

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 806 048 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**07.04.1999 Patentblatt 1999/14**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **H01B 3/44**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE96/00106**

(21) Anmeldenummer: **96900852.3**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 96/23311 (01.08.1996 Gazette 1996/35)**

(22) Anmeldetag: **16.01.1996**

(54) **MEHRADRIGES, KUNSTSTOFFISOLIERTES NIEDERSpannungs-STARKSTROMKABEL**  
**MULTI-CORE, PLASTIC-INSULATED, LOW-VOLTAGE HEAVY CURRENT CABLE**  
**CABLE D'ENERGIE FAIBLE TENSION MULTICONDUCTEUR A ISOLATION PLASTIQUE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**SI**

(30) Priorität: **25.01.1995 DE 19503672**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.11.1997 Patentblatt 1997/46**

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**  
**AKTIENGESELLSCHAFT**  
**80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **KAMMEL, Gernot**  
**D-13467 Berlin (DE)**  
• **KÜLLIG, Peter**  
**D-19057 Schwerin (DE)**  
• **OSTERKAMP, Winfried**  
**D-13507 Berlin (DE)**  
• **PESCHKE, Egon**  
**D-14195 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 3 633 056 DE-A- 3 813 200**  
**US-A- 4 758 629**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 018, no. 586 (E-1627), 9.November 1994 & JP,A,06 223654 (HITACHI CABLE LTD), 12.August 1994,
- **CHEMICAL ABSTRACTS**, vol. 99, no. 2, 11.Juli 1983 Columbus, Ohio, US; abstract no. 6632y, Seite 40; XP002003967 & JP,A,57 210 817 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE PUBLIC CORP.) 24.Dezember 1982
- **CHEMICAL ABSTRACTS**, vol. 97, no. 18, 1.November 1982 Columbus, Ohio, US; abstract no. 145834n, HORIE TOSHIO: "Recycling of sheath polyethylene from cable scrap." Seite 46; XP002003968 & DENSHI TSUSHIN GAKKAI RONBUNSHI, Bd. j65, Nr. c4, 1982, Seiten 209-214,
- **CHEMICAL ABSTRACTS**, vol. 87, no. 12, 19.September 1977 Columbus, Ohio, US; abstract no. 85954h, REY CELESTINO ET ALL.: "Performance of re-extruded polyethylene cable jacketing materials." Seite 50; XP002003969 & SOC PLAST ENG TECH PAP, Bd. 23, 1977, Seiten 411-413,

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 806 048 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Energieverteilung und befaßt sich mit der konstruktiven und werkstofftechnischen Ausgestaltung eines mehradrigen, kunststoffisolierten Niederspannungs-Starkstromkabels im Sinne einer umweltverträglichen Wiederverwertbarkeit.

**[0002]** Um kunststoffisolierte Niederspannungskabel, wie sie für Energieversorgungsnetze eingesetzt werden, am Ende ihrer Lebensdauer vollständig in die Produktion neuer Kabel zurückführen zu können, ist eine Kabelkonstruktion bekannt, bei der für die Aufbauelemente Aderisolierung, Innenmantel und Außenmantel nur noch umweltverträgliche (also halogenfreie) und recycelbare (also unvernetzte) Kunststoffe eingesetzt werden, wobei streng auf gute Trennbarkeit (Artenreinheit) der Stoffkomponenten geachtet wird. So wird als Aderisoliermaterial für die verschiedenen Adern ein thermoplastisches, unterschiedlich eingefärbtes Elastomer auf EPDM-Basis verwendet, während für den Außenmantel ein polyvalentes, thermoplastisches und halogenfreies Material auf der Basis eines Copolymeren eingesetzt wird, das mit einem inerten, mineralischen Flammenschutz gefüllt ist. Das Aderisoliermaterial ist dabei so ausgelegt, daß es Leitertemperaturen von bis zu 90°C im Dauerbetrieb, von 110°C im Notbetrieb und von 250°C im Kurzschlußfall standhält. Bei der Herstellung dieses Kabels wird auch auf umweltschonende Produktionsmethoden (z. B. kleinstmöglicher Einsatz von Kühlwasser und elektrischer Energie) und Wahrung der Wirtschaftlichkeit geachtet (DE-Z "elektrotechnik" - Heft 12 - 17.Dez.1993, Seiten 24, 26 und 35).

