



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 645 781 B2**

(12) **NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la
décision concernant l'opposition:
07.06.2000 Bulletin 2000/23

(51) Int. Cl.⁷: **H01B 9/02**

(45) Mention de la délivrance du brevet:
09.04.1997 Bulletin 1997/15

(21) Numéro de dépôt: **94402053.6**

(22) Date de dépôt: **14.09.1994**

(54) **Câble d'énergie à rigidité diélectrique améliorée**

Energiekabel mit verbesserter dielektrischen Festigkeit

Power cable with improved dielectric strength

(84) Etats contractants désignés:
CH DE DK FR GB IT LI NL SE

(30) Priorité: **17.09.1993 FR 9311117**
14.10.1993 FR 9312227

(43) Date de publication de la demande:
29.03.1995 Bulletin 1995/13

(73) Titulaire: **ALCATEL CABLE**
92100 Clichy (FR)

(72) Inventeurs:
• **Janah, Hakim**
F-62100 Sangatte (FR)
• **Bezille, José**
F-59240 Dunkerque (FR)
• **Becker, Jean**
F-62610 Autingues (FR)
• **Assier, Jean-Claude**
F-91860 Epinay S/S Senart (FR)
• **Aladenize, Bernard**
F-91360 Epinay sur Orge (FR)

• **Le Mehaute, Alain**
F-91190 Gif sur Yvette (FR)

(74) Mandataire:
Buffière, Michelle et al
COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL
Dépt. Propriété Industrielle,
30, avenue Kléber
75116 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 112 522 **EP-A- 0 195 257**
GB-A- 2 091 030 **GB-A- 2 165 689**
JP-A- 2 018 811 **US-A- 3 666 876**
US-A- 3 792 192

• **"Elektrisch leitende Kunststoffe", éds. H.J. Mair**
et S. Roth, Hansa Verlag, 1986, pages VII-IX, 16,
40, 41, 237-250, 253-262 et 347-359
• **"etz", vol. 109, no. 20, 1988, pages 946-951**
• **"Kunststoffe", Vol. 79, No. 6, pages 510-514,**
1989

EP 0 645 781 B2

Description

[0001] La présente invention concerne les câbles d'énergie en haute tension et à courant continu ou alternatif. Elle porte plus particulièrement sur un tel câble d'énergie à rigidité diélectrique améliorée.

[0002] Ce câble d'énergie comporte un isolant polymérique de préférence extrudé. En général l'isolant recouvre un écran semi-conducteur interne, recouvrant lui-même l'âme conductrice du câble, et est recouvert d'un écran semi-conducteur externe. Cet isolant polymérique présente une rigidité diélectrique intrinsèque élevée. Sa rigidité diélectrique pratique, obtenue sur le câble, est inférieure à sa rigidité intrinsèque. Cette différence est due essentiellement à la présence d'impuretés ou de cavités, qui se sont introduites ou formées avant et/ou pendant la mise en oeuvre de l'isolant sur le câble, donnent lieu à des concentrations locales de champ électrique dans l'isolant et sont à l'origine de possibles défauts électriques à travers l'isolant du câble.

[0003] Le document JP-A-2-18811 décrit un câble d'énergie à isolant polymérique contenant de 0,2 à 1,5% en masse de noir de carbone. L'isolant ainsi modifié peut être mis en oeuvre directement sur l'âme conductrice du câble. La faible quantité de noir de carbone qu'il contient réduit les risques de défauts électriques pouvant être dus aux irrégularités périphériques de l'âme et aux impuretés ou cavités internes de l'isolant, en améliorant l'homogénéité de répartition du champ électrique et donc la fiabilité du câble. Elle confère à l'isolant une légère conductivité électrique, en tant que telle faible mais non nulle.

[0004] Cette conductivité est constante et directement liée à la conductivité électrique intrinsèque du noir de carbone, typiquement de 10 à 100 S/cm, contenu dans l'isolant. Elle favorise les courants de fuite dans l'isolant et augmente ses pertes diélectriques. Elle diminue la rigidité diélectrique intrinsèque de l'isolant ainsi modifié et par là sa rigidité diélectrique pratique sur le câble, ceci indépendamment de la présence ou non d'irrégularités ou de cavités internes.

