

(19)



(11)

EP 2 224 458 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.09.2010 Patentblatt 2010/35

(51) Int Cl.:
H01B 7/02 ^(2006.01) **H01B 3/44** ^(2006.01)
H01B 13/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09015454.3**

(22) Anmeldetag: **15.12.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(71) Anmelder: **HEW-Kabel GmbH & Co. KG**
51688 Wipperfürth (DE)

(72) Erfinder: **Dlugas, Wolfgang**
51688 Wipperfürth (DE)

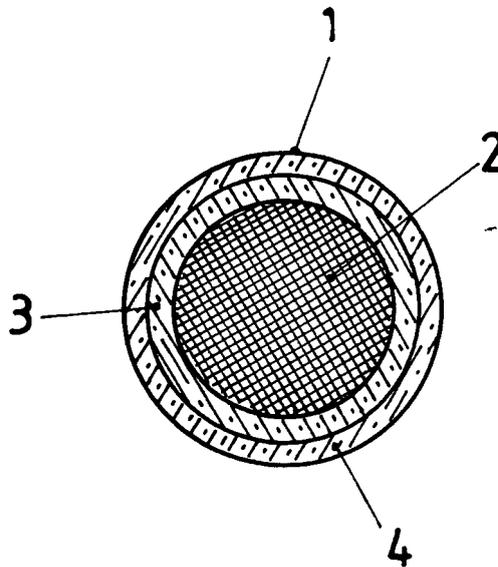
(74) Vertreter: **Mende, Eberhard**
Im Hespe 42
30827 Garbsen (DE)

(30) Priorität: **25.01.2009 DE 102009006069**

(54) **Elektrisches Kabel**

(57) Ein elektrisches Kabel (1) mit einer den Leiter (2) umschließenden Isolierung aus Polytetrafluorethylen weist zwei Einzelschichten (3;4) auf, von denen die un-

mittelbar auf dem Leiter (2) befindliche erste Schicht (3) aus einem durch ein thermoplastisches Polymer modifizierten Polytetrafluorethylen (PTFE) besteht (Fig.).



EP 2 224 458 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrisches Kabel mit einer den Leiter umschließenden Isolierung aus Polytetrafluorethylen.

[0002] Kabel der gattungsgemäßen Art sind hinlänglich bekannt, das gilt sowohl für solche Ausführungen, die der Fortleitung elektrischer Energie dienen, als auch solcher Ausführungen, die als Koaxialkabel dem Bereich der elektrischen Datenübertragung zuzuordnen sind. Beschrieben sind Energiekabel der gattungsgemäßen Art beispielsweise in der EP-PS 0489 752 sowie in dem dort genannten Stand der Technik, wo es darum geht, flexible, gegen aggressive Medien widerstandsfähige Isolierungen für den inneren Leiter vorzusehen. Die Leiterisolierung besteht hierbei aus einem mikroporösen Polytetrafluorethylen (PTFE).

[0003] Nachteilig hierbei ist, dass die PTFE Isolierung während der weiteren Verfahrensschritte im Betrieb, bei der Verlegung oder Montage so ausgeführter Kabel gegenüber dem umschlossenen elektrischen Leiter eine Relativbewegung ausführen kann, die beispielsweise auch bei einer Konfektionierung solcher Kabel sehr hinderlich ist.

[0004] Um hier weiterzukommen, hat man bereits (DE 44 14 052 A1) die PTFE Isolierung mit der Oberfläche des eingeschlossenen elektrischen Leiters verklebt. Diesem Zweck dienen ein in der Wärme verarbeitbares Fluorpolymer, wie etwa ein Tetrafluorethylen/Hexafluorpropylen-Copolymer (FEP) oder auch ein Tetrafluorethylen-Perfluoralkylvinylether-Copolymerisat (TFA/PFA) oder ähnliche Fluorpolymere.

Für bestimmte Anforderungen jedoch, sei es, dass im Betrieb des Kabels besonders hohe Temperaturen zu erwarten sind, sei es, dass die Isolierung in kompakter Form den elektrischen Leiter umschließt, reichen die bekannten Maßnahmen nicht aus, die geforderte Haftfestigkeit der Polytetrafluorethylen-Isolierung auf der Leiteroberfläche zu garantieren.

