(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 209 696 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.12.2005 Patentblatt 2005/52

(51) Int Cl.[7]: **H01B 3/30**, H01B 3/44, H01B 7/02

(21) Anmeldenummer: **01126351.4**

(22) Anmeldetag: **07.11.2001**

(54) **Elektrische Leitung**

Electric conductor

Conducteur électrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR

(30) Priorität: **21.11.2000 DE 10057657**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.05.2002 Patentblatt 2002/22

(73) Patentinhaber: **HEW-KABEL /CDT GmbH & Co. KG**
51676 Wipperfürth (DE)

(72) Erfinder: **Dlugas, Wolfgang**
58566 Kierspe (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 4 273 829
US-A- 5 220 133

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 1 209 696 B1

Beschreibung

[0001] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine elektrische Leitung mit einer den metallischen Leiter umschließenden gesinterten Isolierung aus einer oder mehreren Lagen eines in den Kantenbereichen überlappenden ungesinterten Wickelbandes auf Basis Polytetrafluorethylen. Dieses Wickelband weist eine plankonvexe Querschnittsform auf, die bestimmt ist durch eine gekrümmte obere und eine gerade untere Begrenzungslinie.

[0002] Eine solche elektrische Leitung oder ein solches Kabel ist bereits aus der DE-PS 32 14 447 bekannt. Durch die Verwendung eines ungesinterten Wikkelbandes zur Herstellung der Isolierung in der angegebenen Querschnittsform und das an den Wickelprozeß anschließende Sintern des Polytetrafluorethylens entsteht eine kompakte, spaltenfreie Isolierhülle mit extrem glatter äußerer Oberfläche, wie sie bisher nur durch ein Extrusionsverfahren möglich ist. Ebenso wie bei extrudierten Isolierhüllen bietet die bekannte Leitung mit einer Isolierung aus einem Wickelband an deren Oberfläche keine Angriffspunkte für mechanische Kräfte, die zu einem Aufreißen der Isolierung führen könnten.

[0003] Es gibt jedoch Anwendungsfälle, beispielsweise im Flugzeug- oder Satellitenbau, wo neuerdings Forderungen hinsichtlich mechanischer Festigkeit und gleichzeitiger elektrischer Spannungsfestigkeit gestellt werden, die die bekannte Isolierung ohne weiteres zu erfüllen nicht in der Lage ist.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das bekannte Kabel oder die bekannte Leitung so zu ertüchtigen, daß sie bei gleichbleibender Kompaktheit der Isolierung und geschlossener glatter äußerer Oberfläche auch den Anforderungen nach hoher mechanischer Festigkeit und elektrischer Spannungsfestigkeit genügt.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch, daß zwischen elektrischem Leiter und Isolierung eine oder mehrere Lagen eines Wickelbandes aus Polyimid angeordnet sind, wobei die der Isolierung zugekehrte oberste Bandlage dieses Wickelbandes mit der dem Leiter zugekehrten Bandlage des Wikkelbandes auf Basis Polytetrafluorethylen kraftschlüssig verbunden ist. Solche Kabel oder Leitungen genügen auch den höchsten Anforderungen hinsichtlich mechanischer Festigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen aggressive Medien und elektrischer Spannungsfestigkeit.

[0006] Durch die erfindungsgemäße Kombination einer oder mehrerer Wickellagen eines Polyimidbandes oder einer entsprechenden Folie und einer oder mehrerer diese überdeckende Wickellagen eines Bandes auf Basis Polytetrafluorethylen in der angeführten plankonvexen Querschnittsform als Leiterisollerung ergibt sich darüber hinaus der Vorteil einer lichtbogenfesten Isolierung hoher Glimmbeständigkeit. Dies ist bedingt durch die geschlossene glatte Oberfläche der äußersten Bandlagen auf Basis Polytetrafluorethylen und deren Widerstandsfähigkeit gegen äußere mechanische Kräfte. So verhindert die hohe Abriebfestigkeit des Polytetrafluorethylens Beschädigungen der glatten, in sich geschlossenen Oberfläche z.B. beim Einziehen solcher Leitungen in Kabelführungsrohre oder beim Verlegen, beim Herstellen von Kabelbäumen großer Länge, wie sie z.B. im Flugzeugbau üblich sind, beim Herumführen um Kanten oder Ecken aus Blechmaterial und dergleichen.

[0007] Aber auch das einfache Kennzeichnen der Leitungen, z.B. durch Einprägen von Unterscheidungsmerkmalen, führt nicht zu Verletzungen der Oberfläche der erfindungsgemäßen Isolierung. Solche Verletzungen können nämlich leicht im Zusammenspiel mit Schmutz- oder Staubteilchen, Wasser oder Ölen, also Schmierfilmen auf der Isolieroberfläche, während des Betriebes zu Glimmentladungen und damit letztendlich zu Kurzschlüssen im Leitungsbereich führen.

