

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

**0 010 586
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet: **21.12.83**

(51) Int. Cl.³: **H 01 B 7/34, H 01 B 3/44,
H 01 B 3/42**

(21) Numéro de dépôt: **79103159.4**

(22) Date de dépôt: **27.08.79**

(54) **Matériau isolant ignifugé pour câble électrique, et câble électrique obtenu à l'aide de ce matériau.**

(30) Priorité: **07.11.78 FR 7831467**

(43) Date de publication de la demande:
14.05.80 Bulletin 80/10

(45) Mention de la délivrance du brevet:
21.12.83 Bulletin 83/51

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

(56) Documents cités:
**FR - A - 2 303 044
FR - A - 2 310 619
FR - A - 2 314 239
FR - A - 2 396 393
FR - A - 2 411 475
US - A - 3 655 589
US - A - 3 908 067
US - A - 3 997 505**

(73) Titulaire: **LES CABLES DE LYON Société anonyme
dite:
170, avenue Jean Jaurès
F-69353 Lyon Cedex 2 (FR)**

(72) Inventeur: **Bonicel, Jean-Pierre
304 rue Garibaldi
F-69007 Lyon (FR)
Inventeur: Cottevieille, Christian
187 rue de Paris
F-93100 Montreuil (FR)
Inventeur: Maucolot, Michel
Route de Monthéry
F-91620 Nozay (FR)
Inventeur: Prigent, Madeleine
10 Allée des Fraises
F-91460 Marcoussis (FR)**

(74) Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al,
Zeppelinstrasse 63
D-8000 München 80 (DE)**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Courier Press, Leamington Spa, England.

EP 0 010 586 B1

Matériau isolant ignifugé pour câble électrique, et câble électrique obtenu à l'aide de ce matériau

La présent invention concerne un matériau isolant ignifugé pour câble électrique, ainsi qu'un câble électrique obtenu à l'aide de ce matériau.

De tels matériaux sont notamment utilisés pour l'isolation des conducteurs électriques assurant les connexions statiques dans un central téléphonique. Ils doivent satisfaire à de nombreuses conditions de rigidité diélectrique et de tenue mécanique, notamment à chaud, et en outre, en cas d'incendie du central, ils doivent d'une part brûler difficilement, c'est-à-dire présenter un indice d'oxygène élevé, et d'autre part, s'ils brûlent, ne pas engendrer de vapeurs excessivement corrosives. On sait que l'indice d'oxygène limite (I.O.L.) (en anglais "limiting oxygen index") est la teneur en oxygène minimale, dans un mélange oxygène-azote, pour entretenir la combustion d'un matériau disposé verticalement dans ce mélange et allumé à sa partie supérieure.

La matériau isolant est constitué d'une matrice formée par un polymère organique et d'additifs éventuels, notamment des agents ignifugeants.

Les corps les plus couramment utilisés dans les centraux téléphoniques étaient jusqu'ici les polychlorures de vinyle qui ont déjà de par leur structure un indice d'oxygène élevé mais présentent l'inconvénient de dégager des vapeurs corrosives d'acide chlorhydrique très gênantes. D'autres matériaux sont susceptibles d'être utilisés—polyamides, silicones, dérivés fluorés—mais leur prix élevé limite leur utilisation.

Le polyéthylène réticulé (PRC) peut également être utilisé, mais la réticulation nécessite des investissements importants si on veut extruder le matériau à grande vitesse. Les copolymères de propylène et d'éthylène, le polyéthylène à haute densité et les polyesters thermoplastiques peuvent également être satisfaisants quant aux propriétés mécaniques et au vieillissement à chaud, mais ce type de matériau comme le précédent nécessite une ignifugation efficace pour être utilisé. L'IOL d'origine des copolymères de propylène et d'éthylène à faible teneur en éthylène est en effet voisin de 18 alors qu'il convient d'obtenir un IOL de 27.

On connaît de nombreux agents ignifugeants, mais le problème de la résistance au feu est rendu complexe par le fait que des conditions très diverses doivent être satisfaites en même temps et que l'action d'un même agent ignifugeant varie en fonction de la matrice et des autres additifs.

