

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43)

Date de publication:

24.09.2003 Bulletin 2003/39

(51)

Int Cl.7:

H01B 17/26

(21)

Numéro de dépôt:

03290611.7

(22)

Date de dépôt:

12.03.2003

(84) Etats contractants désignés: AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR Etats d'extension désignés: AL LT LV MK RO	• Hassanzadeh, Mehrdad 34000 Montpellier (FR) • Tortorici, Jean-François 34000 Montpellier (FR)
(30) Priorité: 21.03.2002 FR 0203549	(74) Mandataire: de Lambilly Delorme, Marie Pierre et al ALSTOM Intellectual Property Department 25, Avenue Kléber 75116 Paris (FR)
(71) Demandeur: Alstom 75116 Paris (FR)	
(72) Inventeurs: • Eynaud, Florent 34400 Lunel (FR)	

(54)

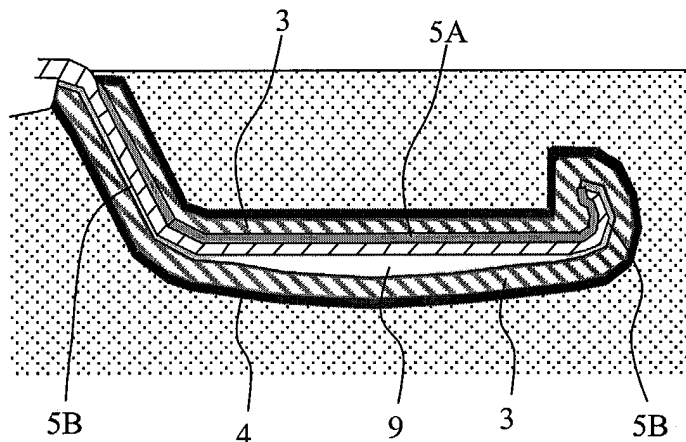
Dispositif pour contrôler un champ électrique élevé dans un matériau synthétique isolant comprenant au moins une électrode rigide

(57)

Le dispositif comprend au moins une électrode rigide (10, 11) avec une partie autour de laquelle le matériau isolant (2) est moulé, une couche (3) d'un autre matériau synthétique étant disposée entre l'électrode rigide et le matériau isolant de façon à réaliser une double interface. Il est caractérisé en ce que la couche (3) est constituée d'un matériau semiconducteur, l'interface (4) entre cette couche semi-conductrice et le matériau isolant (2) présente partout un premier type d'adhésion cor-

respondant à une forte adhérence, et l'interface (5) entre cette couche semi-conductrice et l'électrode (10, 11) présente des zones (5A) dudit premier type d'adhésion ainsi que des zones (5B) d'un second type d'adhésion correspondant à une adhérence faible ou nulle. Si un décollement entre la couche semi-conductrice et l'électrode crée une cavité, il n'y a pas de risque de décharges partielles dans cette cavité puisque ses parois sont équipotentielles.

FIG. 2



Description

[0001] L'invention se rapporte à un dispositif pour contrôler un champ électrique élevé dans un matériau synthétique isolant, comprenant au moins une électrode rigide dont une partie est complètement entourée par du matériau synthétique isolant moulé. On entend par champ électrique élevé un champ créé par une électrode mise à un potentiel de moyenne ou haute tension. Les principales applications de l'invention concernent le domaine des traversées de courant pour appareillages électriques, et en particulier les traversées dans lesquelles le champ électrique créé par une première électrode à un potentiel de moyenne ou haute tension est contrôlé localement par au moins une seconde électrode entourant cette première électrode. Généralement, la première électrode transporte le courant et est constituée d'une barre conductrice cylindrique, et une seconde électrode comporte une partie annulaire qui entoure à distance cette barre conductrice. Cette seconde électrode, aussi appelée électrode de contrôle de champ ou encore insert ou bride, est maintenue autour de la barre conductrice par un matériau synthétique isolant qui est moulé pour entourer complètement la partie annulaire de l'insert et pour remplir l'espace entre les deux électrodes. Outre sa fonction électrique de contrôle de champ, cette seconde électrode a aussi souvent une fonction mécanique de maintien de la traversée de courant: l'électrode possède une partie qui est située à l'extérieur du matériau isolant et qui peut être par exemple soudée à la cuve d'un appareillage électrique à isolation au gaz.

[0002] Dans de tels dispositifs, l'électrode de contrôle de champ est généralement reliée au potentiel de la terre, ce qui implique que le champ électrique entre les deux électrodes est plus élevé que dans d'autres parties longitudinales de la traversée. Néanmoins, la distance entre les électrodes est prévue telle que les valeurs locales du champ restent très inférieures aux limites de champ qui sont intrinsèques au matériau synthétique et au delà desquelles se produirait une détérioration de l'isolation procurée par le matériau. Dans les dispositifs connus de l'état de la technique, il faut éviter que des cavités puissent se créer dans le matériau isolant en particulier entre les deux électrodes, du fait que de telles cavités sont inévitablement occupées par du gaz sous plus ou moins faible pression et de faible permittivité électrique. En effet, ces cavités donnent lieu à des concentrations locale de champ électrostatique qui se traduisent le plus souvent par des décharges électriques partielles, ce qui aboutit à une détérioration de l'isolation qui peut provoquer à terme la perforation du matériau synthétique.

[0003] Lorsqu'un matériau isolant synthétique est moulé autour des électrodes, en particulier si ce matériau est un élastomère obtenu par polymérisation, il existe un risque de formation de cavité entre l'électrode de contrôle de champ et le matériau. En effet, des con-

traintes sont générées dans le matériau à la fabrication du fait de la diminution de volume du matériau lors de son retrait de fabrication, c'est à dire son retrait chimique lors de la polymérisation et son retrait thermique lors du refroidissement. Par la suite, d'autres contraintes peuvent aussi être créées à cause des sollicitations mécaniques, thermiques ou autres que peut subir la traversée de courant pendant son utilisation. De même, on ne peut pas exclure le risque qu'une cavité se forme entre la barre conductrice et l'élastomère.

