CO [US]) 18 mai 2007 (2007-05-18) alinéa [0091]	1-13
A	DE 10 2005 039555 A1 (ABB TECHNOLOGY LTD [CH]) 1 mars 2007 (2007-03-01) le document en entier	1-15
A	JP 2007 312489 A (TOSHIBA CORP) 29 novembre 2007 (2007-11-29) abrégé	9
----- -/--		
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
29 janvier 2010	08/02/2010	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale		Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Overdijk, Jaco

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2009/065729

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	JP 2000 294087 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 20 octobre 2000 (2000-10-20) cité dans la demande -----	1
A	EP 0 866 481 A (ABB PATENT GMBH [DE] ABB TECHNOLOGY AG [CH]) 23 septembre 1998 (1998-09-23) cité dans la demande -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2009/065729

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 3147221 A	24-06-1991	AUCUN	
WO 2007056619 A	18-05-2007	CA 2629439 A1	18-05-2007
		CN 101361151 A	04-02-2009
		EP 1952415 A1	06-08-2008
		US 2007108164 A1	17-05-2007
		US 2009119899 A1	14-05-2009
DE 102005039555 A1	01-03-2007	CN 101268536 A	17-09-2008
		EP 1920451 A1	14-05-2008
		WO 2007022931 A1	01-03-2007
		JP 2009505373 T	05-02-2009
		KR 20080047359 A	28-05-2008
		RU 2355063 C1	10-05-2009
		US 2008142485 A1	19-06-2008
JP 2007312489 A	29-11-2007	AUCUN	
JP 2000294087 A	20-10-2000	AUCUN	
EP 0866481 A	23-09-1998	CN 1198580 A	11-11-1998
		DE 19712182 A1	24-09-1998
		DE 59813165 D1	15-12-2005