[0008] So trägt die Polytetrafluorkomponente in der erfindungsgemäßen Ausführungsform entscheidend zur Lichtbogenfestigkeit und Glimmbeständigkeit solcher Kabel und Leitungen bei. Das umso mehr, als gerade das zur Erhöhung der elektrischen Spannunsfestigkeit und mechanischen Festigkeit erfindungsgemäß verwendete Polylmid-Wickelband den Anforderungen hinsichtlich Lichtbogenfestigkeit und Glimmbeständigkeit nicht genügt.

[0009] Aus diesem Grunde kann man in Durchführung der Erfindung auch so vorgehen, daß, unter der Voraussetzung gleicher äußerer Abmessungen der Leitung, die Anzahl der Wickellagen des Polyimidbandes z.B. zur Erhöhung der elektrischen Spannungsfestigkeit erhöht, dagegen die Anzahl der Wickellagen des Bandes auf Basis Polytetrafluorethylen soweit reduziert wird, daß dieses Band lediglich noch als Schutzüberzug zur Vermeidung von Schäden durch Lichtbogenangriffe oder Glimmentladungen anzusehen ist.

[0010] Umgekehrt kann bei geforderter niedriger Spannungsfestigkeit die Wanddicke der Gesamtisolierung reduziert werden, das führt zu einer Platz- und Gewichtsersparnis, ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Leitung dann, wenn sie,wie bereits erwähnt, für den Flugzeug- oder Satellitenbau zum Einsatz kommt.

[0011] Von Vorteil ist es, die kraftschlüssige Verbindung zur Herstellung einer weitgehend kompakten Isolierung durch eine Verschweißung oder Verklebung der jeweils aneinander grenzenden Bandlagen durchzuführen. Da die Temperaturbeständigkeit der erfindungsgemäßen Leitung ein weiteres Erfordernis darstellt, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, für diese Zwecke Fluorpolymere zu verwenden, insbesondere auch mit Rücksicht auf das an das Polyimid im Schichtenaufbau angrenzende Polytetrafluorethylen. Geeignete Fluorpolymere sind aus der Schmelze verarbeitbare, wie beispielsweise das Tetrafluorethylen/Hexafluorpropylen Copolymer (FEP), das Perfluoralkoxy-Polymer (PFA), oder auch das Tetrafluorethylen-Perfluoralkylvinylether Copoly-

merisat (TFA/PFA), wobei dem erstgenannten der Vorzug zu geben ist.

Auch andere bekannte Fluorpolymere, die aus der Schmelze verarbeitbar sind, wie das Polyvinylidenfluorid (PVDF) oder das Ethylen-Tetrafluorethylen (ETFE) können mitunter eine vorteilhafte Anwendung finden.

[0012] Die genannten Materialien können auf die oberste Wickellage des Polyimidbandes extrudiert sein, es ist aber auch möglich, diese Fluorpolymerkomponente bereits auf das Wickelband selbst aufzubringen, d.h. ein mit dem Fluorpolymer als Kleber kaschiertes Polyimidband einzusetzen.

[0013] Eine andere vorteilhafte Variante ist die, aus der Schmelze nicht verarbeitbare Fluorpolymere als Bindemittel zwischen der Polyimidbewicklung und der aus einem Polytetrafluorethylenband zu verwenden. Zu diesem Zweck wird beispielsweise das Polytetrafluorethylen selbst oder ein mit höchstens 2 Gew.% Fluormonomeren modifiziertes Polytetrafluorethylen in Pulverform verwendet. Dieses Polymerpulver, auf die Polyimidbewicklung aufgebracht oder auf das Polyimidband selbst in kaschierter Form, schmilzt bei der Sintertemperatur für das Wickelband aus Polytetrafluorethylen auf und sorgt so für eine kraftschlüssige Verbindung zwischen den Wickellagen aus den unterschiedlichen Polymermaterialien.

[0014] Die maximale Dicke des plankonvexen Wikkelbandes, d.h. die Dicke im verstärkten mittleren Bereich des linsenförmigen Querschnitts, liegt vorteilhaft zwischen 15 bis 100 μm, bei gleichzeitiger Dicke des Bandkantenbereiches von 5 μm und weniger, d.h. auf 0 hin auslaufend. Diese Werte machen deutlich, daß die die Polyimidbewicklung überdeckende Wickellage aus Polytetrafluorethylen bei Bedarf lediglich als Schutzüberzug mit den vom Material und der Bandquerschnittsform her vorgegebenen Vorteilen, hohe Abriebfestigkeit, kompakte geschlossene und nach außen glatte Oberfläche, verwendet werden kann. Die vorteilhafte Breite des plankonvexen Wickelbandes liegt zwischen 3 und 50 mm, vorzugsweise zwischen 5 und 25 mm, je nach Leiterdurchmesser.