[0004] Afin de limiter les risques de formation de cavité en particulier au niveau de l'électrode de contrôle de champ, il est possible d'utiliser pour la fabrication de cette électrode un matériau conducteur élastique permettant la relaxation des contraintes dans l'isolant synthétique. Par exemple, le document de brevet US5726390 décrit une électrode de contrôle de champ de forme annulaire réalisée en un tel matériau. Une autre électrode annulaire à base tripode, ayant une fonction de diviseur de tension capacitif, est fixée sur cette électrode de contrôle de champ et est constituée d'un corps en matériau synthétique recouvert d'une couche conductrice.

[0005] Il est de même connu de l'état de la technique d'utiliser des inserts métalliques à plusieurs portions rigides reliées entre elles par des portions souples, de façon à obtenir une électrode de contrôle de champ qui possède globalement une certaine souplesse permettant d'absorber la plupart des contraintes que subit matériau isolant synthétique notamment lors de son retrait de fabrication. Cependant, pour le maintien mécanique d'une traversée de courant, il est avantageux d'avoir une électrode de contrôle de champ constituée d'un matériau métallique rigide par exemple sous la forme d'une bride annulaire de maintien. Il est habituellement recherché une très bonne adhérence entre une électrode rigide et le matériau synthétique isolant, en particulier si ce matériau est un élastomère.

[0006] La recherche d'une adhésion parfaite, c'est à dire sans aucun risque de décollement, nécessite la mise en oeuvre de traitements de surface particuliers ainsi qu'une excellente maîtrise des paramètres de moulage. De plus, la géométrie des inserts de contrôle de champ doit être adaptée de façon à réduire au maximum le risque de décollement local. En pratique, cet objectif est difficile à atteindre de façon systématique: il existe toujours un risque que des cavités se forment suite à des ruptures locales de l'adhésion, en particulier pour les zones d'interface entre isolant et conducteur qui sont situées entre deux électrodes rigides en vis à vis. En effet, le matériau isolant ne peut effectuer librement son retrait de fabrication dans l'espace entre les deux électrodes rigides, ce qui génère des forces de traction importantes sur les interfaces avec les électrodes. Les traversées de courant comportant une barre conductrice entourée d'une bride annulaire rigide de contrôle de champ ont ainsi de grandes probabilités d'être affectées par la formation de cavités donnant lieu à des décharges partiel-

les.

[0007] Les techniques connues par la demanderesse pour réaliser une adhésion qui procure une bonne adhérence ne permettent pas systématiquement de garantir la bonne tenue de l'adhésion. En pratique, il n'est cependant pas toujours possible d'éviter que des décollements se produisent soit à la fabrication soit durant l'utilisation de la traversée de courant. Les fabricants de traversées utilisent diverses techniques d'adhésion entre une électrode et le matériau isolant pour éviter autant que possible les décollements. Il est connu d'utiliser une couche en matériau synthétique pour améliorer l'adhérence en créant une double interface, par exemple une couche polymère intercalée entre une électrode et le matériau isolant si ce dernier est thermodurcissable. Cependant, le risque de décollement et de création de cavité au niveau d'une interface n'est pas complètement écarté, notamment si la surface d'adhésion entre la couche et l'électrode est importante.

[0008] Il est à noter qu'il existe dans l'état de la technique une catégorie particulière de traversées de courant pour lesquelles le risque de décharge partielle entre le conducteur central et le matériau isolant peut être éliminé au moins localement. Cette catégorie concerne les traversées pour lesquelles un espace vide ou rempli d'un gaz est ménagé entre le conducteur et l'isolant. Par exemple, le document de brevet US6339195 décrit une structure de traversée de courant dans laquelle le conducteur central est entouré à distance par un isolateur cylindrique creux dont la paroi interne est recouverte d'une couche conductrice au même potentiel haute tension que le conducteur. Ainsi, le champ électrostatique est nul dans l'espace entre le conducteur central et la paroi interne de l'isolant.

[0009] Pour autant, la structure de traversée de courant décrite dans ce document de brevet US6339195 ne permettrait pas d'écarter totalement le risque de décollement et de décharge partielle au niveau d'une l'électrode annulaire de contrôle de champ qui serait insérée dans le matériau de l'isolateur et mise au potentiel de la cuve d'un appareillage électrique, en particulier si cette électrode devait procurer une fonction de maintien mécanique de la traversée dans un autre type d'application que celle décrite dans le document.

[0010] A ce sujet, on peut remarquer que l'utilisation de couches conductrices ou semiconductrices comme revêtement d'un matériau isolant en vue d'éviter des décharges partielles dans des espaces remplis de gaz est bien connue de l'état de la technique. Par exemple, le document de brevet US6060791 décrit des capacités utilisant un diélectrique solide sous forme d'une céramique recouverte d'une couche métallique. La céramique est destinée à être mise en contact avec une électrode métallique, et la couche métallique permet d'annuler le champ électrique dans les petites cavités qui pourraient être présentes à l'interface entre cette couche et l'électrode. Par ailleurs, l'utilisation de couches semiconductrices pour créer des cavités aux parois équipotentielles

est aussi connue dans le domaine des systèmes d'interconnexion entre cellules moyenne ou haute tension, où un conducteur axial joignant deux cellules est typiquement entouré à distance d'un manchon en matériau synthétique isolant. Un tel manchon peut être recouvert sur sa paroi interne d'une couche semi-conductrice en contact électrique avec le conducteur afin que le volume d'air dans le manchon soit délimité par des surfaces équipotentielles.

[0011] Le principal objectif de l'invention est de procurer un dispositif pour contrôler un champ électrique dans un matériau synthétique isolant moulé autour d'une électrode rigide et éviter de façon sûre que des décharges partielles apparaissent au niveau de l'interface entre l'électrode et le matériau isolant. L'invention parvient à réaliser cet objectif sans pour autant chercher à obtenir une adhésion parfaite et empêcher toute apparition de cavité à cette interface, contrairement à ce qui est habituellement recherché dans l'état de la technique.

[0012] A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif pour contrôler un champ électrique élevé dans un matériau synthétique isolant, comprenant au moins une électrode rigide avec une partie autour de laquelle le matériau isolant est moulé, une couche d'un autre matériau synthétique étant disposée entre au moins une électrode rigide et le matériau isolant de façon à réaliser une double interface, caractérisé en ce que cette couche est constituée d'un matériau semi-conducteur dont l'interface avec le matériau isolant présente partout un premier type d'adhésion correspondant à une forte adhérence et dont l'interface avec l'électrode présente des zones de ce premier type d'adhésion ainsi que des zones d'un second type d'adhésion correspondant à une adhérence faible ou nulle.