[0005] La présente invention a pour but de réaliser un câble d'énergie dont l'isolant polymérique est de rigidité diélectrique élevée, qui ne s'adapte que localement à de possibles impuretés ou cavités.

[0006] Elle a pour objet un câble d'énergie en courant continu à rigidité diélectrique améliorée, comportant une âme électrique et une première couche diélectrique polymérique d'isolation de ladite âme, caractérisé en ce que ladite première couche diélectrique est constituée par une matrice polymérique isolante contenant au moins un polymère conducteur, qui est incorporé dans ladite matrice polymérique avec un taux massique tel que la conductivité électrique résultante de ladite première couche diélectrique est inférieure à 10^{-14} S/cm

et qui rend ladite conductivité électrique résultante de

ladite première couche auto-adaptative localement en présence de défauts, en étant croissante en fonction du champ électrique dû au défaut en un point donné.

[0007] Elle a en outre pour objet un câble d'énergie en courant alternatif à rigidité diélectrique améliorée, comportant une âme électrique et une première couche diélectrique polymérique d'isolation de ladite âme, caractérisé en ce que ladite première couche diélectrique est constituée par une matrice polymérique isolante contenant au moins un polymère conducteur, qui est incorporé dans ladite matrice polymérique avec un taux massique tel que la conductivité électrique résultante de ladite première couche diélectrique est inférieure à 10^{-10} S/cm et qui rend ladite conductivité électrique résultante de ladite première couche auto-adaptative localement en présence de défauts, en étant croissante en fonction du champ électrique dû au défaut en un point donné. Les caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description donnée ci-après en référence aux dessins ci-annexés. Dans ces dessins :

- la figure 1 est une vue en coupe d'un câble d'énergie selon l'invention,
- la figure 2 est une vue en coupe d'une variante de réalisation du câble de la figure 1.

[0008] On notera au préalable que toutes les valeurs de conductivités électriques sont données à température ambiante.

[0009] Le câble représenté dans la figure 1 comporte une âme conductrice 1, formée par un toron conducteur mais pouvant aussi bien être formée par un conducteur unique, qui est entourée d'un écran semi-conducteur interne 2, lui-même entouré d'une couche diélectrique d'isolation 3, à son tour entourée d'un écran semi-conducteur externe 4. Une gaine de protection 5 entoure l'écran semi-conducteur externe 4 et assure la protection du câble. Elle est en particulier en plomb ou en alliage de plomb. Elle peut être isolante et alors de préférence associée à un écran métallique de masse directement sous-jacent.

[0010] Dans ce câble, selon l'invention, la couche diélectrique d'isolation 3 est constituée par une matrice polymérique isolante dans laquelle est incorporé au moins un polymère conducteur, avec un taux massique tel que la conductivité électrique résultante de la couche diélectrique 3 est inférieure à 10^{-14} S/cm en courant continu, et à 10^{-10} S/cm en courant alternatif.

[0011] La conductivité électrique ou la constante diélectrique de la couche 3 dans le câble selon l'invention, selon le type de polymère conducteur qu'il contient en quantité limitée, croît de manière substantielle localement, en présence d'un défaut en un point quelconque, en étant variable d'un point à un autre en fonction des défauts en ces points.

[0012] La couche diélectrique 3 est dite en conséquence auto-adaptative localement selon les différents

défauts qu'elle présente. Elle permet ainsi d'homogénéiser la répartition du champ électrique à travers elle sur toute la longueur du câble, en réduisant les risques de claquage dus à ces défauts.

[0013] Le polymère conducteur peut être par exemple un polymère non dopé, dédopé ou autodopé.

[0014] On rappelle qu'un polymère conducteur non dopé est un polymère dont la synthèse ne fait pas appel à l'introduction de dopant, tel que la polyaniline obtenue par réaction de polycondensation de l'aniline et de la quinone, ou le polyacétylène dont la polymérisation a été amorcée au moyen d'un catalyseur de type Ziegler-Natta.