**[0003]** Ausgehend von einem Niederspannungs-Starkstromkabel mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruches 1 liegt der Erfindung die Aufgabe, die Umweltverträglichkeit eines solchen Kabels durch sortenminimierten Werkstoffeinsatz weiter zu verbessern.

**[0004]** Zur Lösung dieser Aufgabe ist gemäß dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 vorgesehen, daß die Aderisolierung, der Innen- und der Außenmantel aus dem gleichen Basismaterial bestehen, wobei der Innenmantel von einer Bespinnung gebildet wird, daß das Basismaterial schwarz eingefärbt ist und daß die Aderisolierungen mit einer Aderkennzeichnung versehen sind.

**[0005]** Bei einem derart ausgebildeten Kabel wird für alle aus elektrischen und/oder mechanischen Gründen als Umhüllung dienende Aufbauelemente das gleiche Basismaterial eingesetzt. Dadurch lassen sich Materialverbrauch, Energieverbrauch, Rückstände und Abfall minimieren und Produktionskosten reduzieren und optimieren. Bei einer Wiederverwertung der genannten Aufbauelemente erübrigt sich eine Unterscheidung zwischen den Isoliermaterialien der einzelnen Adern, des Innenmantels und des Außenmantels, insbesondere dann, wenn das zur Wiederverarbeitung vorgesehene

Material, also das Recyclat, ausschließlich zur Herstellung von Folien für den Innenmantel und von Außenmänteln verwendet wird. Dabei sind die für die Kennzeichnung der Adern eingesetzten Materialien ohne wirksamen Einfluß auf die mechanischen Eigenschaften des Mantelmaterials und dessen Farbgebung. Insgesamt liegt ein halogenfreies, flexibles Kabel vor, das auch vollkommen schwermetallfrei ausgebildet sein kann, sofern für die Aderkennzeichnung entsprechende Farbpigmente bzw. Farbbatche eingesetzt werden; solche Farbbatche, z. B. mit dem Handelsnamen "Sicolen" der Firma BASF oder dem Handelsnamen "Blau Ral 5015" der Bayrischen Kabelwerke, DE, lassen sich auch dem Basismaterial beimischen, so daß die Adern des Kabels in einfacher Weise durch einen extrudierten, farbigen Längsstrich (blau, braun, gelb) gekennzeichnet werden können. Alternativ kommt aber auch eine hell farbige Bedruckung mit unterschiedlichen Kennzeichen in Betracht.

**[0006]** Als Basismaterial für Aderisolierungen, Innen- und Außenmantel kann im Rahmen der Erfindung ein gegen Spannungsrißanfälligkeit stabilisiertes Polyäthylen verwendet werden, dessen Dichte zwischen 0,92 und 0,94 g/cm<sup>3</sup> liegt und dessen Shore-D-Härte größer oder wenigstens gleich 42 ist. Ein derartiges Material, bei dem es sich um ein Low-Density-Polyäthylen handelt, das beispielsweise mit einem kleinen Anteil eines Äthylen-Vinylacetat-Copolymeren modifiziert ist, weist einerseits die für den Außenmantel und für das den Innenmantel bildende Bandmaterial erforderlichen mechanischen Eigenschaften und andererseits die für die Aderisolierung erforderlichen elektrischen Eigenschaften auf und läßt sich ggf. mit fachüblichen Mitteln sowohl gegen Alterung als auch gegen Kupferoxydation stabilisieren. Hinsichtlich der Wärmestandfestigkeit der Aderisolierung hält es Dauertemperaturen von kleiner/gleich 70°C am Leiter stand. Sofern eine Dauertemperatur von maximal 90°C beherrscht werden soll, kommen im Rahmen der Erfindung als Basismaterial handelsübliche thermoplastische Elastomere auf Polypropylen-Basis zum Einsatz. Auch solche Materialien lassen sich mit fachüblichen Mitteln sowohl gegen Alterung als auch gegen Kupferoxydation stabilisieren. Ein geeignetes Material ist beispielsweise ein mit einem Äthylen-Propylen-Co- oder -Terpolymer modifiziertes Polypropylen, also ein Polyblend mit getrennten Phasen (DE-Z "Kautschuk + Gummi. Kunststoffe, Nr. 9/86, Seiten 804, 806; DE-Z "Kautschuk + Gummi Kunststoffe, Nr. 8/86, Seiten 695/96; DE-Z "Kunststoffe" 1989, Heft 7, Seiten 606 bis 611). Derartige thermoplastische Elastomere werden beispielsweise von der Firma Monsanto unter der Bezeichnung "Santoprene" vertrieben. - Mit besonderem Vorteil, weil weniger energieaufwendig in der Herstellung, lassen sich jedoch als Basismaterial Polypropylen-Reaktorblends mit einem Elastomergehalt > 25 Gewichtsprozent verwenden, wie sie für spezielle Bedürfnisse der Automobilindustrie entwickelt worden sind (DE-Z "Kunststoffe", 1992, Heft 6, Seiten