On a notamment utilisé l'alumine trihydratée et des matériaux organiques contenant du chlore ou du brome, par exemple l'hexabromocyclododécane, le tétrabromoéthane ou des composés aromatiques halogénés.

On sait par ailleurs que l'addition de petites quantités d'un générateur de radicaux libres peut augmenter l'efficacité de l'agent ignifugeant.

Un article de Eichhorn (Amer. Chem. Soc. Div. Org. Coatings Plastics Chem. Preprints, 23 (1), 37 (1964) et J. Appl. Polymer Sci., 8, 2497 (1964)) mentionne l'utilisation de peroxyde de dicumyle avec un agent ignifugeant bromé aliphatique qui est le tétrabromoéthane, dans une matrice de polystyrène.

Le brevet américain n° 3.850.882 (Underwood et autres) mentionne l'utilisation d'un générateur de radicaux libres carbone-carbone, c'est-à-dire dont la molécule se rompt entre deux atomes de carbone, avec des agents ignifugeants bromés nombreux et divers, mais qui contiennent tous au moins un noyau aromatique.

Le brevet US—A—3.997.505 décrit des compositions polymères ignifugées comprenant notamment comme agent ignifugeant le 3,9-bis (2,3-dibromopropoxy)-2,4,8,10-tétraoxa-3,9-diphosphaspiro(5,5) undécane-3,9-dioxyde ou le 3,9 bis(2,2[dibromométhyl]-3-chloropropoxy)-2,4,8,10-tétraoxa 3,9-diphosphaspiro(5,5)undécane-3,9-dioxyde, ainsi que de l'oxyde d'antimoine et un générateur de radicaux libres formé par un peroxyde organique.

Le brevet US—A—3.655.589 décrit des compositions polymères ignifugées comprenant notamment comme agent ignifugeant l'hexabromocyclododécane, ainsi qu'un copolymère organique halogéné, un dérivé de l'antimoine et un générateur de radicaux libres tel qu'un peroxyde organique ou un dérivé azo organique.

Des essais de laboratoire ont montré que l'utilisation d'un générateur de radicaux libres carbone-carbone avec divers composés aromatiques connus comme agents ignifugeants tels que le décabromodiphényloxyde et le 1-2 bis (2,4,6-tribromophénoxyéthane) a également donné des résultats mauvais. On entend ici par résultat mauvais l'obtention d'un indice d'oxygène inférieur à 22 malgré l'adjonction d'une proportion optimale d'oxyde d'antimoine Sb_2O_3 .

La présente invention a pour but la réalisation d'un matériau isolant ignifugé pour câble électrique qui présente à la fois un indice d'oxygène élevé, une faible agressivité chimique des vapeurs dégagées en cas de combustion, de bonnes qualités mécaniques et électriques, notamment à chaud et à froid (enroulement), une bonne résistance au vieillissement thermique et un faible prix de revient.

Elle a pour objet un matériau isolant ignifugé pour câble électrique comportant:

- a/ une matrice formée par un polymère synthétique,
- b/ un agent ignifugeant constitué par un dérivé halogéné stable à la température d'extrusion de la matrice, et se décomposant à une température supérieure, et dans lequel au moins la majorité des substituants halogènes sont des atomes de brome,

c/ un composé minéral susceptible de réagir avec le brome de l'agent ignifugeant lors d'une combustion, et

d/ un générateur de radicaux libres, ce générateur ne se décomposant qu'à une température supérieure à la température d'extrusion de la matrice, et étant susceptible de se couper de façon homolytique entre deux atomes de carbone à ladite température supérieure.

Le matériau isolant ignifugé selon l'invention est caractérisé en ce que l'agent ignifugeant comprend un membre de groupe constitué par le 3,9-bis(2,3-dibromopropoxy)-2,4,8,10-tétraoxa 3,9-diphosphaspiro(5,5) undécane-3,9-dioxyde, le 3,9-bis-(2,2)-[dibromométhyl]-3-chloropropoxy)-2,4,8,10-tétraoxa-3,9-diphosphaspiro(5,5) undécane-3,9-dioxyde et l'hexabromocyclododécane, et en ce que le composé minéral susceptible de réagir avec le brome de l'agent ignifugeant lors d'une combustion est un composé d'antimoine.