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, bei solchen Kabeln, Energie - oder Datenkabeln, deren Isolierung vorzugsweise aus einer kompakten Polytetrafluorethylen Matrix besteht, auch unter extremen äußeren Bedingungen für eine hohe Haftung dieses Materials auf der Leiteroberfläche zu sorgen.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch, dass die Polytetrafluorethylen-Isolierung aus zwei Einzelschichten besteht, von denen die unmittelbar auf dem Leiter befindliche erste Schicht aus einem durch ein thermoplastisches Polymer modifizierten Polytetrafluorethylen besteht. Damit ist auch bei hohen Zugkräften jegliches Herausrutschen des metallischen Leiters aus der umgebenden Hülle vermieden. Das gilt sowohl für die weitere Verarbeitung dieses Kabels, als auch für den Transport oder die Verlegung bzw. die Konfektion, wo es darauf ankommt, nach Absetzen der Isolierung über dem metallischen Leiter längs einer definierten Lei-

terlänge beispielsweise Stecker oder sonstige Einrichtungen anzuschlagen. Fehlstellen werden so ausgeschlossen, im Falle koaxialer Hochfrequenzkabel, etwa mit einer porösen Isolierung, ist sichergestellt, dass eine Änderung des Dielektrikums zwischen Innen- und Außenleiter durch eine Längsverschiebung der Isolierung nicht möglich ist.

Da die Haftung der Isolierung nach der Erfindung auf der Leiteroberfläche unabhängig von dem verwendeten Leitermaterial bzw. dessen Oberflächenbeschichtung besonders hoch ist, sie beträgt mindestens das dreifache gegenüber den Haftfestigkeiten handelsüblicher Ausführungen, kommen für die maschinelle Abisolierung auch höhere Fertigungsgeschwindigkeiten in Frage, ein Herausziehen des Leiters aus der umgebenden Isolierung ist ausgeschlossen.

[0007] Die zwei Einzelschichten der Isolierung des nach der Erfindung aufgebauten Kabels können mit Vorteil aus konzentrischen Formkörpern bestehen, die beide gemeinsam auf den Leiter aufextrudiert werden. Eine vorteilhafte Variante der Erfindung besteht darin, dass die beiden Einzelschichten konzentrische Bandwickel sind. Zur Kompaktheit einer so aufgebauten Isolierung mit glatter äußerer Oberfläche trägt in Weiterführung der Erfindung bei, wenn das Wickelband der Einzelschichten eine plankonvexe Querschnittsform aufweist, die bestimmt ist durch eine gekrümmte obere und eine weitgehend gerade untere Begrenzungslinie.

[0008] Zur Herstellung der beschriebenen form- und kraftschlüssigen Verbindung nach der Erfindung, die nicht nur durch ein Aufschrumpfen des eingesetzten Polymermaterials begründet ist, sondern eine dauerhafte Verbindung zwischen der Leiteroberfläche und der Isolierung darstellt, wird man in Weiterführung der Erfindung als modifiziertes Polytetrafluorethylen ein Polymergemenge aus PTFE und 5-30 Gew.%, vorzugsweise 10-15 Gew.%, eines thermoplastischen Polymers verwenden.

[0009] Da das Polytetrafluorethylen bekanntlich eine sehr hohe Dauertemperaturbeständigkeit aufweist, ist in Durchführung der Erfindung vorgesehen, auch für die Mischungskomponente einen hochwärmebeständigen thermoplastischen Kunststoff zu verwenden. Das können z.B. thermoplastisch verformbare Fluorpolymere sein, etwa auf der Basis von Polyvinylidenfluorid und Polytrifluorchlorethylen, oder von thermoplastischen Copolymeren des Vinylidenfluorids und des Trifluorchlorethylens. Geeignet sind aber auch solche Fluorpolymere auf der Basis von Copolymeren des Tetrafluorethylens mit Ethylen, Hexafluorpropylen sowie Perfluor(alkylvinyl)ethern mit Perfluoralkylresten von 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, insbesondere mit Perfluor(propylvinyl)ether. Wie ausgeführt, kommt es für die Erfindung auf ein Gemisch oder ein Gemenge mit Polytetrafluorethylen an. Es kann daher oft zweckmäßig sein, von Vorprodukten der genannten Materialien auszugehen, also von solchen Produkten, die als Polymerisate unmittelbar aus dem Reaktor anfallen.

[0010] Andere für die Erfindung geeignete Mischungs-

komponenten des PTFE Gemenges können ein Polysulfon, ein Polyetherimid oder ein Polyethersulfon, aber auch ein Polyetherketon (PEK) sein. Ebenso kann für die Zwecke der Erfindung ein Polyetheretherketon (PEEK) eine vorteilhafte Anwendung finden, wenn es als Mischungskomponente dem PTFE in einer Menge von beispielsweise 10 bis 15Gew.% zugegeben wird.