499 bis 501). Entsprechende Materialien werden von der Firma BASF unter dem Handelsnamen "Novolen" und auch von der Firma Himont, USA vertrieben.

[0007] Ein Ausführungsbeispiel des neuen Starkstromkabels ist in der Figur dargestellt.

[0008] Die Figur zeigt ein vieradriges Niederspannungs-Starkstromkabel, dessen sektorförmige, aus Aluminium oder Kupfer bestehende Leiter 1 jeweils mit einer extrudierten Kunststoffisolierung 2 umgeben sind. Über dem aus den vier Adern gebildeten Verseilverband ist eine Folienbespinnung 4 aufgebracht, die ihrerseits von dem extrudierten Außenmantel 5 umgeben ist. - Für die Aderisolierungen 2, die Folienbespinnung 4 und den Außenmantel 5 wurde jeweils das gleiche Basismaterial, nämlich ein handelsübliches Low-Density-Polyäthylen "Lupolen 2012 D" der Firma BASF mit einer Dichte von 0,919 bis 0,924 g/cm<sup>3</sup> verwendet. Dieses Basismaterial ist mittels Ruß schwarz eingefärbt, (wodurch die Dichte auf etwa 0,933 bis 0,939 g/cm<sup>3</sup> steigt), so daß sowohl die Aderisolierung als auch die Bespinnung als auch der Außenmantel schwarz sind. Die einzelnen Ader werden voneinander dadurch unterschieden, daß drei Adern mit einem extrudierten, farbigen Längsstrich 3 versehen sind, wobei die Farbpigmente blau, braun und gelb verwendet wurden. Hierbei kamen schwermetallfreie Farbbatche zum Einsatz.

[0009] Anstelle des erwähnten Basismaterials auf Polyäthylen-Basis kann für die Aderisolierungen 2, die Folienbespinnung 4 und den Außenmantel 5 auch ein Polypropylen-Reaktorblend mit einem Elastomergehalt von beispielsweise 43 % Äthylen-Propylen-Kautschuk (EPM) (z. B. "Novolen" 2912 HX der Firma BASF) verwendet werden.

[0010] Die für die Herstellung des Innenmantels verwendete Folie aus dem durch Zugabe von Ruß schwarz eingefärbten Basismaterial hat eine Wandstärke von 100 bis 120 µm und wird zweckmäßig in einlagiger Bespinnung mit Überlappung aufgebracht.

[0011] Sofern an ein gemäß der Erfindung aufgebautes Kabel besondere Anforderungen hinsichtlich der Flammwidrigkeit gestellt werden, muß das Konzept "gleiches Basismaterial für alle als Umhüllung dienende Aufbauelemente" verlassen werden. Um der Anforderung "non corrosiv INC)", d.h. "halogenfrei" zu genügen, kann dann anstelle eines bisher üblichen Außenmantels aus PVC ein Außenmantel auf der Basis eines füllstoffverträglichen Olefin-Homopolymer oder Olefin-Copolymer eingesetzt werden. Geeignete Polymere sind beispielsweise Äthylen-Vinylacetat-Copolymere mit einem VA-Anteil von 10 bis 30 % sowie Polyäthylene mit sehr niedriger Dichte, sogenannte ULD-PE (Dichte ca. 0,91 g/cm<sup>3</sup>), und insbesondere unpolare Copolymere wie beispielsweise metallocenkatalysierte Polyäthylene ("International Wire + Cable Symposium Proceedings", 1991, Seite 397 ff; und "Kunststoffe", 1993, Heft 12, Seiten 985 bis 987). Diesem Basismaterial ist jeweils ein flammwidriger Füllstoff in Form eines Aluminium-Oxydhydrates oder Magnesium-Hydroxids in einer Menge

