



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
27.11.2002 Bulletin 2002/48

(51) Int Cl.7: **H01B 17/32**

(21) Numéro de dépôt: **02291169.7**

(22) Date de dépôt: **07.05.2002**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:
 • **Lepley, Damien**
03200 Vichy (FR)
 • **Mure-Ravaud, Alain**
69890 La Tour de Salvagny (FR)
 • **Trouillet, Alain**
Saint Geuest Malifaux (FR)

(30) Priorité: **22.05.2001 FR 0106702**

(71) Demandeur: **SEDIVER, SOCIETE EUROPEENNE**
D'ISOLATEURS EN VERRE ET COMPOSITE
F-92017 Nanterre Cédex (FR)

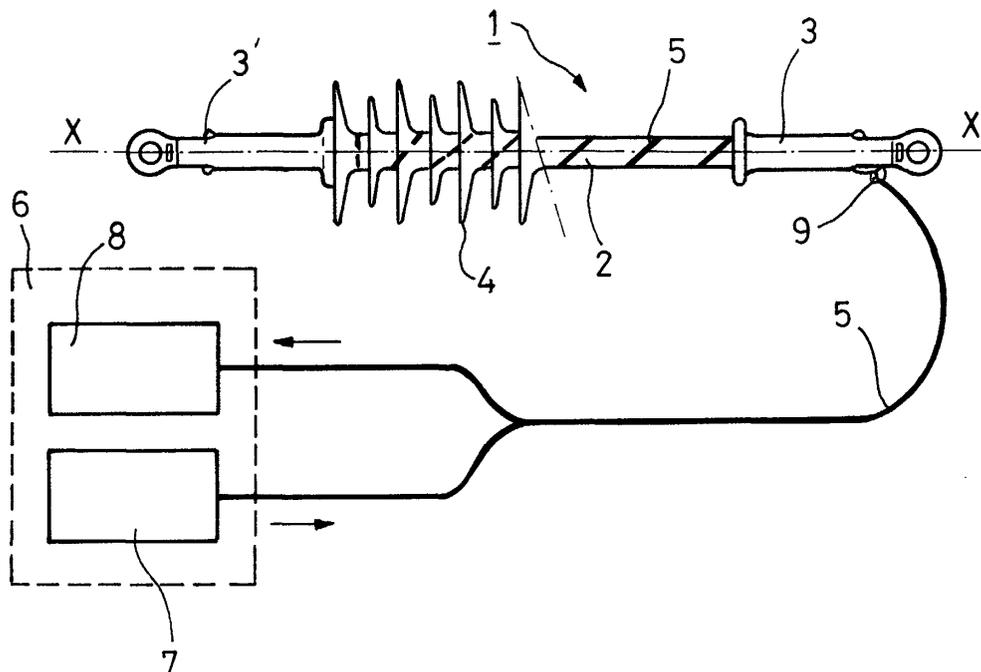
(74) Mandataire: **Prugneau, Philippe**
Cabinet Prugneau - Schaub,
36, rue des Petits Champs
75002 Paris (FR)

(54) **Isolateur électrique composite incluant un capteur intégré à fibre optique**

(57) L'isolateur électrique composite comprend un capteur intégré à fibre optique disposé à l'intérieur de l'isolateur. Ce capteur intégré peut être un capteur de défaut constitué d'une fibre optique (5) placée sur la tige support de l'isolateur et ayant une gaine optique fusible à une température critique pour l'isolateur. Le capteur

intégré peut être un capteur de mesure de contraintes d'origine mécanique ou thermique qui s'exercent sur l'isolateur quand il est en service. Il est constitué d'une fibre optique dans laquelle est implanté un réseau de Bragg. Le réseau de Bragg est placé sur la tige support de l'isolateur ou sur une armature métallique de l'isolateur.

FIG_1



Description

[0001] L'invention concerne un isolateur électrique, moyenne ou haute tension, de nature composite et en particulier un isolateur de poste ou de ligne.