[0011] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ergibt sich dann, wenn dem Polytetrafluorethylen als Mischungskomponente ein Polyphenylsulfid (PPS) in einer Menge von 10-15 Gew.% zugegeben wird. Dieser Werkstoff zeichnet sich vor allem durch eine hohe mechanische Festigkeit und Formbeständigkeit in der Wärme aus, durch eine geringe Feuchtigkeitsaufnahme sowie durch eine hohe Beständigkeit gegen den Angriff durch Chemikalien. Mit diesem Eigenschaftsbild ist das PPS besonders geeignet, zusammen mit der überwiegenden PTFE Komponente eine dauerhaft verschleißfeste Isolierung eines elektrischen Leiters zu gewährleisten.

[0012] Nach der Erfindung ist die Umhüllung des Leiters eines elektrischen Kabels zweischichtig aufgebaut. Dabei ist für die Erfindung wesentlich, dass die beiden Schichten kraft- und formschlüssig miteinander verbunden sind, also eine kompakte Einheit bilden. Um das zu erreichen, sieht die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Umhüllung vor, bei dem zunächst aus einem PTFE Pulver und einem Gleit- oder Schmiermittel durch sog Pastenextrusion ein zylindrischer Formkörper mit einer zentralen Bohrung hergestellt wird. Aus einem Polymergemenge aus PTFE und einem thermoplastischen, hochwärmebeständigen Polymer, mit Vorteil z.B. einem Polyphethylensulfid (PPS), wird unter Zusatz der üblichen Gleit- oder Schmiermittel ein zweiter zylindrischer Formkörper mit einer zentralen Bohrung wiederum durch Pastenextrusion erzeugt und in die entsprechend bemessene Bohrung des ersten Formkörpers eingeführt. In die entsprechend den äußeren Abmessungen des elektrischen Leiters bemessene Bohrung des zweiten Formkörpers wird der Leiter eingeführt und schließlich werden beide konzentrischen Formkörper gemeinsam auf den Leiter zur Bildung zweier form- und kraftschlüssig miteinander verbundener Einzelschichten aufextrudiert. Das Polytetrafluorethylen der beiden Schichten wird in Weiterführung der Erfindung nach der Extrusion der beiden Formkörper auf den Leiter gleichzeitig gesintert, wobei das durch die Temperaturerhöhung während des Sinterprozesses an- oder aufschmelzende thermoplastische Polymer Haftbrücken zur äußeren Umfläche des Leiters bildet. Damit ist eine dauerhafte, mechanisch feste und dichte Verbindung zwischen der Leiteroberfläche und seiner Beschichtung aus dem Polytetrafluorethylen gewährleistet.

Zweckmäßig wird die Wanddicke der zweiten Schicht aus dem durch Zumischung eines thermoplastischen Polymers modifizierten Polytetrafluorethylen etwa 10-60% der Wanddicke der gesamten PTFE Beschichtung des elektrischen Leiters betragen.

Das gilt auch für die vorgeschlagene Variante der Erfindung, bei der die Einzelschichten der Isolierung aus konzentrischen Bandwickeln bestehen. In diesem Fall geht man zur Herstellung eines Kabels nach der Erfindung so vor, dass der Leiter zunächst mit einer oder mehreren Lagen eines aus einem Polymergemenge aus PTFE Pulver und einem thermoplastischen Polymer sowie Gleit- oder Schmiermitteln durch Pastenextrusion und anschließende Bandformung hergestellten ungesinterten Bandes umwickelt wird. Bezüglich der Herstellung eines solchen Wickelbandes aus Polytetrafluorethylen durch Pastenextrusion und anschließende Bandformung wird ausdrücklich auf die eigene ältere Anmeldung DE 102 01 833 A1 Bezug genommen. Anschließend wird auf die Wickellagen aus dem modifizierten Polytetrafluorethylen ein aus einem Gemenge aus einem PTFE Pulver und Gleit- oder Schmiermitteln ebenfalls durch Pastenextrusion mit anschließender Bandformung hergestelltes Wickelband aus dem nicht modifizierten Polytetrafluorethylen in einer oder mehreren Lagen aufgebracht und schließlich das bis dahin noch ungesinterte Polytetrafluorethylen aller Wickellagen gemeinsam einem Sinterprozess unterworfen.