von etwa 30 Gew.% (bzw. von etwa 70 Gewichtsteilen auf 100 Gewichtsteile des polymeren Basismaterials) beizugeben. Zweckmäßig ist als weiterer Füllstoff Kreide in einer Menge von 25 Gew.% (bzw. 50 Gewichtsteilen auf 100 Gewichtsteile des polymeren Basismaterials) zugefügt. - Die genannten polymeren Basismaterialien sind handelsüblich. Die genannten unpolaren Copolymere werden beispielsweise von der Firma Dow Chemical, USA unter der Bezeichnung "Engage"-Polymere und von der Fa. Exxon, USA unter der Bezeichnung "Exxpol" vertrieben. - Bei einem derart ausgebildeten Kabel ist die bisher übliche Sortenvielfalt für Isolier-, Innenmantel- und Außenmantel-Materialien insofern reduziert, als für die Isolierungen und den Innenmantel das gleiche Basismaterial zum Einsatz kommt, also insgesamt lediglich zwei verschiedene Basismaterialien verwendet werden, die bei der Wiederverwertung eines solchen Kabels getrennt erfaßt und getrennt aufbereitet werden können.

#### Patentansprüche

1. Mehradriges, kunststoffisoliertes Niederspannungs-Starkstromkabel, dessen verseilte Adern von einem Innen- und einem Außenmantel umgeben sind, wobei die Aderisolierungen und der Außenmantel jeweils aus einem halogenfreien, unvernetzten Kunststoff auf Olefin-Basis bestehen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aderisolierung (2), der Innen- (4) und der Außenmantel (5) aus dem gleichen Basismaterial bestehen, wobei der Innenmantel (4) von einer Bespinnung gebildet wird, daß das Basismaterial schwarz eingefärbt ist und daß die Aderisolierungen (2) mit einer Aderkennzeichnung (3) versehen sind.
2. Niederspannungs-Starkstromkabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Basismaterial aus einem handelsüblichen, gegen Spannungsrißanfälligkeit stabilisierten Polyäthylen besteht, dessen Dichte zwischen 0,92 und 0,94 g/cm<sup>3</sup> liegt und dessen Shore-D-Härte größer oder wenigstens gleich 42 ist.
3. Niederspannungs-Starkstromkabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Basismaterial aus einem handelsüblichen thermoplastischen Elastomer auf Polypropylen-Basis besteht.
4. Niederspannungs-Starkstromkabel nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das thermoplastische Elastomer ein mit einem

Äthylen-Propylen-Co- oder -Terpolymer modifiziertes Polypropylen ist.

5. Niederspannungs-Starkstromkabel nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
daß das thermoplastische Elastomer ein Polypropylen-Reaktorblend mit einem Elastomergehalt größer als 25 Gew.% ist.
6. Niederspannungs-Starkstromkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß  
die Aderkennzeichnung aus extrudierten farbigen Längsstrichen (3) besteht, für deren Farbgebung schwermetallfreie Farbpigmente verwendet sind.
7. Mehradriges, kunststoffisoliertes Niederspannungs-Starkstromkabel, dessen verseilte Adern von einem Innen- und einem Außenmantel umgeben sind, wobei die Aderisolierungen und der Außenmantel jeweils aus einem halogenfreien, unvernetzten Kunststoff auf Olefin-Basis bestehen,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
daß die Aderisolierung (2) und der Innenmantel aus dem gleichen Basismaterial bestehen, wobei der Innenmantel (4) von einer Besspinnung gebildet wird,  
daß das Basismaterial schwarz eingefärbt ist,  
daß die Aderisolierungen (2) mit einer Aderkennzeichnung (3) versehen sind  
und daß für den Außenmantel (5) als Basismaterial ein füllstoffverträgliches Olefin-Homopolymer oder Olefin-Copolymer verwendet ist, das als flammwidrigen Zusatz Aluminium-Oxydhydrat oder Magnesium-Hydroxid in einer Menge von etwa 30 Gew.% enthält.

#### Claims

1. Multi-core, plastic-insulated low-voltage power current cable, the laid-up cores of which are surrounded by an inner sheath and an outer sheath, with the core insulations and the outer sheath each consisting of a halogen-free, non-cross-linked olefin-based plastics material, characterised in that the core insulation (2), the inner sheath (4) and the outer sheath (5) consist of the same base material, with the inner sheath (4) being formed by a braiding, in that the base material is coloured black, and in that the core insulations (2) are provided with a core identification (3).
2. Low-voltage power current cable according to claim 1, characterised in that the base material consists of a commercially available polyethylene which is stabilized to prevent susceptibility to stress cracking

and the density of which lies between 0.92 and 0.94 g/cm<sup>3</sup> and the Shore-D-hardness of which is greater than or at least equal to 42.