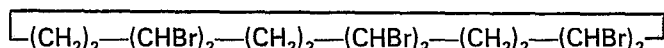
Il répond en outre de préférence à au moins l'une des caractéristiques suivantes:

- le polymère synthétique est un membre du groupe constitué par le polyéthylène à haute densité et les polyesters thermoplastiques.
- l'agent ignifugeant est additionné de phosphore rouge.
- sa matrice est le polypropylène ou un polyester thermoplastique et son agent ignifugeant le 3,9-bis(2,2-[dibromométhyl]-3-chloropropoxy)-2,4,8,10-tétraoxa-3,9 diphosphaspiro (5,5) undécane-3,9 dioxyde.
- sa matrice est un copolymère de propylène et d'éthylène contenant moins de 10% en poids d'éthylène, et son agent ignifugeant le 3,9-bis (2,3-dibromopropoxy) 2,4,8,10-tétraoxa-3,9-diphosphaspiro (5,5) undécane-3,9-dioxyde ou l'hexabromocyclododécane.
- la proportion d'agent ignifugeant est comprise entre 2% et 30% du poids de la matrice.
- il contient en outre du noir de carbone.
- il présente une structure cellulaire obtenue par décomposition d'un agent poroforme se décomposant à la température d'extrusion de la matrice, de préférence l'azodicarbonamide.

L'invention s'étend en outre à un câble électrique comprenant au moins une gaine en un matériau tel que défini ci-dessus, et de préférence une gaine interne et une gaine externe en ledit matériau, séparées par une enveloppe de soie de verre ou de mica.

Dans le cas d'une matrice constituée de polypropylène ou d'un polyester thermoplastique, on utilisera de préférence comme agent ignifugeant le 3,9-bis (2,2-dibromométhyl-3-chloropropoxy)-2,4,8,10-tétraoxa-3,9-diphosphaspiro(5,5) undécane-3,9-dioxyde, qui sera désigné ci-après l'agent ignifugeant A. On notera que ce composé contient du phosphore dans sa molécule. Le rôle du phosphore paraît être de ralentir la propagation de la flamme, qu'il soit incorporé à la molécule de l'agent ignifugeant organique ou ajouté à celui-ci sous forme de phosphore rouge. Comme polyester thermoplastique formant la matrice, on peut utiliser notamment le polytéraphthalate de butane-1,4-diol et de téraméthylène-glycol commercialisé sous la désignation commerciale Hytrel par la Société DU PONT DE NEMOURS ou celui commercialisé sous la désignation 1010—5 par la Société KOPPERS. A titre d'exemple, un mélange de polypropylène et de 12,5% en poids de l'agent ignifugeant A, intimement mélangés dans un malaxeur puis soumis à un moulage par injection, donne un indice d'oxygène I.O.L. de 25,5 à l'essai selon la norme américaine ASTM—2863 de 1970. Après addition de 0,5 partie en poids de 2,4-diméthyl-2,3-diphénylbutane (générateur de radicaux libres) on obtient un indice d'oxygène de 30. Un indice d'oxygène de 27 est généralement considéré comme très satisfaisant. Il convient en pratique d'ajouter au mélange un composé minéral d'antimoine, tel que de l'oxyde d'antimoine, pour fixer le brome, le chlore, l'acide bromhydrique ou l'acide chlorhydrique dégagés par la décomposition de l'agent ignifugeant.

Dans le cas d'une matrice constituée d'un copolymère de propylène et d'éthylène, dans lequel la proportion d'éthylène est de préférence inférieure à 10% en poids, on utilisera de préférence comme agent ignifugeant le 3,9-bis (2,3-dibromopropoxy) 2,4,8,10-tétraoxa-3,9-diphosphaspiro (5,5) undécane-3,9-dioxyde, qui sera désigné ci-après l'agent ignifugeant B, ou l'hexabromocyclododécane de formule