[0013] Für besondere Anwendungsfälle kann es zweckmäßig sein, die Oberfläche des elektrischen Leiters, der aus aus miteinander verseilten Einzeldrähten besteht, zu glätten, insbesondere mit Blick auf eine Vergleichmäßigung des elektrischen Feldes im Umfeld des elektrischen Leiters. Für diese Fälle hat es sich in Weiterführung der Erfindung als vorteilhaft erwiesen, das modifizierte Polytetrafluorethylen mit leitfähigen Füllstoffen anzureichern. So kann der Anteil leitfähiger Füllstoffe im Polytetrafluorethylen, das in Pulverform als Ausgangsmaterial vorliegt, 1,5 bis 30Gew.%, vorzugsweise 2 bis 20Gew.%, betragen. Hierfür geeignete leitfähige Füllstoffe sind beispielsweise Ruße, Graphit, Metalloxide oder dergl.

[0014] Die Erfindung sei an Hand des in der Figur als Ausführungsbeispiel dargestellten Energiekabels näher erläutert.

[0015] Das in der Figur dargestellte Kabel 1 besteht aus dem elektrischen Leiter 2 aus einer Vielzahl miteinander verseilter oder verwürgter Einzeldrähte. Das können je nach Anwendungsfall vernickelte oder auch versilberte Kupferdrähte sein. Der elektrische Leiter 2 ist beschichtet mit einer inneren PTFE Umhüllung 3 und einer äußeren PTFE Umhüllung 4, wobei das PTFE der Umhüllung 3 durch Beimischung eines thermoplastischen, hochwärmebeständigen Polymers zum PTFE Pulver vor der Pastenextrusion modifiziert ist. Die beiden PTFE Umhüllungen 3 und 4, im Ausführungsbeispiel Isolierhüllen, bilden im aufextrudierten oder auch als Bandwickel aufgebrachten und anschließend gesinterten Zustand miteinander eine kompakte Einheit ohne Spaltbildung an der Grenzfläche zwischen beiden Isolierungen. Ebenso sind beide Umhüllungen 3 und 4 dauerhaft form- und kraftschlüssig mit dem elektrischen Leiter 2 verbunden. Die äußere Oberfläche des elektrischen Kabels 1

nach der Erfindung ist in sich geschlossen und glatt. Die verseilten Kupferdrähte des Leiters 2 sind durch die mechanisch feste Umhüllung aus PTFE temperaturbeständig und geschützt gegen äußere aggressive Medien sicher fixiert. Das Kabel 1 ist für einen Temperaturbereich von -190° C bis +260° C Dauerbetriebstemperatur geeignet und deshalb auch dort einsetzbar, wo mit erhöhten oder sehr tiefen Temperaturen gerechnet werden muß.