[0013] Une telle couche semi-conductrice présente une conductivité faible mais suffisante pour former une surface équipotentielle au même potentiel électrique que l'électrode qu'elle recouvre. Si un décollement entre une couche semi-conductrice et une électrode crée une cavité, les parois de cette cavité sont équipotentielles et le champ électrostatique à l'intérieur est nul, ce qui implique qu'il n'y a pas de risque de décharges partielles dans une telle cavité.

[0014] Dans un mode de réalisation du dispositif de contrôle de champ selon l'invention, les zones d'adhésion à faible adhérence entre une électrode et une couche semi-conductrice forment une surface continue qui est située en vis à vis d'une autre électrode reliée à un autre potentiel électrique.

[0015] L'invention a aussi pour objet une traversée de courant comprenant un dispositif de contrôle de champ selon l'invention avec une première électrode constituée d'une barre conductrice sous moyenne ou haute tension et au moins une autre électrode qui entoure à distance la barre et qui est mise au potentiel de la terre ou à un potentiel intermédiaire inférieur à celui de la barre.

[0016] Dans un mode de réalisation d'une traversée de courant selon l'invention, une seconde électrode dite de contrôle de champ est constituée d'une bride annulaire métallique qui comporte une partie tubulaire complètement entourée par du matériau synthétique isolant moulé ainsi qu'une partie annulaire située en dehors de ce matériau isolant et raccordée à l'enveloppe métallique d'un appareillage électrique. L'espace entre l'électrode de contrôle de champ et la barre conductrice peut être complètement occupé par le matériau isolant. Au moins les trois alternatives suivantes sont possibles pour la réalisation d'une traversée de courant selon ce mode:

- une double interface par une couche semi-conductrice est réalisée entre l'électrode de contrôle de champ et le matériau isolant, et une adhésion directe est réalisée entre la barre conductrice et le matériau isolant, ou
- une double interface par une couche semi-conductrice est réalisée entre la barre conductrice et le matériau isolant, et une adhésion directe est réalisée entre l'électrode de contrôle de champ et le matériau isolant, ou
- une double interface par une couche semi-conductrice est réalisée d'une part entre l'électrode de contrôle de champ et le matériau isolant et d'autre part entre la barre conductrice et le matériau isolant.

[0017] Dans un mode de réalisation avantageux d'une traversée de courant selon l'invention, le matériau isolant synthétique est de type EPDM éventuellement chargée en Alumine ou Silicone, l'électrode de contrôle de champ est constituée d'un acier inoxydable, et une double interface entre l'électrode de contrôle de champ et le matériau isolant est réalisée par un matériau élastomère ou de l'EPDM semi-conducteur.

[0018] L'invention est décrite plus en détail dans ce qui suit, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des formes de réalisation à titre d'exemples non limitatifs.

[0019] La figure 1 représente schématiquement une vue en demi-coupe d'un dispositif de contrôle de champ selon l'invention comprenant une électrode annulaire aussi représentée sur la figure 3.

[0020] La figure 2 représente schématiquement le dispositif de contrôle de champ de la figure 1 après une diminution de volume du matériau isolant moulé autour de l'électrode annulaire.

[0021] La figure 3 représente schématiquement une vue en coupe d'une traversée de courant comprenant un dispositif de contrôle de champ selon l'invention et notamment une électrode annulaire de contrôle de champ telle que représentée sur la figure 1.

[0022] La figure 4 représente schématiquement une vue en demi-coupe d'une traversée de courant comprenant un dispositif de contrôle de champ selon l'invention disposé entre le conducteur central et le matériau iso-

lant de la traversée.

[0023] La figure 5 représente schématiquement une vue en demi-coupe d'une traversée de courant selon l'invention, cumulant les caractéristiques innovantes des dispositifs représentés aux figures 3 et 4.

[0024] la figure 6 représente schématiquement une vue en coupe d'une traversée de courant d'un type particulier, comprenant un dispositif de contrôle de champ selon l'invention au niveau d'une électrode.

[0025] Figure 1, un dispositif de contrôle de champ selon l'invention est représenté schématiquement en demi-coupe longitudinale selon l'axe de révolution A de l'électrode rigide 11 que comprend ce dispositif. Ainsi que représenté sur la figure 3, cette électrode est constituée d'une bride annulaire qui est disposée dans un matériau synthétique isolant 2 moulé autour. Le dispositif est représenté à un instant correspondant à la fin du démoulage de ce matériau isolant, alors que le matériau n'a pas encore opéré son retrait de fabrication. L'électrode rigide 11 entoure de façon coaxiale une autre électrode rigide 10 que constitue le conducteur central d'une traversée de courant 1. Outre les électrodes 10 et 11, le dispositif de contrôle de champ comprend une couche 3 constituée d'un matériau synthétique semi-conducteur et intercalée entre l'électrode 11 et le matériau isolant, de façon à réaliser une double interface. Cette couche semi-conductrice 3 est directement au contact de l'électrode 11 et est donc électriquement connectée à cette dernière.

[0026] En pratique, la couche semi-conductrice peut être déposée sur l'électrode rigide 11 avant que le matériau isolant 2 ne soit moulé autour. Selon l'invention, la réalisation de l'interface 5 entre la couche semi-conductrice 3 et l'électrode rigide 11 est prévue pour que cette interface présente des zones 5A d'un premier type d'adhésion correspondant à une forte adhérence ainsi que des zones 5B d'un second type d'adhésion correspondant à une adhérence faible ou nulle. En outre, l'interface 4 entre cette couche semi-conductrice et le matériau isolant est réalisée de façon à présenter partout une adhésion à forte adhérence.

[0027] On définit par adhésion à forte adhérence une adhésion à une interface entre deux matériaux pour laquelle la force de traction nécessaire au décollement de l'interface est du même ordre ou supérieure aux forces de cohésion du moins résistant de ces deux matériaux. Ainsi, une traction exercée avec une force qui dépasse les limites de cohésion d'un matériau est sensée provoquer plutôt une rupture dans ce matériau qu'un décollement de l'interface pour laquelle une adhésion à forte adhérence est réalisée.

