



⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt : **94402087.4**

⑤① Int. Cl.⁶ : **H01B 9/02**

㉔ Date de dépôt : **20.09.94**

③⑩ Priorité : **21.09.93 FR 9311234**

④③ Date de publication de la demande :
22.03.95 Bulletin 95/12

⑧④ Etats contractants désignés :
DE DK FR GB IT NL SE

⑦① Demandeur : **ALCATEL CABLE**
30, rue des Chasses
F-92100 Clichy (FR)

⑦② Inventeur : **Prigent, Madeleine**
10 Allée des fraises
1460 Marcoussis (FR)
Inventeur : **Janah, Hakim**
8 Rue du sémaphore
F-62100 Sangatte (FR)
Inventeur : **Gadessaud, Robert**
25 Rue de La Collégiale
F-75005 Paris (FR)
Inventeur : **Bezille, José**
32 Rue des Poilus
F-59240 Dunkerque (FR)

⑦④ Mandataire : **Laroche, Danièle et al**
c/o SOSPI
14-16 rue de la Baume
F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Structure d'isolement pour câble.**

⑤⑦ La présente invention a pour objet une structure d'isolement pour câble comportant au moins une première couche semi-conductrice contigüe et coaxiale à l'âme du câble, entourée d'une deuxième couche électriquement isolante, elle-même recouverte par une troisième couche semi-conductrice, caractérisée par le fait que lesdites couches conductrices sont composées exclusivement d'une matrice comportant des polymères apolaires dont les composants ont une masse molaire supérieure à 1000 et d'une charge conductrice.

La présente invention concerne une structure d'isolement pour câble moyenne, haute, et très haute tension transportant du courant continu ou alternatif.

Ces câbles sont généralement constitués d'une âme conductrice entourée d'une structure d'isolement qui lui est coaxiale. Cette structure comporte au moins une première couche semi-conductrice placée au contact de l'âme du câble, elle-même entourée d'une deuxième couche électriquement isolante, à son tour recouverte par une troisième couche semi-conductrice. D'autres couches extérieures servent à la protection du câble.

La couche isolante est habituellement à base de polyéthylène haute densité ou basse densité, de polyéthylène réticulé, ou bien encore de terpolymère d'éthylène-propylène-diène à chaîne principale méthylène (EPDM).

Les couches semi-conductrices sont en général composées d'une matrice polaire, le plus souvent un copolymère d'éthylène et d'acrylate d'alkyl, qui est chargée par du noir de carbone. La quantité de charge varie suivant la nature du noir de carbone utilisé. Pour un noir d'acétylène ou un noir au four, la proportion de charge est généralement comprise entre 28% et 40%.

La rigidité diélectrique d'un tel câble est très liée à la qualité de l'interface entre la couche semi-conductrice et la couche isolante. La moindre aspérité au niveau de cette interface peut provoquer un renforcement du champ électrique et conduire au claquage et à la perforation de la couche isolante.

Pour obtenir lors de l'extrusion une interface aussi lisse que possible, la matrice des couches semi-conductrices des câbles haute tension actuellement commercialisés est généralement à base d'un polymère d'indice de fluidité ou "melt index" élevé de l'ordre de 17 (Un "melt index" élevé est le signe de la présence de faibles masses molaires, il est mesuré suivant les normes ASTM référence D1238 ou NFT 51-016), et possédant une distribution très large en masses molaires. Mais on a constaté dans la couche isolante, à proximité des couches semi-conductrices, l'apparition de charges d'espace dont l'accumulation entraîne une détérioration de la tenue diélectrique de l'isolant pouvant aller jusqu'au claquage.

Certains fabricants de semi-conducteurs utilisent des matrices apolaires à base d'un copolymère de l'éthylène (EPR: élastomère thermoplastique d'éthylène-propylène, ou EPDM: terpolymère d'éthylène-propylène-diène à chaîne principale méthylène), auxquelles ils ajoutent des huiles ou des plastifiants pour faciliter l'obtention d'un bon état de surface de la couche semi-conductrice. Or ces huiles ou plastifiants diffusent dans la couche isolante et créent au niveau de l'interface entre la couche semi-conductrice et la couche isolante, où le champ électrique est le plus élevé, une région de plus faible rigidité diélectrique.

La présente invention a pour but de procurer une structure d'isolement pour câble moyenne, haute, et très haute tension transportant du courant continu ou alternatif, présentant des caractéristiques diélectriques plus stables au cours du temps que celles connues jusqu'à présent.