[0002] Comme cela est bien connu, les isolateurs électriques moyenne ou haute tension sont soumis à différentes contraintes notamment d'origine électrique, mécanique ou thermique. Si, pour diverses raisons, ces contraintes deviennent anormalement importantes, elles risquent d'entraîner une défaillance de l'isolateur. Il est possible de détecter et de localiser, par un examen visuel, des isolateurs qui ne sont plus en bon état lorsque ces isolateurs sont constitués d'éléments isolateurs en verre trempé car dans ce cas le moindre défaut se traduit par une explosion de l'élément isolateur défaillant. Par contre dans le cas d'un isolateur électrique composite, un défaut peut se développer sans être apparent, par exemple s'il se produit sous l'enveloppe en élastomère de l'isolateur composite, jusqu'au moment où, après emballage, l'isolateur ne sera plus à même d'assurer sa fonction de support diélectrique. Un tel défaut peut prendre la forme de décharges électriques qui s'amorcent à proximité d'une armature métallique de l'isolateur et qui cheminent lentement le long de la tige support de l'isolateur sous l'enveloppe de l'isolateur. Il en résulte une combustion lente de la tige support de l'isolateur ce qui entraîne une modification des caractéristiques mécaniques et diélectriques de l'isolateur.

[0003] Le but de l'invention est de proposer une solution pour remédier aux inconvénients indiqués ci-dessus des isolateurs électriques composites.

[0004] A cet effet, l'invention a pour objet un isolateur électrique composite, caractérisé en ce qu'il comprend un capteur intégré à fibre optique disposé à l'intérieur de l'isolateur. Les fibres optiques sont déjà employées dans les isolateurs composites de poste pour la transmission de données d'une extrémité à l'autre de l'isolateur. L'invention part du fait que la fibre optique peut être utilisée pour constituer un capteur intégré de défaut pour l'isolateur. Plus particulièrement, une fibre optique est enroulée en hélice sur la tige support de l'isolateur en étant en contact étroit avec celle-ci. En choisissant une fibre optique comprenant un cœur en silice et une gaine optique fusible à une température critique généralement inférieure à 200°C, par exemple une gaine optique en polymère dur, un amorçage de décharges électriques qui cheminent le long de la tige support de l'isolateur va provoquer localement sur la fibre optique une élévation de température dépassant 250°C conduisant à la fusion localisée de la gaine optique de la fibre qui est ainsi dégradée de façon irréversible. La dégradation localisée de la fibre optique a pour effet d'atténuer les signaux optiques guidés dans la fibre. L'altération des caractéristiques de transmission de la fibre optique peut être observée à l'aide d'une centrale de mesure connectée à une extrémité de la fibre pour recevoir les signaux optiques atténués. Le capteur intégré de défaut à fibre

optique selon l'invention peut être une fibre optique comme indiquée plus haut ayant une extrémité disposée à l'intérieur de l'isolateur qui est traitée pour fonctionner en réflexion, l'autre extrémité de fibre étant guidée vers l'extérieur de l'isolateur pour être connectée à la centrale de mesure.

[0005] Selon un autre aspect de l'invention, le capteur intégré à fibre optique peut être un capteur de mesure de contraintes d'origine mécanique et/ou encore un capteur de mesure de contraintes d'origine thermique qui s'exerce sur l'isolateur notamment quand il est en service. Plus particulièrement, un réseau de Bragg implanté dans la fibre optique peut servir à mesurer des déformations de la tige support de l'isolateur ou encore à mesurer des niveaux de température à l'intérieur de l'isolateur.