[0015] Un polymère conducteur autodopé est un polymère obtenu par greffage d'un dopant au cours de sa synthèse, comme par exemple la polyaniline greffée par un groupement sulfonique sur le cycle.

[0016] Un polymère conducteur dédopé est un polymère dopé au cours de sa synthèse, comme la polyaniline traitée au moyen d'acide chlorhydrique, puis dédopé par élimination de cet acide par un moyen approprié.

[0017] Pour obtenir les conductivités intrinsèques selon l'invention, et lorsque l'on utilise un polymère autodopé, son taux massique dans la couche diélectrique 3 est au plus de 2% en masse environ, aussi bien pour une utilisation en courant continu qu'en courant alternatif. Lorsque l'on utilise un polymère non dopé ou dédopé, son taux massique dans la couche 3 sera de préférence au plus égal à 5% en masse environ, aussi bien pour une utilisation en courant continu qu'alternatif.

[0018] L'un ou chacun des écrans semi-conducteurs interne 2 et externe 4 est avantageusement du type de celui décrit dans le document EP-A-0507676, qui est constitué par une matrice polymérique isolante et au moins un polymère conducteur, ce dernier étant choisi parmi des polymères non dopés et des polymères dopés puis dédopés, et étant incorporé dans la matrice polymérique avec un taux de 5 à 70% en masse, et de préférence de 20 à 30%, pour obtenir une conductivité des écrans semi-conducteurs inférieure ou égale à 1 S/cm.

[0019] En variante tout aussi avantageuse, l'un ou chacun de ces écrans semi-conducteurs est constitué par une matrice polymérique isolante et au moins un polymère conducteur autodopé en particulier du type de celui décrit dans le document EP-A-0512926, qui est incorporé avec un taux massique supérieur à 5% en masse, et de préférence compris entre 10 et 40% en masse dans la matrice polymérique.

[0020] Les concentrations et conductivités données pour les écrans semi-conducteurs sont valables aussi bien en courant continu qu'alternatif.

[0021] La matrice polymérique de la couche diélectrique 3 comprend, comme celle des écrans semi-conducteurs 2 et 4, au moins un polymère thermoplastique, choisi parmi les résines acryliques, styréniques, vinyliques et celluloses, les polyoléfinés, les polymères

fluorés, les polyéthers, les polyimides, les polycarbonates, les polyuréthanes, les silicones, leurs copolymères, et les mélanges entre homopolymères et entre homopolymères et copolymères.

[0022] En particulier, ce polymère thermoplastique est choisi parmi le polypropylène (PP), le polyéthylène (PE), le copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle (EVA), l'éthylène-propylène-diène-monomère (EPDM), le polyvinylidène fluoré (PVDF), l'éthylène-butylacrylate (EBA), seuls ou en mélange.

[0023] En variante, la matrice polymérique comprend au moins un polymère thermodurcissable choisi parmi les polyesters, les résines époxydes et les résines phénoliques.

[0024] Le ou les polymères non dopés ou dopés et alors dédopés de la couche diélectrique 3, comme celui ou ceux possibles des écrans semi-conducteurs 2 et 4, sont choisis dans le groupe comprenant la polyaniline, le polythiophène, le polypyrrole, le polyacétylène, le polyparaphénylène, les polyalkylthiophènes, leurs dérivés et leurs mélanges.

[0025] Ces polymères non dopés et dédopés ne contiennent pas de groupements ioniques. Leur conductivité électrique intrinsèque, mesurée en courant continu, est très faible et de l'ordre de 10^{-10} à 10^{-9} S/cm. La conductivité de la couche diélectrique 3, contenant au plus 5% du polymère non dopé ou dédopé, est de l'ordre et même inférieure à 10^{-14} S/cm pour une utilisation en courant continu et aux bas champs électriques, et inférieure à 10^{-10} S/cm pour une utilisation en courant alternatif et aux bas champs électriques, c'est-à-dire en l'absence de défauts ou en présence de défauts négligeables, ce qui ne dégrade pas la rigidité diélectrique élevée de cette couche. Elle peut être localement de l'ordre de 10^{-9} S/cm aux champs électriques élevés en présence de défauts, ce qui ne dégrade que localement et de manière adaptée aux défauts la rigidité diélectrique mais permet la répartition des champs élevés en ces points en évitant les risques de claquage résultants.