L'objet de la présente invention est une structure d'isolement pour câble comportant au moins une première couche semi-conductrice contigüe et coaxiale à l'âme du câble, entourée d'une deuxième couche électriquement isolante, elle-même recouverte par une troisième couche semi-conductrice. Les couches semi-conductrices sont composée exclusivement d'une matrice comportant des polymères apolaires dont les composants ont une masse molaire supérieure à 1000 et d'une charge conductrice.

De préférence, les composants de la matrice ont une masse moléculaire supérieure à 5000.

Si les couches semi-conductrices contiennent des composés de faibles masses molaires ou des additifs, comme des huiles ou des plastifiants, ces composés migrent dans la couche isolante. Ce phénomène a pour conséquence la formation de charges d'espaces qui vont provoquer des renforcement de champ électrique et peuvent conduire ultérieurement à des claquages. Ce renforcement de champ est lié à la quantité de charges formées mais également à leur mobilité: une quantité de charges uniformément réparties ne donnant pas de renforcement de champ aussi important que la même quantité de charges localisées. Cette migration peut se produire au cours de la mise en oeuvre ou au cours du fonctionnement du câble.

L'emploi d'une couche semi-conductrice de composition selon l'invention ne comportant que des composés de masse molaire élevée, empêche la migration d'espèces dans la couche isolante et par là même l'accumulation de charges d'espace à proximité des interfaces.

Selon une première variante de réalisation, la matrice est choisie parmi le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrène, et leurs copolymères, les alliages de polymères choisis parmi le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrène, et leurs copolymères, et les mélanges des composés choisis parmi le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrène, leurs copolymères, et les alliages précédemment cités.

Selon une deuxième variante de réalisation, la matrice est choisie parmi les élastomères thermoplastiques polyoléfiniques et leurs mélanges.

Du choix des polymères constituants la matrice dépendra la qualité de son interface avec la couche isolante et les propriétés mécaniques de la couche semi-conductrice obtenue, sans nécessiter le recours à des additifs.

La présente invention a pour avantage de stabiliser les caractéristiques diélectriques de la structure d'isolement en supprimant la migration des compo-

sés de faible masse molaire. En conséquence, la qualité de l'interface entre les différentes couches devient un paramètre moins critique.

La charge est un noir de carbone contenant le moins possible d'impuretés. On peut utiliser un noir au four ou un noir "KETJEN", mais on choisira de préférence, un noir d'acétylène qui est beaucoup plus pur.

Dans certain cas la matrice contient en outre un agent de réticulation. Après mise en forme du matériau par extrusion, on peut le réticuler en vue d'améliorer ses propriétés thermomécaniques. Ces propriétés sont particulièrement critiques pour les câbles transportant du courant alternatif.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture des exemples suivants, donnés bien entendu à titre illustratif et non limitatif, et en référence au dessin annexé dans lequel:

- la figure 1 montre le schéma général de l'installation d'essai de l'onde de pression,
- la figure 2 représente une vue de dessus de l'échantillon de la structure d'isolement pour l'essai de l'onde de pression,
- la figure 3 une coupe schématique de l'échantillon de la figure 2.

L'essai de l'onde de pression est effectué à l'aide de l'installation représentée sur la figure 1. Ce test permet d'évaluer le renforcement du champ électrique dans une structure d'isolement.

Un échantillon 1 de la structure d'isolement pour l'essai de l'onde de pression est représenté vue de dessus sur la figure 2 et en coupe sur la figure 3. Sur une surface circulaire de diamètre A 20mm, on trouve superposées:

- une première couche 2 semi-conductrice d'épaisseur B 0,5mm,
- une deuxième couche 3 électriquement isolante d'épaisseur C 0,8mm,
- une troisième couche 4 semi-conductrice identique à la couche 2.

L'installation représentée sur la figure 1, se compose d'un laser 10 "YAg" dont le faisceau est envoyé sur une cible 11 correspondant à l'échantillon 1 dont chaque semiconducteur constitue une électrode (+) et (-). Ce faisceau absorbé en surface de l'électrode 2 (-) décompose cette surface par pyrolyse, et les gaz émis provoquent une onde de pression qui traverse l'échantillon. Cette onde module les charges-images sur les électrodes et donne accès à la densité de charge volumique dans l'échantillon.