[0006] Dans le premier cas, un réseau de Bragg est inscrit sur une partie de la fibre optique où les gaines de protection ont été enlevées jusqu'à la gaine optique. Cette partie de la fibre de quelques centimètres de longueur où est inscrit le réseau de Bragg est collée sur le support de l'isolateur par exemple de façon à s'étendre suivant l'axe longitudinal de la tige support de l'isolateur pour être sensible aux déformations longitudinales de celui-ci. L'extrémité de la fibre guidée à l'extérieur de l'isolateur est connectée à une centrale de mesure apte à détecter un décalage d'une raie spectrale réfléchie par le réseau de Bragg sous l'influence de la contrainte mécanique qui s'exerce sur l'isolateur. Ce décalage de la raie spectrale réfléchie par le réseau de Bragg intervient également sous l'influence de la température. L'adjonction d'un second réseau le long de la même fibre optique soumis aux variations de température mais non aux contraintes mécaniques permet de s'affranchir de l'influence thermique que peut subir le premier réseau de Bragg. Il peut être préférable que les deux réseaux de Bragg soient centrés sur des longueurs d'onde différentes pour éviter que les mesures effectuées respectivement à partir des deux réseaux interfèrent.

[0007] Dans le deuxième cas si un réseau de Bragg est inscrit dans une partie d'extrémité de la fibre en contact étroit avec une armature métallique de l'isolateur, par exemple l'armature située du côté haute tension de l'isolateur, il est possible de contrôler en continu que l'échauffement de cette armature ne franchit pas une valeur limite au-delà de laquelle l'isolateur risque de se détériorer. L'utilisation d'un capteur intégré thermique à fibre optique dans un isolateur électrique composite de ligne selon l'invention permet avantageusement d'accroître les moyens de gestion des lignes d'un réseau électrique car ce capteur peut informer le distributeur de courant de la possibilité ou non d'augmenter le courant dans les lignes sans détérioration des isolateurs. Bien entendu sans sortir du cadre de l'invention, on pourrait imaginer de remplacer le réseau de Bragg par un autre type d'organe de mesure de contraintes d'origine mécanique, thermique ou autre, intrinsèque ou extrinsèque à la fibre optique mais intégré dans l'isolateur.

[0008] L'invention, ses caractéristiques et ses avantages sont précisés dans la description qui suit en liaison avec les figures évoquées ci-dessous.

[0009] La figure 1 présente une vue schématique d'un exemple d'isolateur composite selon l'invention équipé d'un capteur intégré de défaut à fibre optique. Sur cette figure, une partie de l'enveloppe entourant le support a été éliminée pour montrer la fibre optique disposée à l'intérieur de l'isolateur.

[0010] La figure 2 montre en partie une fibre optique incluant un réseau de Bragg formant un capteur intégré de mesure de contraintes d'origine mécanique.

[0011] La figure 3 montre la disposition de la fibre optique incluant un réseau de Bragg et disposée dans l'isolateur composite selon l'invention pour la mesure de contraintes d'origine thermique.

[0012] L'isolateur électrique composite 1, présenté à titre d'exemple sur la figure 1, est un isolateur de ligne destiné à être monté sur un pylône pour supporter une ligne haute tension. Il inclut une tige support isolante et rigide 2 formant un jonc plein, dont les deux extrémités sont insérées respectivement dans deux armatures métalliques creuses 3,3' appelées ferrures. Ces armatures métalliques 3,3' sont fixées aux extrémités de la tige support 2 de façon connue en soi par sertissage ou par collage ou encore par collage et frettage. La tige support 2 est en un composite résine epoxy/fibres de verre classique en soi. L'invention s'applique également à un isolateur composite de poste comprenant une tige support 2 de forme tubulaire adaptée pour supporter au sol un appareillage électrique tel qu'un transformateur haute tension/moyenne tension.

[0013] La tige support 2 est entourée entre ces deux extrémités par une enveloppe 4 en un matériau diélectrique (généralement en élastomère) moulé ou extrudé sur la tige support 2. La surface extérieure de l'enveloppe 4 forme une série d'ailettes coaxiales centrées sur l'axe longitudinal XX' du support 2 comme cela est bien connu.