[0028] Inversement, on définit par adhésion à faible adhérence une adhésion à une interface entre deux matériaux pour laquelle la force de traction nécessaire au décollement de l'interface est sensiblement inférieure aux forces de cohésion du moins résistant de ces deux matériaux. Une rupture dans un de ces matériaux suite à une traction est exclue avec ce second type d'adhé-

sion, car une traction excessive provoque nécessairement un décollement de l'interface et donc la création d'un espace entre les deux matériaux.

[0029] Dans le dispositif représenté sur la figure 1, la zone 5A de l'interface 5 présente une adhésion à forte adhérence, du même type que l'adhésion à l'interface 4. Pour autant, les coefficients d'adhérence respectifs de ces deux adhésions de même type ne sont pas nécessairement identiques ou voisins. Par exemple, le coefficient d'adhérence à l'interface 4 peut être prévu plus grand que celui à l'interface 5, de façon à écarter définitivement tout risque de décollement et donc de décharge partielle à cette interface 4 entre la couche semi-conductrice et le matériau isolant.

[0030] Figure 2, le dispositif de la figure 1 est représenté à un instant ultérieur, lorsque le matériau isolant 2 a opéré son retrait de fabrication et a de ce fait subi des contraintes jusqu'à atteindre un état d'équilibre. Par ailleurs, entre le démoulage du matériau isolant et cet instant ultérieur, la traversée de courant 1 peut éventuellement avoir subi des sollicitations mécaniques, thermiques ou autres. Appliquées au dispositif de la figure 1, ces contraintes et éventuelles sollicitations peuvent avoir pour conséquence de décoller localement l'interface 5 entre l'électrode 11 et la couche semi-conductrice 3 dans des régions de la zone d'interface 5B pour laquelle une adhésion à faible adhérence est réalisée, comme représenté sur la figure 2.

[0031] Un petit espace vide 9, que nous appelons aussi cavité, est ainsi créé entre l'électrode et la couche semi-conductrice. Cette cavité 9 est occupée par du gaz sous plus ou moins faible pression, et est formée par des parois équipotentielle de sorte qu'aucune décharge partielle n'est possible dans le gaz. Au niveau de sa partie annulaire sensiblement cylindrique, la région de la couche semi-conductrice qui est située entre les deux électrodes 10 et 11 de la traversée de courant s'est légèrement dépacée vers l'électrode centrale 10, tout en restant approximativement parallèle à cette électrode 10. Ainsi, la répartition du champ électrique dans le matériau isolant entre les deux électrodes 10 et 11 n'est que très peu modifiée par rapport à un cas de figure où aucun décollement ne se produirait à l'interface 5 entre l'électrode 11 et la couche semi-conductrice 3. Le champ électrique dans la région sensiblement cylindrique de l'espace inter-électrodes reste dans tous les cas un champ essentiellement radial par rapport à l'axe de la barre.

[0032] Il découle de ce qui précède qu'un dispositif de contrôle de champ selon l'invention permet d'éviter tout risque de décharge électrique partielle entre une électrode du dispositif et le matériau isolant qui l'entoure, ceci sans perturber notablement la répartition du champ électrique dans le matériau.

[0033] Figure 3, la traversée de courant 1 mentionnée ci-dessus est représentée schématiquement en coupe longitudinale selon son axe de révolution A. Le dispositif de contrôle de champ représenté partiellement sur la

figure 1 est ici visible dans son intégralité et présente une symétrie de révolution complète selon l'axe A de la traversée. De même que sur la figure 1, la traversée de courant est représentée à un instant correspondant à la fin du démoulage du matériau isolant 2 et avant son retrait de fabrication. De façon classique, l'électrode annulaire 11 de contrôle de champ se prolonge dans l'air par une partie cylindrique destinée par exemple à être soudée au niveau d'un piquage sur la cuve métallique d'un appareillage moyenne tension isolé au gaz.

[0034] Une adhésion directe à forte adhérence est réalisée à l'interface 6 entre l'électrode centrale 10 et le matériau isolant 2. Etant donnée la géométrie des électrodes et celle du moulage du matériau isolant, les contraintes les plus importantes qui s'exercent sur le matériau lors de son retrait de fabrication se situent dans l'espace où la distance entre les électrodes est la moins grande. Du fait que la zone d'interface 5B à faible adhérence représentée sur la figure 1 comprend une région annulaire sensiblement cylindrique qui délimite cet espace inter-électrodes, un décollement au niveau de cette zone d'interface permet au matériau d'effectuer son retrait de fabrication tout en relaxant ses contraintes.

[0035] Pour une traversée de courant comportant un dispositif de contrôle de champ tel que représenté sur la figure 3, la géométrie de l'électrode de contrôle de champ 11 ainsi que les paramètres de moulage du matériau isolant sont prévus de façon à ce qu'un décollement localisé entre la couche semi-conductrice 3 et l'électrode 11 permette une relaxation suffisante des contraintes dans le matériau. Par relaxation suffisante des contraintes lors du retrait de fabrication, on entend dans le cas présent que ces contraintes restent suffisamment modérées pour ne pas risquer un décollement à l'interface 6 entre l'électrode centrale 10 et le matériau isolant 2 dans la région qui est en vis à vis avec l'électrode 11.

[0036] A la suite d'un décollement tel que représenté sur la figure 2 au niveau d'une grande partie de la zone d'interface 5B à faible adhérence, le maintien mécanique de la traversée 1 est toujours assuré par la bride annulaire 11 du fait de l'adhésion indirecte à forte adhérence qui est réalisée entre cette bride 11 et le matériau isolant 2 sur la partie périphérique de la bride.

[0037] Figure 4, une traversée de courant de même forme que la précédente est représentée schématiquement en demi-coupe longitudinale selon son axe de révolution A, à un instant qui précède le retrait de fabrication du matériau isolant. A l'inverse du mode de réalisation précédent, une adhésion indirecte est réalisée entre l'électrode centrale 10 et le matériau isolant 2 grâce à une couche semi-conductrice 3' qui est disposée de façon à créer une double interface entre cette électrode et le matériau isolant, tandis qu'une adhésion directe à forte adhérence est réalisée à l'interface 7 entre l'électrode de contrôle de champ 11 et le matériau isolant.