[0026] Le ou les polymères autodopés de la couche diélectrique 3, comme celui ou ceux possibles des écrans semi-conducteurs 2 et 4, sont choisis parmi les polyanilines autodopées présentant des noyaux benzéniques ou benzéniques et quinoniques, qui portent des greffons constitués pour les uns par un radical hydrocarboné, comportant de 2 à 8 atomes de carbone et interrompu par au moins un hétéro-atome, et pour les autres par une fonction acide fort ou un de ses sels, ledit hétéro-atome étant lui-même choisi parmi O et S et la fonction acide fort parmi les résidus d'acides sulfoniques, phosphoniques et phosphoriques ou de leurs sels.

[0027] La conductivité électrique intrinsèque, mesurée en courant continu, de ces polymères autodopés est en moyenne de l'ordre de 10^{-3} à 10^{-2} S/cm. Elle est en outre ajustable à souhait entre 10^{-5} et 1 S/cm, par variation du rapport moléculaire des deux types de greffons. La conductivité électrique de la couche diélectrique 3, constituée par la matrice polymérique ci-avant

à laquelle est ajouté au plus 2% en masse de ce polymère autodopé, est elle-même ajustable et de l'ordre ou inférieure à 10^{-14} S/cm pour une utilisation aux bas champs électriques en courant continu, et de l'ordre ou inférieure à 10^{-10} S/cm pour une utilisation en courant alternatif aux bas champs électriques. Cette rigidité diélectrique baisse avec l'augmentation du champ électrique. Par contre, la conductivité électrique et la constante diélectrique d'une telle couche diélectrique croissent fortement avec le champ électrique et permettent alors de supporter sans problème une concentration locale importante de charges d'espace et de répartir ces charges.

[0028] En variante donnée par rapport à la figure 1 et non représentée, la couche diélectrique 3 précitée entoure directement l'âme du câble et est directement recouverte par la gaine de protection 5, les deux écrans semi-conducteurs interne et externe étant supprimés.

[0029] Dans la variante de réalisation selon la figure 2, les références identiques à celles de la figure 1 désignent des parties identiques à celles de cette figure 1.

[0030] Le câble représenté dans cette figure 2, comporte une couche diélectrique interne 7, entre l'âme conductrice 1 et la couche diélectrique 3, et une couche diélectrique externe 8, entre la couche diélectrique 3 et la gaine de protection 5.

[0031] Chacune de ces deux couches diélectriques 7 et 8 est constituée par au moins l'un des polymères de la matrice polymérique isolante précitée et au moins un polymère conducteur incorporé dans cette matrice, avec un taux de 5 à 20% en masse. Son polymère conducteur est au moins l'un des trois types polymères conducteurs précités, mais est de préférence choisi parmi les seuls polymères non dopés ou dédopés. Il est ajouté à la matrice polymérique de la couche diélectrique avec un taux inférieur ou égal à 20% en masse et supérieur à 5% en masse.

[0032] La conductivité électrique résultante des couches 7 et 8 est de 10^{-14} à 1 S/cm pour une utilisation en courant continu, et de 10^{-10} à 1 S/cm pour une utilisation en courant alternatif.

[0033] La conductivité électrique de ces couches diélectriques interne 7 et externe 8 à polymère dopé ou non dopé peut en atteindre quelques Siemens/cm, lorsqu'elles sont soumises à des champs électriques élevés.

[0034] En variante donnée par rapport à cette figure 2, le câble comporte deux écrans semi-conducteurs comme dans la figure 1, l'écran interne étant recouvert par la couche diélectrique interne 7 et l'écran externe recouvrant la couche diélectrique externe 8.

[0035] En variante également, illustrée en pointillés sur cette même figure 2, l'une ou chacune des couches diélectriques interne 7 et externe 8 est divisée en plusieurs couches élémentaires, telles 7A et 7B et 8A et 8B, ayant un taux massique de polymère conducteur qui reste compris entre 5 et 20% mais est différent

d'une couche élémentaire à l'autre. Ce taux de polymère conducteur des couches élémentaires de la couche interne 7 est décroissant successivement, depuis la couche élémentaire la plus interne 7A en contact avec l'âme. Il est par contre croissant dans la couche externe 8, depuis la couche élémentaire la plus interne 8A en contact avec la couche diélectrique 3 jusqu'à la couche élémentaire la plus extérieure 8B en contact avec la gaine de protection 5.