Une photodiode 12 permet de synchroniser un détecteur 13 au laser 10. Le circuit est alimenté électriquement par une alimentation haute tension 14 munie d'une résistance 15. Les données enregistrées sont transférées pour être traitées par un ordinateur 16 et représentées en fonction du temps sur un enregistreur graphique 17. Le laser 10 envoie une onde sur

la cible 11 provoquant l'apparition de charges d'espace et la modification de la répartition du champ électrique qui alors est mesurée par le détecteur 13.

EXEMPLE 1

On réalise un échantillon de la structure d'isolement selon l'art antérieur, analogue à l'échantillon représenté sur la figure 2, comportant:

- une première couche semi-conductrice composée d'une matrice polaire à base d'un copolymère d'éthylène et d'acrylate d'alkyl dont le "melt index" a pour valeur 8 et dont la teneur en ester est de 20%, à laquelle est ajoutée une charge de noir d'acétylène dans une proportion de 66 parts en poids par rapport à 100 parts de la matrice,
- une deuxième couche électriquement isolante composée d'un élastomère thermoplastique oléfinique,
- une troisième couche semi-conductrice identique à la première couche.

Cet échantillon est alors soumis à l'essai d'onde de pression à l'aide de l'installation représentée sur la figure 1. On constate l'apparition dans des proportions importantes de charges négatives à la cathode 2. Le renforcement du champ est alors supérieur à 20% et les charges restent piégées dans le matériau plusieurs heures après la coupure de la tension.

EXEMPLE 2

On réalise un échantillon de la structure d'isolement selon l'art antérieur, analogue à l'échantillon représenté sur la figure 2, comportant:

- une première couche semi-conductrice composée d'une matrice polaire à base d'un copolymère d'éthylène et d'acrylate d'alkyl dont le "melt index" a pour valeur 8 et dont la teneur en ester est de 20%, à laquelle est ajoutée une charge de noir d'acétylène dans une proportion de 66 parts en poids par rapport à 100 parts de la matrice,
- une deuxième couche électriquement isolante composée d'un polyéthylène réticulé chimiquement (PRC),
- une troisième couche semi-conductrice identique à la première couche.

Cet échantillon est alors soumis à l'essai d'onde de pression à l'aide de l'installation représentée sur la figure 1. On constate l'apparition dans des proportions importantes de charges négatives à proximité de la cathode 2 et qui restent piégées dans la matrice de la couche isolante après coupure de la tension. Le renforcement du champ est supérieur à 20%.

EXEMPLE 3

On réalise un échantillon de la structure d'isolement selon l'invention, analogue à l'échantillon représenté sur la figure 2, comportant:

- une première couche semi-conductrice composée d'une matrice apolaire à laquelle est ajoutée une charge de noir d'acétylène dans une proportion de 66 parts en poids par rapport à 100 parts de la matrice; la matrice contient d'une part 20% de polyéthylène (PE) dont le "melt index" a pour valeur 2 et dont la masse molaire est comprise entre 10^3 et 10^7 et centrée sur $1,1 \cdot 10^6$, et d'autre part 80% d'un copolymère d'éthylène et de propylène contenant environ 50% en poids d'éthylène dont la viscosité "MOONEY" (mesurée selon la norme NFT 43005) est de l'ordre de 40 et dont la masse molaire est comprise entre 10^3 et 10^7 et centrée sur $1,2 \cdot 10^5$,
- une deuxième couche électriquement isolante composée d'un polyéthylène réticulé chimiquement (PRC),
- une troisième couche semi-conductrice identique à la première couche.

Cet échantillon est alors soumis à l'essai d'onde de pression à l'aide de l'installation représentée sur la figure 1. Le renforcement du champ électrique est inférieur à 10%, et après coupure de la tension il ne subsiste pas de charges piégées dans le matériau isolant.

EXEMPLE 4

On réalise un échantillon de la structure d'isolement selon l'invention, analogue à l'échantillon représenté sur la figure 2, comportant:

- une première couche semi-conductrice composée d'une matrice apolaire à laquelle est ajoutée une charge de noir d'acétylène dans une proportion de 66 parts en poids par rapport à 100 parts de la matrice; la matrice contient d'une part 20% de polyéthylène (PE) dont le "melt index" a pour valeur 2 et dont la masse molaire est centrée sur $1,1 \cdot 10^6$, et d'autre part 80% d'un copolymère d'éthylène et de propylène contenant environ 50% en poids d'éthylène dont la viscosité "MOONEY" (selon la norme NFT 43005) est de l'ordre de 40 et dont la masse molaire est comprise entre 10^3 et 10^7 et centrée sur $1,2 \cdot 10^5$,
- une deuxième couche électriquement isolante composée d'un élastomère thermoplastique oléfinique,
- une troisième couche semi-conductrice identique à la première couche.