qui sera désigné ci-après l'agent ignifugeant C. A titre d'exemple, un mélange de 100 parties d'un copolymère de propylène et d'éthylène à 2,8% d'éthylène, de 15 parties de l'agent ignifugeant B ou C et de 10 parties d'oxyde d'antimoine, additionnés des antioxydants et anticuivres connus nécessaires à la mise en oeuvre et au bon vieillissement du matériau (par exemple les dérivés phénoliques commercialisés sous les désignations Irganox 10—10 ou 10—76 par la société CIBA GEIGY) est intimement malaxé vers 160°C pendant quelques minutes, puis granulé et extrudé autour d'un fil conducteur. On obtient des indices d'oxygène de 24,5 avec l'agent ignifugeant B et de 29 avec l'agent ignifugeant C. En répétant l'essai avec addition au mélange comme générateur de radicaux libres de 0,4% en poids de 2,3-diméthyl 2,3-diphénylbutane avec l'agent ignifugeant B et de 0,5% en poids du même composé avec l'agent ignifugeant C, on obtient respectivement des indices d'oxygène de 29,5 et 32. Avec un

mélange de 100 parties d'un copolymère de propylène et d'éthylène à 2,8% d'éthylène, de 6 parties de l'agent ignifugeant C et de 6 parties d'oxyde d'antimoine, additionné des mêmes antioxydants et anti-cuivres, extrudé autour d'un fil conducteur de la même manière, on obtient des indices d'oxygène de 25 lorsque le mélange ne comporte pas de générateur de radicaux libres, et de 31 lorsqu'il est additionné

5 de 0,4% en poids de 2,3-diméthyl-2,3 diphénylbutane.

Les fils gainés à l'aide des matériaux ci-dessus répondent par ailleurs aux qualités chimiques, électriques et mécaniques requises par les câbles utilisés dans les centraux téléphoniques, notamment

- un point éclair supérieur à 350°C
- 10 — une agressivité chimique après combustion faible
- une bonne rigidité diélectrique
- un maintien satisfaisant des propriétés mécaniques après vieillissement de 5 jours à 100°C
- une bonne résistance mécanique à - 10°C
- un enroulement sans fissure ni déformation d'un fil de diamètre 1 mm sur un mandrin de diamètre
- 15 20 mm pendant une heure à 135°C
- une bonne résistance aux solvants, aux acides et aux bases.

Les matériaux dont l'agent ignifugeant organique ne comporte pas de phosphore dans sa molécule, notamment contenant l'agent C, ne présentent pas une résistance à la propagation de la flamme très élevée, mais on peut l'améliorer par addition d'une petite quantité, de l'ordre de 2% en poids, de phosphore rouge, ou bien par addition d'une autre charge minérale, telle qu'un gel de silice ou d'alumine ou de la magnésie, dans la mesure où elle est compatible avec le polymère constituant la matrice (la magnésie ne convenant par exemple pas avec les copolymères de propylène et d'éthylène).

La résistance au gouttage, quand elle est requise, peut être améliorée par addition de noir de

25 carbone.

Le matériau peut être rendu alvéolaire par addition de grains très fins d'un composé chimique se décomposant à sa température d'extrusion avec dégagement d'un gaz, notamment l'azodicarbonamide, et éventuellement d'un agent de nucléation.

On peut enfin améliorer encore la résistance à la flamme des câbles gainés avec le matériau ci-dessus en les munissant de deux gaines coaxiales en ce matériau séparées par une enveloppe en soie de verre ou de mica, formée par exemple par un ruban enroulé autour de la gaine intérieure.

On comprendra que diverses modifications peuvent être apportées au matériau et au câble qui viennent d'être décrits sans sortir du cadre de l'invention, notamment par incorporation au matériau d'additifs destinés à lui conférer des propriétés particulières.