[0036] Les couches diélectriques interne 7 et externe 8 ou leurs éventuelles couches élémentaires jouent le rôle d'écrans semi-conducteurs interne et externe lorsqu'elles sont soumises à des champs électriques élevés, qui sont dus à leurs défauts internes et en outre aux irrégularités périphériques de l'âme conductrice ou à des défauts de la gaine de protection. Elles jouent le rôle de couche diélectrique aux bas champs électriques.

[0037] Pour une utilisation en courant continu, la conductivité électrique de la couche 7A est comprise entre 10^{-9} et 1 S/cm, celle de la couche 7B entre 10^{-14} et 10^{-9} S/cm, celle de la couche 8A entre 10^{-14} et 10^{-9} S/cm, et celle de la couche 8B entre 10^{-9} et 1 S/cm.

[0038] Pour une utilisation en courant alternatif, la conductivité électrique de la couche 7A est comprise entre 10^{-5} et 1 S/cm, celle de la couche 7B entre 10^{-10} et 10^{-5} S/cm, celle de la couche 8A entre 10^{-10} et 10^{-5} S/cm, et celle de la couche 8B entre 10^{-5} et 1 S/cm.

[0039] Parmi les principaux avantages que présentent les câbles d'énergie selon l'invention et qui conduisent à une plus grande fiabilité de ces câbles d'énergie, on cite notamment:

- l'augmentation globale de la rigidité diélectrique du câble, due d'une part à la rigidité diélectrique intrinsèque laissée élevée de la ou des couches diélectriques de ce câble et d'autre part à la rigidité diélectrique pratique résultante, qui reste égale à cette valeur intrinsèque dans toutes les zones exemptes de défauts et n'est modifiée que localement en présence d'un défaut et en fonction de ce défaut,
- une augmentation du champ électrique maximal admissible localement, pouvant passer d'une valeur typique de l'ordre de 10 kV/mm dans certains types de câbles d'énergie selon l'art connu à une valeur de 20 à 30 kV/mm dans ces mêmes types de câbles selon l'invention,
- une augmentation possible de l'énergie transmise par le câble, par augmentation de la haute tension de service des câbles,
- une diminution de l'épaisseur de la couche diélectrique d'isolation, à performances des câbles conservées.

[0040] Bien évidemment, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits.

[0041] Notamment, lorsque le câble selon l'inven-

tion comporte des écrans semi-conducteurs en tant que tels, ces derniers peuvent être constitués soit des matériaux décrits plus haut, soit des matériaux classiques utilisés pour les écrans semi-conducteurs dans les câbles de l'art antérieur.

[0042] Par ailleurs, les câbles selon l'invention peuvent être réalisés en utilisant les procédés classiques de fabrication de ce type de câbles.

[0043] Enfin, dans le mode de réalisation représenté en figure 2, il est possible de réaliser plus de deux couches élémentaires pour chacune des couches 7 et 8.

Revendications

1. Câble d'énergie en courant continu à rigidité diélectrique améliorée, comportant une âme électrique (1) et une première couche diélectrique polymérique d'isolation (3) de ladite âme, caractérisé en ce que ladite première couche diélectrique est constituée par une matrice polymérique isolante contenant au moins un polymère conducteur, qui est incorporé dans ladite matrice polymérique avec un taux massique tel que la conductivité électrique résultante de ladite première couche est inférieure à 10^{-14} S/cm à température ambiante et qui rend ladite conductivité électrique résultante de ladite première couche auto-adaptative localement en présence de défauts, en étant croissante en fonction du champ électrique dû au défaut en un point donné.
2. Câble d'énergie en courant alternatif à rigidité diélectrique améliorée comportant une âme électrique (1) et une première couche diélectrique polymérique d'isolation (3) de ladite âme, caractérisé en ce que ladite première couche diélectrique est constituée par une matrice polymérique isolante contenant au moins un polymère conducteur, qui est incorporé dans ladite matrice polymérique avec un taux massique tel que la conductivité électrique résultante de ladite première couche est inférieure à 10^{-10} S/cm à température ambiante et qui rend ladite conductivité électrique résultante de ladite première couche auto-adaptative localement en présence de défauts, en étant croissante en fonction du champ électrique dû au défaut en un point donné.
3. Câble selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que ledit polymère conducteur est un polymère non dopé ou dédopé dont le taux massique dans ladite matrice polymérique est au plus égal à 5% environ.
4. Câble selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que ledit polymère conducteur est un polymère autodopé dont le taux massique dans