[0014] L'isolateur 1 sur la figure 1 comprend un capteur intégré à fibre optique 5 constituant un capteur de défaut. La fibre optique 5 est une fibre ayant un coeur en silice et une gaine optique en polymère dur dont le point de fusion est généralement inférieure à 200°C. La fibre 5 a ici une extrémité traitée pour fonctionner en réflexion, cette extrémité étant posée sur la tige support 2 à proximité ou à l'intérieur de l'armature 3' située du côté ligne de l'isolateur. La fibre optique 5 est enroulée en hélice sur la tige support 2 en contact étroit avec celle-ci jusqu'au niveau de l'armature 3. Les enroulements de la fibre 5 sont disposés sous l'enveloppe 4. Son extrémité traitée est disposée sous l'enveloppe 4 ou à l'intérieur de l'armature 3'. L'ensemble est donc à l'intérieur de l'isolateur 1. L'autre extrémité de la fibre 5 est guidée vers l'extérieur de l'isolateur à travers l'armature 3 (normalement située du côté terre) pour être connectée à une centrale de mesure 6. La fibre 5 est de préférence collée sur la tige support 2 avec le mélange résine epoxy

du composite formant la tige. Si des décharges électriques s'amorcent au niveau de l'armature 3' et progressent le long de la tige support 2 vers l'autre armature 3, elles provoqueront des dégradations locales de la gaine optique de la fibre au fur et à mesure de leur cheminement le long de la tige support 2. La centrale de mesure 6 comporte une source de signaux optiques 7 et un analyseur 8 apte à détecter les variations (phénomène d'atténuation) des signaux transmis dans la fibre 5 depuis la source 7 qui sont réfléchis par l'extrémité traitée de la fibre optique. Le défaut dans l'isolateur pourra ainsi être détecté avant que l'isolateur soit complètement inapte à remplir sa fonction de support diélectrique du fait que ce type de défaut a une progression lente dans le temps. La centrale de mesure 6 peut être disposée à distance de l'isolateur par exemple au sol et la connexion entre la fibre optique 5 et la centrale de mesure 6 peut être réalisée par l'intermédiaire d'un connecteur optique 9 qui peut être intégré à l'armature 3 normalement situé du côté terre de l'isolateur comme représenté sur la figure 1.

[0015] Sur la figure 2, une fibre optique 5' sert de capteur intégré de mesure de contraintes d'origine mécanique. Comme on le voit sur cette figure, une partie 5A' de la fibre 5', ici une partie d'extrémité de la fibre optique, est posée en contact étroit sur la surface extérieure de la tige support 2 en s'étendant suivant l'axe longitudinal XX' de la tige support. De préférence, cette partie d'extrémité 5A' est disposée assez à l'écart de chaque armature 3,3' pour être sensible aux déformations longitudinales de la tige support 2. Cette partie d'extrémité 5A' est une partie dénudée jusqu'à la gaine optique de la fibre optique 5' où est inscrit un réseau de Bragg. Le reste de la fibre optique 5' est posée par exemple en hélice autour de la tige support 2 jusqu'à l'armature 3 à travers laquelle elle ressort pour sa connexion avec la centrale de mesure. Au lieu d'être enroulée en hélice, la fibre 5' pourrait tout aussi bien être posée longitudinalement le long de l'axe XX' pour ressortir de l'isolateur. La partie d'extrémité 5A' où est inscrit le réseau de Bragg est de préférence maintenue en contact étroit avec la tige support par collage à la résine epoxy comme indiqué plus haut. Dans le cas de la figure 2, la source 7 de la centrale de mesure 6 envoie par exemple dans la fibre 5' des signaux optiques dont le réseau de Bragg réfléchit une raie spectrale correspondant à une longueur d'onde λ_b définie vers un analyseur 8 de la centrale de mesure 6. L'analyseur 8 permet de récupérer le signal de longueur d'onde λ_b qui a été renvoyé par le réseau de Bragg à travers la fibre. Si le réseau de Bragg est soumis à une contrainte mécanique, il extrait une raie spectrale dont la longueur d'onde est modifiée ce qui peut être détecté par l'analyseur 8. La fibre optique 5' permet donc de mesurer en continu les déformations du support 2 dues aux contraintes d'origine mécanique qui s'exercent sur l'isolateur 1. Un second réseau de Bragg (non représenté sur la figure 2) peut être implanté à proximité du premier réseau de Bragg sur la même