[0038] Dans un dispositif de contrôle de champ selon

l'invention, l'interface entre une couche semi-conductrice et le matériau isolant est nécessairement réalisée de façon à présenter partout un type d'adhésion à forte adhérence, de façon à éviter tout risque de décollement et de décharge partielle à cette interface. L'interface 4' représentée sur la figure 4 répond à cette nécessité. D'autre part, l'interface entre une couche semi-conductrice et une électrode du dispositif est caractérisée par deux types d'adhésion. Sur la figure 4, cette interface 5' est constituée d'une zone 5'B où l'adhésion est de type à faible adhérence et d'une zone 5'A où l'adhésion est de type à forte adhérence. La zone 5'B forme une surface cylindrique continue correspondant à la surface de l'électrode centrale 10 qui est située en vis à vis de l'électrode de contrôle de champ 11. Le matériau isolant situé entre les deux électrodes 10 et 11 autour de la zone 5'B subit de fortes contraintes lors de son retrait de fabrication, et la faible adhérence à l'interface 5' au niveau de cette zone rend possible un décollement de la couche semi-conductrice 3'. Ceci permet une relaxation suffisante des contraintes dans le matériau isolant pour ne pas risquer un décollement à l'interface 7 entre l'électrode 11 et le matériau isolant. Une fois effectué le retrait de fabrication du matériau isolant, la cavité qui se crée entre l'électrode 10 et la couche 3' présente des parois équipotentielles rendant impossible une décharge électrique partielle dans cette cavité.

[0039] La zone 5'A correspond à la partie restante de l'interface 5' et n'est en vis à vis d'aucune électrode de contrôle de champ. La géométrie et les paramètres de moulage du matériau isolant sont prévus de façon à obtenir une relaxation suffisante des contraintes dans le matériau autour de cette zone 5'A lors du retrait de fabrication du matériau, ce qui signifie que ces contraintes restent suffisamment modérées pour ne pas risquer un décollement de l'interface 5' à ce niveau.

[0040] Figure 5, une traversée de courant de même forme que la précédente est représentée schématiquement en demi-coupe longitudinale selon son axe de révolution, à un instant qui précède le retrait de fabrication du matériau isolant. Le mode de réalisation représenté offre la particularité de cumuler les caractéristiques innovantes des dispositifs selon l'invention représentés aux figures 3 et 4. En effet, de même que sur la figure 3, une adhésion indirecte est réalisée entre l'électrode de contrôle de champ et le matériau isolant grâce à une couche synthétique semi-conductrice 3. De même que sur la figure 4, une adhésion indirecte est réalisée entre l'électrode centrale et le matériau isolant grâce à une couche synthétique semi-conductrice 3' identique ou de même nature que la couche 3.

[0041] L'interface entre la couche semi-conductrice 3 et l'électrode de contrôle de champ présente deux zones d'adhésion 5A et 5B de types respectivement à forte adhérence et à faible adhérence, de même que représenté sur la figure 1. L'interface entre la couche semi-conductrice 3' et l'électrode centrale présente deux zones d'adhésion 5'A et 5'B de types respectivement à for-

te adhérence et à faible adhérence, de même que représenté sur la figure 4.

[0042] En comparaison avec les modes de réalisation des figures 3 et 4, le mode de réalisation représenté sur la figure 5 n'est avantageux que dans le cas où la géométrie de l'électrode de contrôle de champ ainsi que les paramètres de moulage du matériau isolant ne peuvent pas être prévus de façon à obtenir une relaxation suffisante des contraintes dans le matériau suite à un décollement localisé entre une seule couche semi-conductrice 3 ou 3' et une électrode 11 ou 10. L'utilisation d'une couche semi-conductrice sur chaque électrode permet alors d'obtenir un décollement à chaque interface entre une couche 3 ou 3' et une électrode dans l'espace inter-électrodes lors du retrait de fabrication du matériau isolant dans cet espace. Une relaxation des contraintes dans le matériau peut ainsi être obtenue sans risquer de créer une cavité dont les parois ne seraient pas équipotentielles.

[0043] Quel que soit le mode de réalisation retenu pour une traversée de courant comprenant un dispositif de contrôle de champ selon l'invention, la limitation des contraintes que permet le dispositif a pour avantage d'améliorer la tenue au vieillissement du matériau isolant. Par exemple, sur une traversée de courant fabriquée selon le mode de réalisation illustré à la figure 1, des essais de vieillissement thermique à 110°C ont montré qu'il n'y a pas de dégradation du matériau isolant même après des centaines d'heures dans ces conditions. Ceci a été vérifié pour une durée d'essai dépassant le millier d'heures, ce qui est supérieur à vingt fois la durée moyenne constatée avant dégradation du matériau dans une traversée de courant de géométrie identique mais réalisée de façon classique avec des adhésions directes entre les électrodes et le matériau. Des essais de fluage en flexion à 90°C ont aussi montré une absence de dégradation du matériau isolant même après des milliers d'heures.

[0044] D'autre part, il s'avère que l'utilisation d'une couche semi-conductrice pour réaliser une adhésion indirecte entre une électrode et le matériau isolant permet d'augmenter l'adhérence par rapport à une adhésion directe classique. En particulier, cette propriété a pu être vérifiée avec un matériau élastomère semi-conducteur de type Nitrile disposé entre une électrode de contrôle de champ constituée d'un acier inoxydable austénitique de type 316L et un matériau isolant synthétique de type EPDM chargé en Alumine tri-hydratée.

[0045] Les applications d'un dispositif de contrôle de champ selon l'invention ne sont pas limitées à des traversées de courant dans lesquelles l'espace inter-électrodes est complètement occupé par le matériau synthétique isolant, même si c'est dans ce type d'application que les avantages apportés par l'invention sont les plus notables.

[0046] Sur la figure 6 est représentée une traversée de courant d'un type particulier, dont le matériau synthétique isolant est moulé avec une forme sensiblement

différente que la forme classique utilisée pour une traversée de courant telle que représentée sur la figure 3.