ladite matrice polymérique est au plus égal à 2% environ.

5. Câble selon l'une des revendications 1 à 4, comportant en outre un écran semi-conducteur interne (2), entre l'âme (1) et la première couche diélectrique (3), et un écran semi-conducteur externe (4), entre ladite première couche diélectrique (3) et une gaine extérieure de protection (5), caractérisé en ce que chacun desdits écrans est constitué par une matrice polymérique isolante contenant un polymère conducteur avec un taux massique tel que la conductivité électrique desdits écrans est inférieure ou égale à 1 S/cm.
6. Câble selon la revendication 5 caractérisé en ce que ledit polymère conducteur est un polymère non dopé ou dédopé dont le taux massique dans ladite matrice polymérique desdits écrans est compris entre 5 et 70%.
7. Câble selon la revendication 5 caractérisé en ce que ledit polymère conducteur est un polymère autodopé dont le taux massique dans ladite matrice polymérique desdits écrans est supérieur à 5%.
8. Câble selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une deuxième couche diélectrique supplémentaire interne (7), sous-jacente à ladite première couche diélectrique (3), et une troisième couche diélectrique supplémentaire externe (8), recouvrant ladite première couche diélectrique (3), chacune constituée par une matrice polymérique isolante contenant un polymère conducteur choisi parmi les polymères non dopés, dédopés et autodopés, la conductivité électrique desdites deuxième et troisième couches diélectriques étant comprise entre 10^{-14} et 1 S/cm pour une utilisation en courant continu, et entre 10^{-10} et 1 S/cm pour une utilisation en courant alternatif.
9. Câble selon la revendication 8, caractérisé en ce que au moins l'une des deuxième et troisième couches diélectriques comporte plusieurs couches élémentaires (7A, 7B; 8A, 8B) ayant entre elles des taux différents de polymère conducteur, ces taux étant décroissants dans les couches élémentaires successives de ladite deuxième couche diélectrique, depuis celle de ses couches élémentaires la plus interne, et étant croissants dans les couches élémentaires successives de ladite troisième couche diélectrique, depuis la couche élémentaire la plus interne de cette troisième couche diélectrique.

Claims

1. A DC power cable having improved dielectric

strength, the cable comprising an electrical core (1) and a first polymer dielectric layer (3) for insulating said core, the cable being characterized in that said first dielectric layer is constituted by an insulating polymer matrix containing at least one conductive polymer which is incorporated in said polymer matrix at a concentration by weight such that the resulting electrical conductivity of said first layer is less than 10^{-14} S/cm at ambient temperature, and which makes said resulting electrical conductivity of said first layer self-adaptive locally in the presence of defects, and increases as a function of the electric field due to the defect at a given point.