fibre optique 5' de telle manière à être sensible uniquement aux contraintes thermiques qui s'exercent sur le premier réseau de Bragg sans subir les déformations de la tige support. Ce second réseau de Bragg permet de quantifier la dérive thermique dans les mesures faites à partir du premier réseau de Bragg. Le second réseau de Bragg peut être disposé à une extrémité de la fibre en arrière du premier réseau de Bragg par rapport à la centrale de mesure.

[0016] Sur la figure 3, une fibre optique 5" sert de capteur intégré de mesure de contraintes d'origine thermique qui s'exercent plus particulièrement au niveau de l'armature 3' située du côté moyenne ou haute tension de l'isolateur. La partie 5A" dénudée jusqu'à la gaine optique de la fibre optique 5" où est inscrit un réseau de Bragg, ici la partie d'extrémité de la fibre optique disposée à l'intérieur de l'isolateur, est posée en contact étroit sur l'armature 3, par exemple dans une rainure intérieure 10 de l'armature 3', ou encore laissée libre dans une cavité interne 11 formée à l'intérieur de l'armature 3' en arrière de la tige support 2. La cavité 11 est de préférence remplie d'un gel présentant une bonne conductivité thermique. Avec cette disposition, le réseau de Bragg sur la fibre optique 5" est sensible aux variations de température que subie l'armature 3' mais est insensible à des déformations mécaniques de la tige support 2. Le reste de la fibre optique 5" est posé en hélice autour de la tige support 2 pour ressortir par l'armature 3 à l'extérieur de l'isolateur et être connecté à une centrale de mesure 6 incluant une source 7 et un analyseur 8 comme indiqué plus haut. Cet isolateur avec son capteur intégré de mesure de contraintes d'origine thermique qui s'exercent sur l'armature métallique de l'isolateur située du côté moyenne ou haute tension de l'isolateur peut être utilisé non seulement comme un isolateur de ligne mais aussi comme un organe fonctionnel d'un système de gestion des capacités de transport d'une ligne d'un réseau électrique puisque le capteur intégré de l'isolateur peut permettre une détermination de la capacité de la ligne à supporter ou non une augmentation de courant sur la base de la température relevée depuis le capteur intégré.

[0017] On conçoit que le capteur de contraintes d'origine thermique 5A" à réseau de Bragg et le capteur de contrainte d'origine mécanique 5A' à un ou deux réseaux de Bragg peuvent être implantés sur la même fibre optique.

[0018] L'invention s'applique à un isolateur composite ayant une tige support 2 pleine ou creuse. De plus, un isolateur composite selon l'invention peut être muni de plusieurs fibres optiques telles que 5,5',5" constituant des capteurs intégrés reliés à une ou plusieurs centrales de mesure 6.

Revendications

1. Isolateur électrique composite, **caractérisé en ce**

qu'il comprend un capteur intégré à fibre optique (5,5',5") disposé à l'intérieur de l'isolateur.