[0047] Le moulage est réalisé de façon à laisser un espace entre la barre ou conducteur central 10 et le matériau isolant 2 sur une certaine partie longitudinale de la barre. Sur cette partie, l'isolateur de la traversée possède une paroi interne dont la forme est en majeure partie cylindrique et coaxiale à la barre 10 pour définir un espace d'épaisseur fixe entre la barre et l'isolateur. Cette paroi interne est recouverte d'une couche conductrice ou semi-conductrice 8 électriquement en contact avec la barre 10, de façon à avoir une surface équipotentielle et donc un champ électrique nul entre la barre et l'isolateur pour ne pas risquer de décharge partielle dans cet espace. Le matériau isolant 2 est moulé autour d'une bride ou électrode de contrôle de champ 11 ayant une forme sensiblement annulaire avec une partie cylindrique coaxiale à la barre 10. Ainsi, le champ électrique entre la surface équipotentielle de la paroi interne de l'isolateur et cette partie cylindrique de la bride est un champ radial par rapport à l'axe de la barre.

[0048] La bride annulaire 11 présente une demi-section longitudinale en forme de coude à angle droit approximativement arrondi, la partie de la bride à l'extérieur de l'isolateur étant destinée à être raccordée à la cuve 12 d'un appareillage électrique isolé au gaz. L'extrémité ouverte de la paroi interne de l'isolateur s'évase avec une courbure arrondie analogue à celle de la surface du coude de la bride 11 en vis à vis, de façon à répartir le champ électrique entre la couche 8 qui recouvre cette paroi et la bride. Cette extrémité de l'isolateur se prolonge par une ailette afin d'éviter tout risque d'arc électrique dans le gaz entre la couche 8 qui est au potentiel de la barre 10 et la bride 11 qui est au potentiel de la cuve 12.

[0049] Pour ce type de traversée de courant, le retrait de fabrication du matériau synthétique isolant peut s'effectuer librement dans l'espace inter-électrodes du fait que ce matériau n'est pas adhérent à l'électrode centrale dans cet espace. La relaxation des contraintes dans le matériau isolant peut ainsi être suffisante pour envisager une adhésion directe entre une électrode 10 ou 11 et le matériau sans risquer de décollement lors du retrait de fabrication. Un dispositif de contrôle de champ selon l'invention n'est donc pas systématiquement indispensable dans ce type de traversée. Toutefois, il peut être avantageux de réaliser une adhésion indirecte entre l'électrode 11 de contrôle de champ et le matériau synthétique isolant, voire aussi entre l'électrode centrale 10 et ce matériau, à l'aide d'une couche constituée d'un matériau synthétique semi-conducteur ainsi que décrit dans les réalisations précédentes.

[0050] En effet, selon notamment le type de matériau synthétique isolant de la traversée de courant ainsi que la géométrie des électrodes, les sollicitations mécaniques, thermiques ou autres que peut subir la traversée une fois installée peuvent aboutir à des décollements locaux à l'interface entre une électrode et le matériau

en cas d'adhésion directe, avec un risque de décharge partielle dans l'espace créé à cette interface. L'emploi d'une couche en matériau synthétique, comme par exemple un élastomère disposé entre une électrode et l'isolateur, permet de réaliser une adhésion indirecte qui peut présenter une meilleure adhérence qu'une adhésion directe et limiter ainsi le risque de rupture d'adhésion. Si toutefois un risque de décollement subsiste, le risque de décharge partielle peut être annihilé en réalisant une double interface conforme aux enseignements de l'invention. Une couche en matériau synthétique semi-conducteur est utilisée, et l'interface entre cette couche semi-conductrice 3 et une électrode 10 ou 11 est prévue pour présenter des zones d'un premier type d'adhésion correspondant à une forte adhérence ainsi que des zones d'un second type d'adhésion correspondant à une adhérence faible ou nulle.

[0051] Sur l'électrode de contrôle de champ 11, les zones d'adhésion 5B à adhérence faible ou nulle ne couvrent pas nécessairement toute la surface de l'électrode qui est en vis à vis de la paroi interne de l'isolateur. Il peut y avoir sur cette surface des zones 5A où la couche semi-conductrice 3 adhère fortement à l'électrode, à partir du moment où un décollement de cette couche 3 est estimé impossible au niveau de ces zones. Bien entendu, l'interface 4 entre la couche 3 et le matériau isolant 2 présente partout une adhésion à forte adhérence, de même que dans les réalisations en rapport avec les figures précédentes. Les zones 5B peuvent être localisées de façon à être les seules à pouvoir être affectées par un risque de décollement de la couche 3 en cas de sollicitation importante de la traversée. La présence de ces zones de faible adhérence est donc une sécurité pour empêcher tout risque d'apparition de décharge partielle pendant la durée de vie de la traversée.

[0052] Une seule zone annulaire 5B de faible adhérence est représentée sur la figure 6. une vue en coupe d'un détail est représentée sur la figure 6A, montrant une partie de la double interface au voisinage d'une telle zone d'adhésion 5B. La structure de cette double interface est similaire à celle représentée sur la figure 1, et les mêmes références sont reprises. Bien entendu, d'autres zones d'adhésion à faible adhérence peuvent être prévues à la surface de l'électrode 11.

[0053] D'autre part, une couche 3' en matériau synthétique semi-conducteur peut recouvrir une partie de la barre 10 pour former une double interface I entre cette électrode centrale 10 et le matériau synthétique isolant. Une telle couche n'est pas indispensable à cet endroit, mais peut permettre d'augmenter l'adhérence par rapport à une adhésion directe entre l'électrode et l'isolateur.

[0054] Les applications de l'invention ne sont pas limitées à des dispositifs de contrôle de champ pour traversées de courant. Par exemple, dans le domaine des interrupteurs à vide, il est possible de surmouler par un matériau isolant élastomère certaines parties métalliques d'une ampoule à vide qui sont extérieures à l'am-

poule et sont au potentiel électrique d'un contact de l'ampoule. La réalisation d'un dispositif de contrôle de champ selon l'invention à l'interface entre le matériau isolant et une telle partie métallique peut être avantageuse pour éviter qu'apparaissent des décharges partielles à cette interface au cas où le matériau serait soumis à de fortes contraintes.