2. An AC power cable having improved dielectric strength, the cable comprising an electrical core (1) and a first polymer dielectric layer (3) for insulating said core, the cable being characterized in that said first dielectric layer is constituted by an insulating polymer matrix containing at least one conductive polymer which is incorporated in said polymer matrix at a concentration by weight such that the resulting electrical conductivity of said first layer is less than 10^{-10} S/cm at ambient temperature, and which makes said resulting electrical conductivity of said first layer self-adaptive locally in the presence of defects, and increases as a function of the electric field due to the defect at a given point.
3. A cable according to claim 1 or 2, characterized in that said conductive polymer is a polymer that is non-doped or de-doped and that its concentration in said polymer matrix is not more than about 5% by weight.
4. A cable according to claim 1 or 2, characterized in that said conductive polymer is a self-doped polymer whose concentration in said polymer matrix is not more than about 2% by weight.
5. A cable according to any one of claims 1 to 4, further including an inner semiconductive screen (2) between the core (1) and the first dielectric layer (3), and an outer semiconductive screen (4) between said first dielectric layer (3) and an outer protective sheath (5), characterized in that each of said screens is constituted by an insulating polymer matrix containing a conductive polymer at a concentration by weight such that the electrical conductivity of said screens is not greater than 1 S/cm.
6. A cable according to claim 5, characterized in that said conductive polymer is a polymer that is non-doped or de-doped at a concentration in said polymer matrix of said screens lying in the range 5% to 70% by weight.
7. A cable according to claim 5, characterized in that

said conductive polymer is a self-doped polymer whose concentration in said polymer matrix of said screens is greater than 5% by weight.

8. A cable according to any one of claims 1 to 7, characterized in that it further includes an additional second inner dielectric layer (7) underlying said first dielectric layer (3), and an additional outer third dielectric layer (8) overlying said first dielectric layer (3), each constituted by an insulating polymer matrix containing a conductive polymer selected from non-doped polymers, de-doped polymers, and self-doped polymers, the electrical conductivity of said second and third dielectric layers lying in the range 10^{-14} S/cm to 1 S/cm for DC use and in the range 10^{-10} S/cm to 1 S/cm for AC use.
9. A cable according to claim 8, characterized in that at least one of the second and third dielectric layers comprises a plurality of sublayers (7A, 7B; 8A, 8B) having mutually different concentrations of conductive polymer, said concentrations decreasing through the successive sublayers of said second dielectric layer going from the innermost sublayer, and increasing through the successive sublayers of said third dielectric layer going from the innermost sublayer of said third dielectric layer.

Patentansprüche

1. Gleichstrom-Energiekabel mit verbesserter dielektrischer Festigkeit, das eine elektrische Seele (1) und eine erste dielektrische Schicht (3) zu Isolierung aus Polymermaterial um die Seele herum enthält, dadurch gekennzeichnet, daß die erste dielektrische Schicht aus einer isolierenden Polymermatrix besteht, die mindestens ein leitendes Polymer enthält, welches in die Polymermatrix mit einem solchen Masseanteil eingebaut ist, daß die resultierende elektrische Leitfähigkeit der ersten Schicht unter 10^{-14} S/cm bei Umgebungstemperatur liegt, und welches die resultierende elektrische Leitfähigkeit der ersten Schicht lokal bei Vorliegen von Defekten selbstanpassend macht, wobei sie in Funktion des auf einen Defekt an einem gegebenen Punkt zurückgehenden elektrischen Feldes zunimmt.
2. Wechselstrom-Energiekabel mit verbesserter dielektrischer Festigkeit, das eine elektrische Seele (1) und eine erste dielektrische Schicht (3) zu Isolierung aus Polymermaterial um die Seele herum enthält, dadurch gekennzeichnet, daß die erste dielektrische Schicht aus einer isolierenden Polymermatrix besteht, die mindestens ein leitendes Polymer enthält, welches in die Polymermatrix mit einem solchen Masseanteil eingebaut ist, daß die resultierende elektrische Leitfähigkeit der ersten