2. Isolateur selon la revendication 1, dans lequel le capteur intégré est un capteur de défaut constitué d'une fibre optique (5) posée en contact étroit sur la tige support (2) de l'isolateur, la fibre optique ayant une gaine optique fusible à une température critique pour l'isolateur.
3. Isolateur selon la revendication 2, dans lequel la gaine optique de la fibre optique (5) est un polymère dur.
4. Isolateur selon la revendication 1 à 3, dans lequel une extrémité de la fibre optique disposée à l'intérieur de l'isolateur est traitée pour fonctionner en réflexion
5. Isolateur selon la revendication 1, dans lequel le capteur intégré est un capteur de mesure de contraintes d'origine mécanique ou thermique constitué d'une fibre optique (5',5") dans laquelle est implanté un réseau de Bragg.
6. Isolateur selon la revendication 5, dans lequel le réseau de Bragg est implanté dans une partie (5A') de la fibre optique (5') qui est posée en contact étroit sur la tige support (2) de l'isolateur et qui s'étend suivant l'axe longitudinal (XX') de la tige support.
7. Isolateur selon la revendication 5 ou 6, dans lequel un second réseau de Bragg est implanté dans la fibre optique de manière à être sensible aux contraintes d'origine thermique que subit le premier réseau de Bragg.
8. Isolateur selon la revendication 5, dans lequel le réseau de Bragg est implanté dans une partie (5A") de la fibre optique (5") qui est posée en contact étroit avec une armature métallique (3') de l'isolateur.
9. Isolateur selon la revendication 5, dans lequel le réseau de Bragg est implanté dans une partie (5A") de la fibre optique (5") qui est laissée libre dans une cavité (11) formée à l'intérieur d'une armature métallique (3') de l'isolateur.
10. Isolateur selon l'une des revendications 2 à 9, dans lequel la fibre optique (5,5',5") a une extrémité disposée à l'intérieur de l'isolateur avec le capteur intégré et une autre extrémité guidée vers l'extérieur de l'isolateur pour être connectée à une centrale de mesure (6).
11. Procédé de gestion des capacités de transport d'une ligne électrique moyenne ou haute tension

consistant à utiliser un isolateur de ligne conforme à l'isolateur selon l'une des revendications 8 ou 9 et ayant un capteur intégré de mesure de contraintes d'origine thermique qui s'exercent au niveau de l'armature (3') de l'isolateur située du côté moyenne ou haute tension de l'isolateur pour déterminer si la ligne électrique est apte ou non à supporter une augmentation de courant.

5

10

15

20

25

30

35

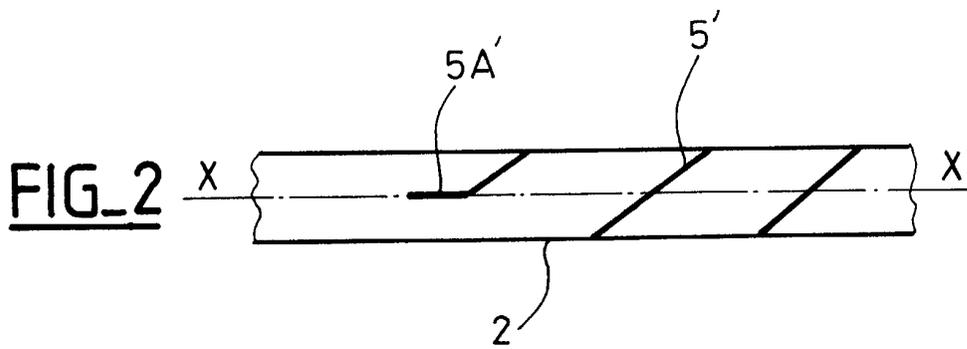
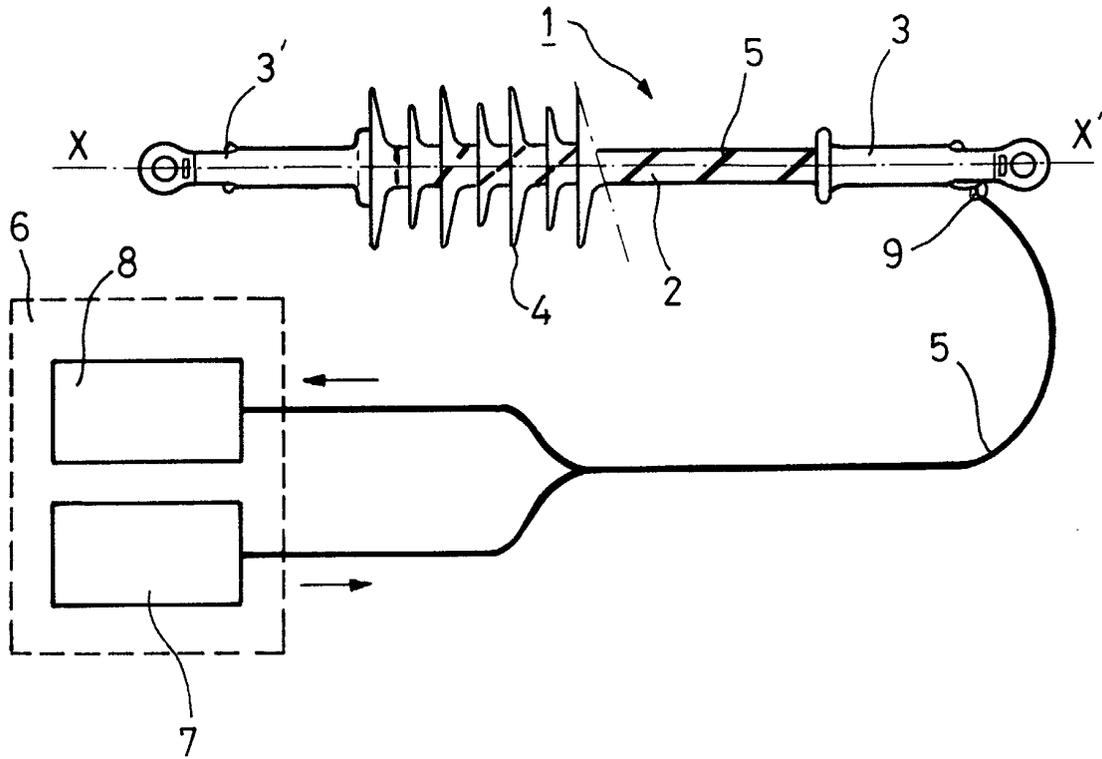
40