35 Revendications

1. Matériau isolant ignifugé pour câble électrique, comprenant

- a) une matrice formée par un polymère synthétique,
- 40 b) un agent ignifugeant constitué par un dérivé halogène stable à la température d'extrusion de la matrice, et se décomposant à une température supérieure, et dans lequel au moins la majorité des substituants halogènes sont des atomes de brome,
- c) un composé minéral susceptible de réagir avec le brome de l'agent ignifugeant lors d'une combustion, et
- 45 d) un générateur de radicaux libres, ce générateur ne se décomposant qu'à une température supérieure à la température d'extrusion de la matrice, et étant susceptible de se couper de façon homolytique entre deux atomes de carbone à ladite température supérieure, caractérisé en ce que l'agent ignifugeant comprend un membre du groupe constitué par le 3,9-bis(2,3-dibromopropoxy)-2,4,8,10-tétraoxa-3,9-diphosphaspiro(5,5) undécane-3,9 dioxyde, le 3,9-bis (2,2-[dibromométhyl]-3-chloropropoxy)-2,4,8,10-tétraoxa-3,9-diphosphaspiro(5,5) undécane-3,9-dioxyde et l'hexabromocyclododécane, et en ce que le composé minéral susceptible de réagir avec le brome de l'agent ignifugeant lors d'une combustion est un composé d'antimoine.
- 50

2. Matériau selon la revendication 1, caractérisé en ce que le polymère synthétique est un membre du groupe constitué par le polyéthylène à haute densité et les polyesters thermoplastiques.

55 3. Matériau selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'agent ignifugeant est additionné de phosphore rouge.

4. Matériau selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que sa matrice est le polypropylène ou un polyester thermoplastique et son agent ignifugeant le 3,9-bis (2,2-[dibromométhyl]-3-chloropropoxy)-2,4,8,10-tétraoxa-3,9 diphosphaspiro(5,5) undécane-3,9 dioxyde.

60 5. Matériau selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que sa matrice est un copolymère de propylène et d'éthylène contenant moins de 10% en poids d'éthylène, et son agent ignifugeant le 3,9-bis (2,3-dibromopropoxy) 2,4-8,10-tétraoxa-3,9-diphosphaspiro(5,) undécane-3,9-dioxyde ou l'hexabromocyclododécane.

65 6. Matériau selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la proportion d'agent ignifugeant est comprise entre 2% et 30% du poids de la matrice.

7. Matériau selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il contient en outre du noir de carbone.

8. Matériau selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il présente une structure cellulaire obtenue par décomposition d'un agent poroforme se décomposant à la température d'extrusion de la matrice, de préférence l'azodicarbonamide.

9. Câble électrique comprenant au moins une gaine en un matériau selon l'une des revendications 1 à 8, et de préférence une gaine interne et une gaine externe en ledit matériau, séparées par une enveloppe de soie de verre ou de mica.

10 Claims

1. A fire-proof insulating material for an electric cable, said material including:

- a) a matrix made of a synthetic polymer,
- 15 b) a fire-proofing agent consisting of a halogenated derivative which is stable at the extrusion temperature of the matrix, and decomposes at a higher temperature, and wherein at least the majority of the halogen substituents are bromine atoms,
- c) a mineral compound which is capable of reacting with the bromine of the fire-proofing agent during combustion, and
- 20 d) a free radicals forming agent, this agent decomposing only at a temperature higher than the extrusion temperature of the matrix, and being able to split in a homolytic way between two carbon atoms at said higher temperature, characterized in that the fire-proofing agent is selected from the group consisting of 3,9-di(2,3-dibromopropoxy)-2,4,8,10-tetraoxa-3,9-diphosphaspiro(5,5)undecane-3,9-dioxide, 3,9-di(2,2-[dibromomethyl]-3-chloropropoxy)-2,4,8,10-
- 25 tetraoxa-3,9-diphosphaspiro(5,5)undecane-3,9-dioxide and hexabromocyclododecane, and in that the mineral compound which is capable to react with the bromine of the fire-proofing agent during combustion is an antimony compound.

2. A material according to claim 1, characterized in that the synthetic polymer is selected from the group consisting of high density polyethylene and thermoplastic polyesters.

3. A material according to claims 1 or 2, characterized in that the fire proofing agent is added with red phosphorus.

4. A material according to one of claims 1 to 3, characterized in that its matrix is polypropylene or a thermoplastic polyester and its fire-proofing agent is 3,9-di(2,2-[dibromomethyl]-3-chloropropoxy)-2,4,8,10-tetraoxa-3,9-diphosphaspiro(5,5)undecane-3,9-dioxide.