Revendications

1. Dispositif pour contrôler un champ électrique élevé dans un matériau synthétique isolant, comprenant au moins une électrode rigide (10, 11) avec une partie autour de laquelle le matériau isolant (2) est moulé, une couche (3) d'un autre matériau synthétique étant disposée entre ladite électrode rigide et ledit matériau isolant de façon à réaliser une double interface, **caractérisé en ce que** ladite couche (3) est constituée d'un matériau semi-conducteur, l'interface (4) entre ladite couche (3) semi-conductrice et le matériau isolant (2) présente partout un premier type d'adhésion correspondant à une forte adhérence, et l'interface (5) entre cette couche (3) semi-conductrice et ladite électrode (10, 11) présente des zones (5A) dudit premier type d'adhésion ainsi que des zones (5B) d'un second type d'adhésion correspondant à une adhérence faible ou nulle. 25
2. Dispositif de contrôle de champ selon la revendication 1, dans lequel les zones d'adhésion à faible adhérence entre une électrode et une couche semi-conductrice forment une surface continue qui est située en vis à vis d'une autre électrode reliée à un autre potentiel électrique. 30 35
3. Traversée de courant comprenant un dispositif de contrôle de champ selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle le dispositif comprend une première électrode constituée d'une barre conductrice sous moyenne ou haute tension et au moins une autre électrode qui entoure à distance la barre et qui est mise au potentiel de la terre ou à un potentiel intermédiaire inférieur à celui de la barre. 40 45
4. Traversée de courant selon la revendication 3, dans laquelle une seconde électrode dite de contrôle de champ est constituée d'une bride annulaire métallique qui comporte une partie tubulaire complètement entourée par du matériau synthétique isolant moulé ainsi qu'une partie annulaire située en dehors de ce matériau isolant et raccordée à l'enveloppe métallique d'un appareillage électrique. 50
5. Traversée de courant selon la revendication 4, dans laquelle l'espace entre l'électrode de contrôle de champ et la barre conductrice est complètement occupé par le matériau isolant. 55

6. Traversée de courant selon la revendication 5, dans laquelle une double interface par une couche semi-conductrice est réalisée entre l'électrode de contrôle de champ et le matériau isolant, et une adhésion directe est réalisée entre la barre conductrice et le matériau isolant. 5

7. Traversée de courant selon la revendication 5, dans laquelle une double interface par une couche semi-conductrice est réalisée entre la barre conductrice et le matériau isolant, et une adhésion directe est réalisée entre l'électrode de contrôle de champ et le matériau isolant. 10

8. Traversée de courant selon la revendication 5, dans laquelle une double interface par une couche semi-conductrice est réalisée d'une part entre l'électrode de contrôle de champ et le matériau isolant et d'autre part entre la barre conductrice et le matériau isolant. 15 20