45

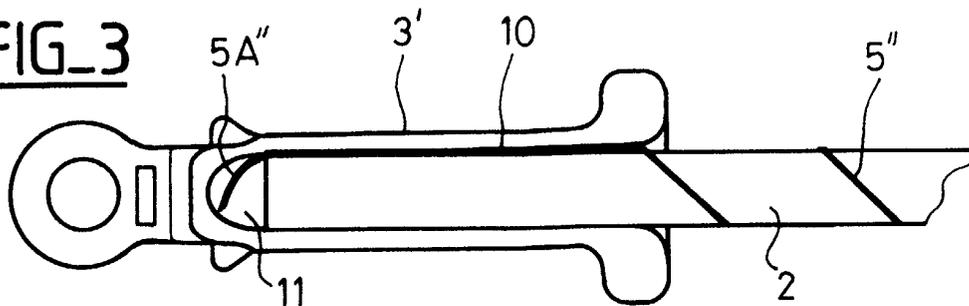
50

55

FIG_1



FIG_3





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 29 1169

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	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 017 (E-1488), 12 janvier 1994 (1994-01-12) & JP 05 258629 A (NGK INSULATORS LTD), 8 octobre 1993 (1993-10-08) * abrégé *	1-10	H01B17/32
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 513 (E-847), 16 novembre 1989 (1989-11-16) & JP 01 209609 A (NGK INSULATORS LTD), 23 août 1989 (1989-08-23) * abrégé *	1-10	
A	FR 2 687 830 A (CORTAILLOD CABLES SA) 27 août 1993 (1993-08-27)		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01B G02B
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
LA HAYE	27 août 2002	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 03/92 (P04002)

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

EP 02 29 1169

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.

27-08-2002

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 05258629 A	08-10-1993	AUCUN	
JP 01209609 A	23-08-1989	JP 2071437 C JP 7114084 B	10-07-1996 06-12-1995
FR 2687830 A	27-08-1993	FR 2687830 A1	27-08-1993

EPO FORM P0480

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