5. A material according to one of claims 1 to 3, characterized in that its matrix is a copolymer of propylene and ethylene containing less than 10% by weight of ethylene, and its fire-proofing agent is the 3,9-di(2,3-dibromopropoxy)-2,4,8,10-tetraoxa-3,9-diphosphaspiro(5,5)undecane-3,9-dioxide or hexabromocyclododecane.

6. A material according to one of claims 1 to 5, characterized in that the proportion of the fire-proofing agent ranges between 2% and 30% by weight of the matrix.

7. A material according to one of claims 1 to 5, characterized in that it contains carbon black.

8. A material according to one of claims 1 to 8, characterized in that it has a cellular structure obtained by decomposing a poreforming agent, preferably azodicarbonamide, which decomposes at the extrusion temperature of the matrix.

9. An electric cable comprising at least one sheath of a material according to one of claims 1 to 8, and preferably an inner sheath and an outer sheath of said material, separated by an envelope of glass silk or mica.

50 Patentansprüche

1. Feuerhemmendes Isoliermaterial für elektrische Kabel, mit

- a) einer aus einem synthetischen Polymer gebildeten Matrix,
- 55 b) einem feuerhemmend machenden Mittel, bestehend aus einem bei der Extrusionstemperatur der Matrix stabilen halogenierten Derivat, das sich bei einer höheren Temperatur zersetzt und in dem mindestens die Mehrheit der Halogensubstituenten Bromatome sind,
- c) einer mineralischen Verbindung, die bei einer Verbrennung mit dem Brom des feuerhemmend machenden Mittels reagieren kann, und
- 60 d) einen Freiradikal-Bildner, der sich erst bei einer Temperatur zersetzt, die höher ist als die Extrusionstemperatur der Matrix, und der sich auf homolytische Weise zwischen zwei Kohlenstoffatomen bei der genannten höheren Temperatur spalten kann, dadurch gekennzeichnet, daß das feuerhemmend machende Mittel einen Vertreter aus der Gruppe 3,9-Bis(2,3-dibromopropoxy)-2,4,8,10-tetraoxa-3,9-diphosphaspiro(5,5)undecan-3,9-Dioxid, 3,9-Bis(2,2-[dibromomethyl]-3-chloropropoxy)-2,4,8,10-tetraoxa-3,9-diphosphaspiro(5,5)undecan-3,9-Dioxid und Hexabromo-
- 65

0010 586

cyclododecan enthält, und daß die mineralische Verbindung, die mit dem Brom des feuerhemmend machenden Mittels bei einer Verbrennung reagieren kann, eine Antimonverbindung ist.

2. Material nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das synthetische Polymer ein Vertreter der Gruppe Polyäthylen hoher Dichte und thermoplastisches Polyester ist.

3. Material nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem feuerhemmend machenden Mittel roter Phosphor zugesetzt worden ist.

4. Material nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß seine Matrix Polypropylen oder ein thermoplastisches Polyester ist, und daß sein feuerhemmend machendes Mittel das 3,9-Bis(2,2-[dibromomethyl]-3-chloropropoxy)-2,4,8,10-tetraoxa-3,9-diphosphaspiro (5,5) undecan-3,9-Dioxid ist.

5. Material nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß seine Matrix ein Copolymer von Propylen und Äthylen ist, das weniger als 10 Gew.% Äthylen enthält, und daß sein feuerhemmend machendes Mittel das 3,9-Bis(2,3-dibromopropoxy) 2, 4-8, 10-tetraoxa-3,9-diphosphaspiro (5,5) undecan-3,9-Dioxid oder das Hexabromocyclododecan ist.

6. Material nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des feuerhemmend machenden Mittels zwischen 2 und 30% des Gewichtes der Matrix beträgt.

7. Material nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß es außerdem Ruß enthält.

8. Material nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Zellstruktur aufweist, die durch Zersetzung eines Porenbildners, vorzugsweise Azodicarbonamid, der sich bei der Extrusionstemperatur der Matrix zersetzt, entsteht.

9. Elektrisches Kabel, das mindestens eine Hülle aus einem Material gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, und vorzugsweise eine innere Hülle und eine äußere Hülle aus diesem Material, die durch eine Schicht aus Glasseide oder Glimmer getrennt sind, aufweist.

30

35

40

45

50

55

60

65