- Schicht unter 10^{-10} S/cm bei Umgebungstemperatur liegt, und welches die resultierende elektrische Leitfähigkeit der ersten Schicht lokal bei Vorliegen von Defekten selbstanpassend macht, wobei sie in Funktion des auf einen Defekt an einem gegebenen Punkt zurückgehenden elektrischen Feldes zunimmt.
3. Kabel nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das leitende Polymer ein undotiertes oder entdotiertes Polymer ist, dessen Masseanteil in der Polymermatrix höchstens etwa 5% beträgt. 10
 4. Kabel nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das leitende Polymer ein autodotiertes Polymer ist, dessen Masseanteil in der Polymermatrix höchstens 2% beträgt. 15
 5. Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, das außerdem einen inneren halbleitenden Schirm (2) zwischen der Seele (1) und der ersten dielektrischen Schicht (3) sowie einen äußeren halbleitenden Schirm (4) zwischen der ersten dielektrischen Schicht (3) und einer äußeren Schutzhülle (5) enthält, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Schirme aus einer Polymermatrix aus isolierendem Material mit einem leitenden Polymer gebildet wird, dessen Masseanteil so gewählt ist, daß die elektrische Leitfähigkeit der Schirme höchstens 1 S/cm beträgt. 20
25
30
 6. Kabel nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das leitende Polymer ein undotiertes oder entdotiertes Polymer ist, dessen Masseanteil in der Polymermatrix der Schirme zwischen 5% und 70% liegt. 35
 7. Kabel nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das leitende Polymer ein autodotiertes Polymer ist, dessen Masseanteil in der Polymermatrix der Schirme größer als 5% ist. 40
 8. Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß es außerdem eine zweite zusätzliche innere dielektrische Schicht (7) unter der ersten dielektrischen Schicht (3) sowie eine dritte zusätzliche äußere dielektrische Schicht (8) über der ersten dielektrischen Schicht (3) aufweist, die je von einer isolierenden Polymermatrix und einem leitenden Polymer gebildet werden, das unter den undotierten, den entdotierten und den autodotierten Polymeren ausgewählt wird, wobei die elektrische Leitfähigkeit der zweiten und der dritten dielektrischen Schicht zwischen 10^{-14} und 1 S/cm für eine Verwendung bei Gleichstrom und zwischen 10^{-10} und 1 S/cm für eine Verwendung bei Wechselstrom liegt. 45
50
55
 9. Kabel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der zweiten und dritten dielektrischen Schichten mehrere Elementarschichten (7A, 7B; 8A, 8B) enthält, die sich durch den Anteil an leitendem Polymer unterscheiden, wobei diese Anteile in den aufeinanderfolgenden Elementarschichten der zweiten dielektrischen Schicht von der am weitesten innen liegenden Elementarschicht ausgehend abnehmen und in den aufeinanderfolgenden Elementarschichten der dritten dielektrischen Schicht von der am weitesten innen liegenden Elementarschicht dieser dritten dielektrischen Schicht ausgehend zunehmen.

FIG. 1

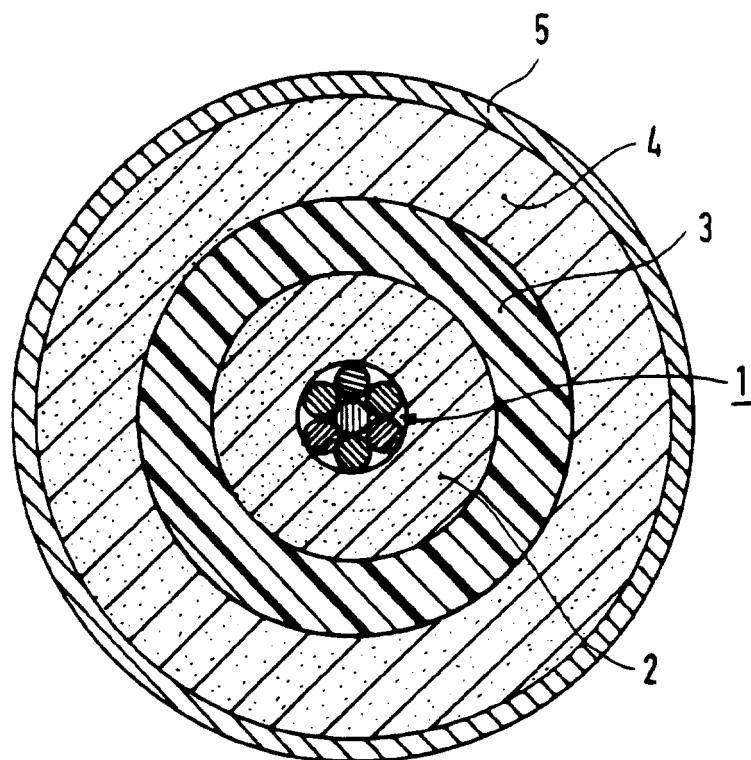


FIG. 2