3. Low-voltage power current cable according to claim 1, characterised in that the base material consists of a commercially available thermoplastic polypropylene-based elastomer.
4. Low-voltage power current cable according to claim 3, characterised in that the thermoplastic elastomer is a polypropylene modified with an ethylenepropylene-copolymer or terpolymer.
5. Low-voltage power current cable according to claim 3, characterised in that the thermoplastic elastomer is a polypropylene reactor blend having an elastomer content that is greater than 25% by weight.
6. Low-voltage power current cable according to one of claims 1 to 5, characterised in that the core identification consists of extruded coloured longitudinal lines (3), for the colouring of which colouring pigments are used that are free of heavy metals.
7. Multi-core, plastic-insulated low-voltage power current cable, the laid-up cores of which are surrounded by an inner sheath and an outer sheath, with the core insulations and the outer sheath each consisting of a halogen-free, non-cross-linked olefin-based plastics material, characterised in that the core insulation (2) and the inner sheath consist of the same base material, with the inner sheath (4) being formed by a braiding, in that the base material is coloured black,  
in that the core insulations (2) are provided with a core identification (3),  
and in that an olefin-homopolymer or olefin copolymer, which is compatible with the filling material and contains aluminium hydrated oxide or magnesium hydroxide in a quantity of approximately 30% by weight as a flame-resistant additive, is used as a base material for the outer sheath (5).

#### Revendications

1. Câble pour courant fort à basse tension à brins multiples et isolé par de la matière plastique, dont les brins toronnés sont entourés d'une gaine intérieure et d'une gaine extérieure, les isolations de brins et la gaine extérieure étant respectivement en une matière plastique à basse d'oléfine qui est exempte d'halogène et qui n'est pas réticulée, caractérisé en ce que l'isolation (2) de brins, de la gaine intérieure (4) et de la gaine extérieure (5) sont en la même matière de base, la gaine (4) intérieure étant

formée d'un guipage, en ce que la matière de base est teinte en noire et en ce que les isolations (2) de brins sont munies d'un signe distinctif (3) de brin.

2. câble pour courant fort à basse tension selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière de base est en polyéthylène du commerce stabilisé vis à vis de la tendance au fendillement par contrainte, dont la masse volumique est comprise entre 0,92 et 0,94 g/cm<sup>3</sup>, et dont la dureté Shore-D est supérieure ou au moins égale à 42, 5 10
3. câble pour courant fort à basse tension selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière de base est en un élastomère thermoplastique du commerce à base de propylène, 15 20
4. câble pour courant fort à basse tension selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'élastomère thermoplastique est un polypropylène modifié par un copolymère ou un terpolymère d'éthylène et de propylène, 25
5. câble pour courant fort à basse tension selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'élastomère thermoplastique est un mélange réacteur de polypropylène ayant une teneur en élastomère supérieure à 25 % en poids. 30 35
6. câble pour courant fort à basse tension selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé, en ce que, le signe distinctif de brin est constitué de bandes (3) longitudinales extrudées et colorées, auxquelles on donne de la coloration par des pigments colorés exempts de métaux lourds. 40
7. Câble pour courant fort à basse tension à brins multiples et isolé par de la matière plastique, dont les brins toronnés sont entourés d'une gaine intérieure et d'une gaine extérieure, les isolations de brins et la gaine extérieure étant respectivement en une matière plastique à basse d'oléfine qui est exempte d'halogène et qui n'est pas réticulée caractérisé 45 50
 

en ce que l'isolation (2) de brins, et la gaine intérieure sont en la même matière de base, la gaine (4) intérieure étant formée d'un guipage,

en ce que la matière de base est teinte en noire,

en ce que les isolations (2) de brins sont munies d'un signe distinctif (3) de brin, 55

et en ce que, pour la gaine (5) extérieure, on utilise, comme matière de base, un homopolymère d'oléfi-

ne ou un copolymère d'oléfine compatible avec une charge qui renferme comme additif ignifuge de l'oxyde d'aluminium hydraté ou de l'hydroxyde de magnésium en une quantité de 30 % environ en poids.