Patentansprüche

1. Elektrisches Kabel mit einer den Leiter umschließenden Isolierung aus Polytetrafluorethylen (PTFE), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polytetrafluorethylen-Isolierung des Leiters aus zwei Einzelschichten besteht, von denen die unmittelbar auf dem Leiter befindliche erste Schicht aus einem durch ein thermoplastisches Polymer modifizierten Polytetrafluorethylen besteht.
2. Elektrisches Kabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelschichten aus konzentrischen Formkörpern bestehen, die beide gemeinsam auf den Leiter extrudiert sind.
3. Elektrisches Kabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelschichten konzentrische Bandwickel sind.
4. Elektrisches Kabel nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wickelband der Einzelschichten eine plankonvexe Querschnittsform aufweist, die bestimmt ist durch eine gekrümmte obere und eine weitgehend gerade untere Begrenzungslinie.
5. Elektrisches Kabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als modifiziertes Polytetrafluorethylen ein Polymergemenge aus PTFE und 5-30 Gew.%, vorzugsweise 10-15 Gew.%, eines thermoplastischen Polymers dient.
6. Elektrisches Kabel nach Anspruch 1 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das thermoplastische Polymer ein hochwärmebeständiger Kunststoff ist.
7. Elektrisches Kabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hochwärmebeständige Kunststoff ein thermoplastisch verformbares Fluorpolymer ist.
8. Elektrisches Kabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hochwärmebeständige Kunststoff ein Polyphenylensulfid (PPS) ist.
9. Elektrisches Kabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hochwärmebeständige Kunststoff ein Polysulfon oder ein Polyethersulfon ist.
10. Elektrisches Kabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hochwärmebeständige Kunststoff ein Polyetherketon (PEK) ist.
11. Elektrisches Kabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hochwärmebeständige Kunststoff ein Polyetheretherketon (PEEK) ist.
12. Elektrisches Kabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hochwärmebeständige Kunststoff ein Polyetherimid ist.
13. Elektrisches Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wanddicke der ersten Schicht aus dem modifizierten Polytetrafluorethylen etwa 10-60% der Wanddicke der gesamten PTFE Beschichtung des elektrischen Leiters beträgt.
14. Elektrisches Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das modifizierte Polytetrafluorethylen leitfähige Füllstoffe enthält.
15. Elektrisches Kabel nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil der leitfähigen Füllstoffe im Polytetrafluorethylenpulver 1,5 bis 30 Gew.%, vorzugsweise 2 bis 20 Gew.% beträgt.
16. Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kabels aus einem Leiter mit äußerer polymerer Beschichtung nach Anspruch 2 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus einem Gemenge aus PTFE Pulver und einem Gleit- oder Schmiermittel durch sog. Pastenextrusion zunächst ein zylindrischer Formkörper mit einer zentralen Bohrung hergestellt, aus einem Polymergemenge aus PTFE und einem thermoplastischen Polymer unter Zusatz von Gleit- oder Schmiermitteln ein zweiter zylindrischer Formkörper mit einer zentralen Bohrung wiederum durch Pastenextrusion erzeugt und dieser in die entsprechend bemessene Bohrung des ersten Formkörpers eingeführt wird, dass in die Bohrung des zweiten Formkörpers der elektrische Leiter eingeführt und dass anschließend beide konzentrischen Formkörper gemeinsam auf den Leiter zur Bildung zweier form- und kraftschlüssig miteinander verbundener Einzelschichten aufextrudiert werden.
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Polytetrafluorethylen der beiden Schichten nach der Extrusion der beiden Formkörper auf den elektrischen Leiter gleichzeitig gesintert

wird, wobei das durch die Temperaturerhöhung während des Sinterprozesses an- oder aufschmelzende thermoplastische Polymer Haftbrücken zur äußeren Umfläche des elektrischen Leiters bildet.

5

18. Verfahren zur Herstellung eines Kabels aus einem Leiter mit polymerer Beschichtung nach Anspruch 3 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter zunächst mit einer oder mehreren Lagen eines aus einem Polymergemenge aus PTFE Pulver und einem thermoplastischen Polymer sowie Gleit- oder Schmiermitteln durch Pastenextrusion und anschließender Bandformung hergestellten Wickelbandes umwickelt, anschließend auf die Wickellagen aus dem modifizierten Polytetrafluorethylen ein aus einem Gemenge aus PTFE Pulver und Gleit- oder Schmiermitteln ebenfalls durch Pastenextrusion mit anschließender Bandformung hergestelltes Wickelband aus dem nicht modifizierten Polytetrafluorethylen in einer oder mehreren Lagen aufgebracht und schließlich das Polytetrafluorethylen aller Wickellagen gemeinsam einem Sinterprozess unterworfen wird.

10

15

20

19. Verfahren nach Anspruch 16 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Polymergemenge neben Gleit- oder Schmiermitteln auch elektrisch leitfähige Füllstoffe zugegeben werden.

25

30

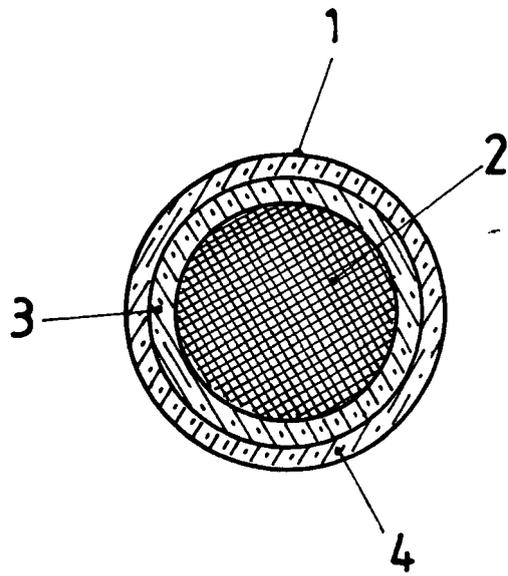
35

40

45

50

55



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP PS0489752 A [0002]
- DE 4414052 A1 [0004]
- DE 10201833 A1 [0012]