Cet échantillon est alors soumis à l'essai d'onde de pression à l'aide de l'installation représentée sur la

figure 1. Le renforcement du champ électrique est inférieur à 10%, et après coupure de la tension il ne subsiste pas de charges piégées dans le matériau isolant.

EXEMPLE 5 Comparaison

Un échantillon analogue à celui décrit dans l'exemple 4 est préparé mais en ajoutant à la matrice des couches semi-conductrices, une huile paraffinique à raison de 5% en poids par rapport à la matrice.

Cet échantillon est alors soumis à l'essai d'onde de pression à l'aide de l'installation représentée sur la figure 1. Le renforcement du champ dans ce cas est de 140%.

Bien entendu la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits, mais elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art sans que l'on ne s'écarte de l'esprit de l'invention. En particulier, on pourra sans sortir du cadre de l'invention remplacer tout moyen par un moyen équivalent.

25 **Revendications**

1./ Structure d'isolement pour câble comportant au moins une première couche semi-conductrice contigüe et coaxiale à l'âme du câble, entourée d'une deuxième couche électriquement isolante, elle-même recouverte par une troisième couche semi-conductrice, caractérisée par le fait que lesdites couches semi-conductrices sont composée exclusivement d'une matrice comportant des polymères apolaires dont les composants ont une masse molaire supérieure à 1000 et d'une charge conductrice.

2./ Structure selon la revendication 1, dans laquelle les composants de ladite matrice ont une masse molaire supérieure à 5000.

3./ Structure selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle ladite matrice est choisie parmi le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrène, et leurs copolymères, les alliages de polymères choisis parmi le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrène, et leurs copolymères, et les mélanges des composés précédemment cités.

4./ Structure selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle ladite matrice est choisie parmi les élastomères thermoplastiques polyoléfiniques et leurs mélanges.

5./ Structure selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle ladite charge est du noir d'acétylène.

6./ Structure selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle ladite matrice contient en outre un agent de réticulation.