FIG. 1

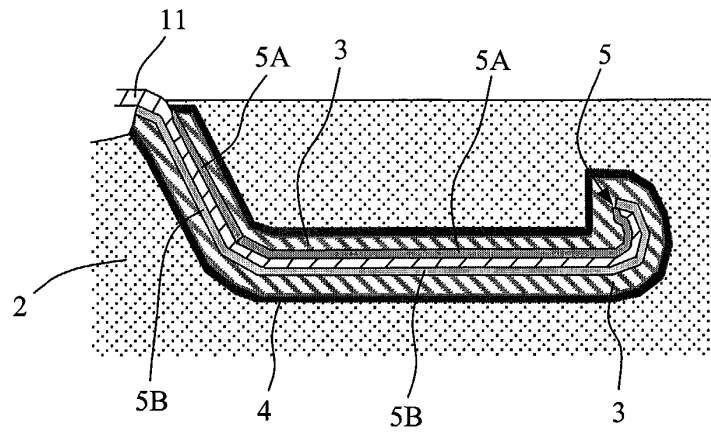


FIG. 2

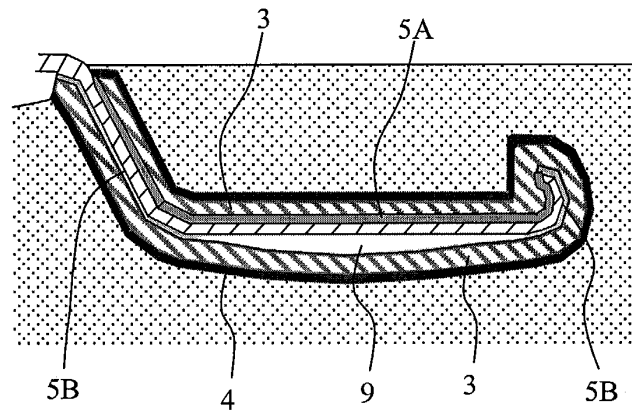


FIG. 3

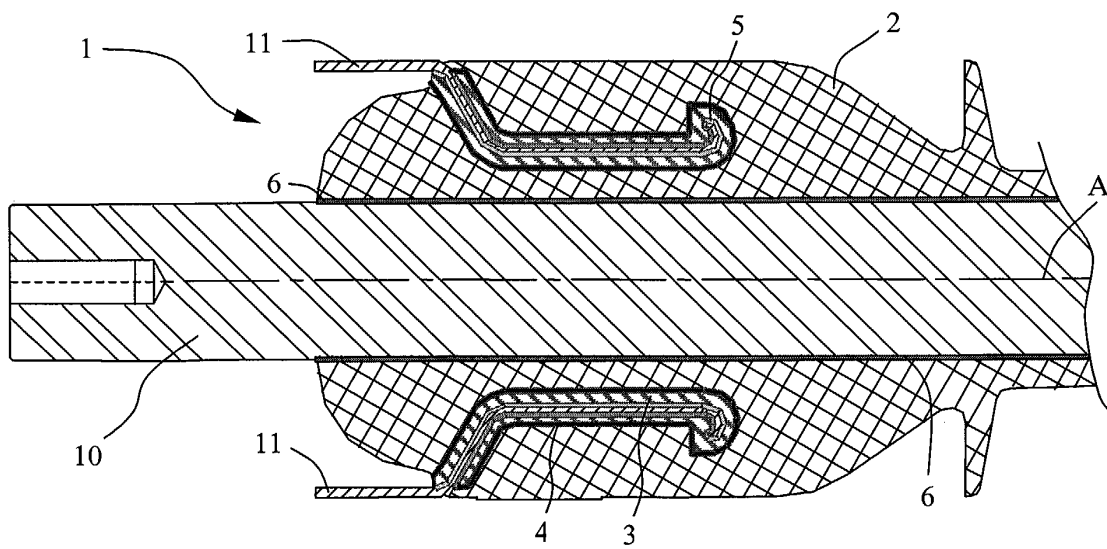


FIG. 4

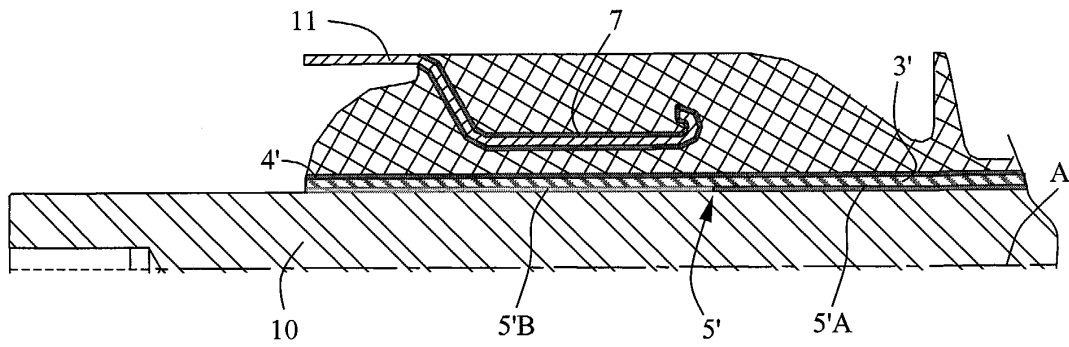


FIG. 5

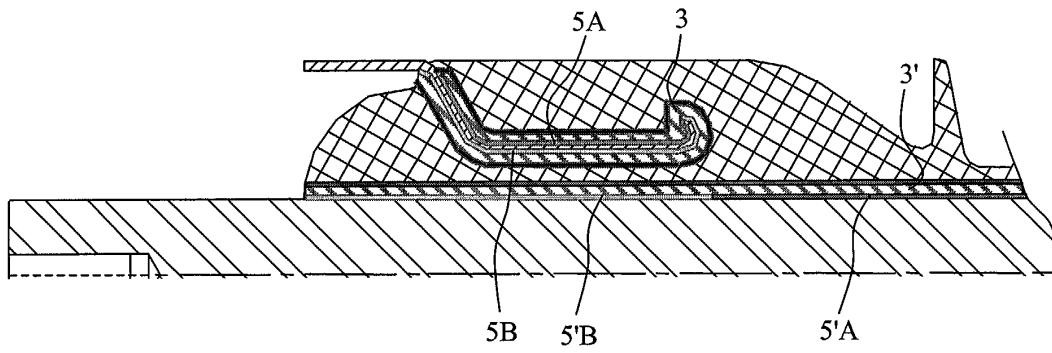


FIG. 6

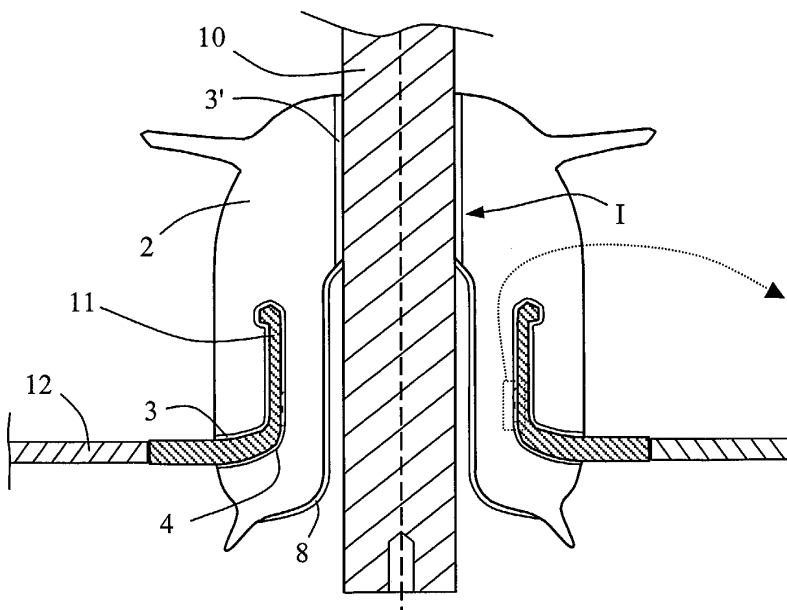
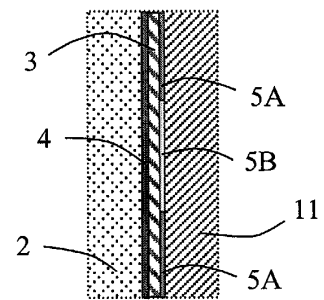


FIG. 6a





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 03 29 0611

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.7)
A	FR 2 788 369 A (ALSTOM) 13 juillet 2000 (2000-07-13) * revendication 1; figures 1-4 *	1,3	H01B17/26
A	EP 0 042 788 A (AVOCAT JEAN PAUL) 30 décembre 1981 (1981-12-30) * revendication 1; figures 4,5,8 *	1	
A	DE 87 04 976 U (SIEMENS) 4 juin 1987 (1987-06-04) * revendication 1; figure 1 *	1,3	
A,D	US 5 726 390 A (SPAECK HELMUT ET AL) 10 mars 1998 (1998-03-10) * revendication 1; figures 1-5 *	1,3	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01B
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		19 juin 2003	Demolder, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 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			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C02)

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

EP 03 29 0611

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.

19-06-2003

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2788369 A	13-07-2000	FR 2788369 A1	13-07-2000
		EP 1116245 A1	18-07-2001
		WO 0042623 A1	20-07-2000
EP 0042788 A	30-12-1981	FR 2487109 A1	22-01-1982
		DE 3167295 D1	03-01-1985
		EP 0042788 A1	30-12-1981
DE 8704976 U	04-06-1987	DE 8704976 U1	04-06-1987
US 5726390 A	10-03-1998	DE 9300777 U1	19-05-1994
		AT 151561 T	15-04-1997
		WO 9417535 A1	04-08-1994
		DE 59402380 D1	15-05-1997
		EP 0680658 A1	08-11-1995
		FI 953509 A	20-07-1995
		JP 8510587 T	05-11-1996
		NO 952836 A	17-07-1995
		RU 2114475 C1	27-06-1998

EPO FORM P0460

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