FIG.1

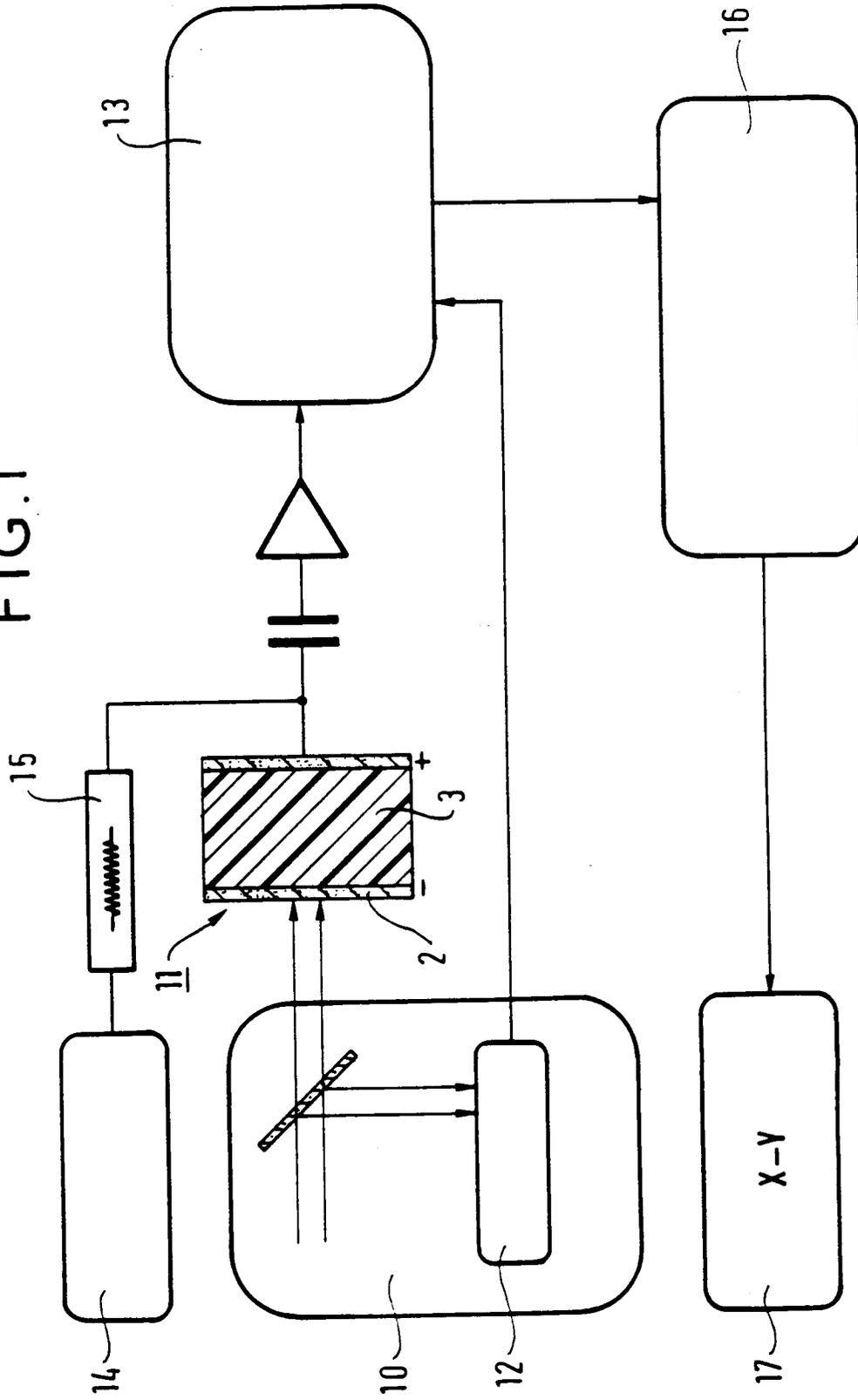


FIG. 2

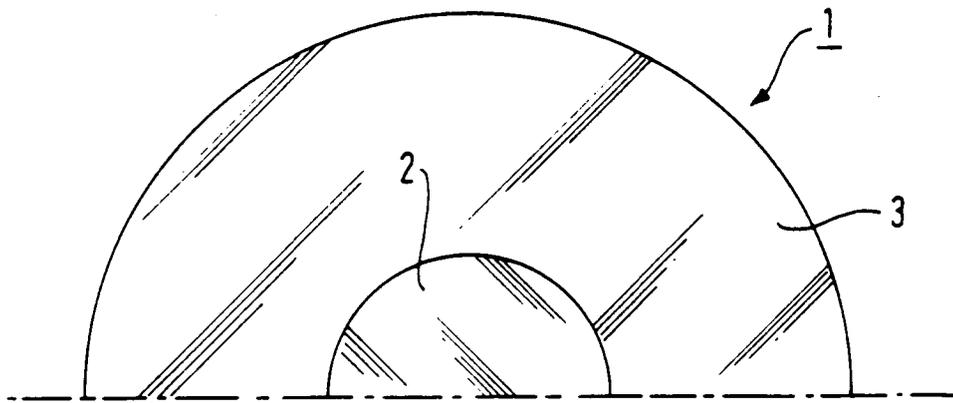
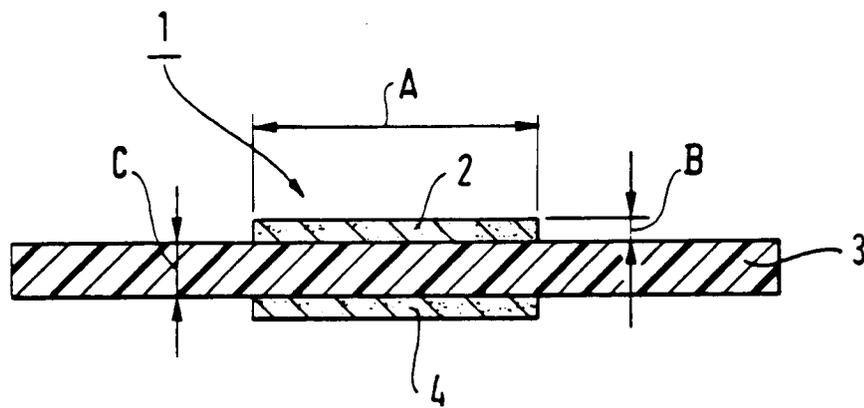


FIG. 3





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 2087

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 057 604 (NIPPON UNICAR) * revendications 1,4,13 * ---	1-3	H01B9/02
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 254 (E-1213) 9 Juin 1992 & JP-A-40 056 009 (CENTRAL RES INST OF ELECTRIC POWER IND) 24 Février 1992 * abrégé * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			H01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 23 Décembre 1994	Examinateur 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)