[0015] Die Erfindung sei an Hand des in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0016] Der metallische Leiter 1 der erfindungsgemäßen Leitung kann massiv ausgebildet sein, in der dargestellten Form besteht er als sogenannter Litzenleiter zur Erhöhung der Flexibilität der Leitung aus z.B. blanken, verzinnten, versilberten oder vernickelten Kupferdrähten oder aus solchen aus einer Kupferlegierung. Unmittelbar auf den Litzenleiter aufgewickelt sind eine oder mehrere Lagen des Polyimidbandes 2. Zur kraftschlüssigen Verbindung dieser Wickellage mit der aus dem Polytetrafluorethylenband 3 dient die Zwischenschicht 4 aus einem Fluorpolymer, beispielsweise ein Tetrafluorethylen/Hexafluorpropylen Copolymer (FEP) oder ein zunächst in Pulverform aufgebrachtes und anschließend gesintertes Polytetrafluorethylen (PTFE). Die Bezeichnung "Polytetrafluorethylen" schließt hier, wie oben auch, Tetrafluorethylen-Polymere ein, die mit modifizierenden Zusätzen versehen sind, jedoch in einer solchen Menge, daß das Polymere, wie das PTFE selbst,aus der Schmelze nicht verarbeitbar ist.

[0017] Insbesondere im Hinblick auf die Vereinfachung des Herstellungsverfahrens und die geforderte Minimierung der äußeren Leitungsabmessungen, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, mit der Zwischenschicht 4 bereits kaschierte Bänder oder Folien auf Polyimidbasis einzusetzen. Solche kaschierten Polyimidbänder sind z.B. unter dem Handelsnamen OASIS der Firma Du Pont im Markt erhältlich.

[0018] Das Polyimidband 2 dient der Erhöhung der elektrischen Spannungsfestigkeit dieser Leitung sowie deren mechanischer Festigkeit, während die aus dem PTFE Band 3 mit der speziellen Querschnittsform bestehende ein- oder mehrlagige Bewicklung die für solche Leitungen geforderte hohe Abriebfestigkeit, Temperaturbeständigkeit und Lichtbogenfestigkeit gewährleistet. Wesentlich für die gewählten Bewicklungen ist die Überlappung der jeweiligen Bandkanten, das ist insbesondere die Voraussetzung für die geschlossene, außen glatte Umfläche der aus dem Polytetrafluorethylenband 3 gebildeten Hülle. Denn durch die Verwendung eines ungesinterten PTFE-Bandes 3 in der Querschnittsform mit einem verstärkten mittleren Bereich und zu den Bandkanten hin in der Dicke gegen Null abfallenden Kantenbereichen ergibt sich nach dem Wikkelvorgang und der anschließenden Temperaturbehandlung (Sinterung) durch das Verschweißen der Bandkanten eine kompakte, weitgehend homogen Hülle mit glatter Oberfläche. Hochstehende Bandkanten als Angriffsflächen für äußere mechanische Kräfte sind vermieden, auch Markierungen, selbst Prägungen an der Oberfläche sind problemlos durchführbar, ohne daß im Betrieb unter den dann herrschenden Bedingungen, wie aggressive Medien, Feuchtigkeit, Schmutz, etc., Glimmentladungen und die Entstehung von Lichtbögen zu befürchten sind.

[0019] Wird in Durchführung der Erfindung ein kaschiertes Polyimidband verwendet, dann kann dieses auch beidseitig beschichtet sein, um eine gewisse Haftung auf dem Leiter zu erreichen. Diese Haftung kann zu einer Erleichterung bei der Abmantelung des elektrischen Leiters zum Zwecke der Montage der Leitung beitragen.

Patentansprüche

1. Elektrische Leitung mit einer den metallischen Leiter umschließenden gesinterten Isolierung aus einer oder mehreren Lagen eines in den Kantenbereichen überlappenden ungesinterten Wickelbandes auf Basis Polytetrafluorethylen, das eine plankonvexe Querschnittsform aufweist, die bestimmt ist durch eine gekrümmte obere und eine gerade untere Begrenzungslinie, **gekennzeichnet durch**

eine oder mehrere Lagen eines zwischen Leiter und Isolierung angeordneten Wickelbandes aus einem Polyimid, dessen der Isolierung zugekehrte oberste Bandlage mit der dem Leiter zugekehrten Bandlage des Wickelbandes auf Basis Polytetrafluorethylen kraftschlüssig verbunden ist.

2. Elektrische Leitung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die kraftschlüssige Verbindung durch eine Verschweißung oder Verklebung der jeweils aneinandergrenzenden Bandlagen erreicht ist.

3. Elektrische Leitung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur kraftschlüssigen Verbindung der jeweils aneinandergrenzenden Bandlagen ein Fluorpolymer dient.

4. Elektrische Leitung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Fluorpolymer aus der Schmelze verarbeitbar ist.

5. Elektrische Leitung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Fluorpolymer aus der Schmelze nicht verarbeitbar ist.

6. Elektrische Leitung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, daß** das Wickelband der Isolierung aus einem mit höchstens 2 Gew.% Fluormonomeren modifizierten Polytetrafluorethylen besteht.

7. Elektrische Leitung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die maximale Dicke des plankonvexen Wickelbandes 10 bis 100 µm beträgt.

8. Elektrische Leitung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Breite des plankonvexen Wickelbandes 3 bis 50 mm, vorzugsweise 5 bis 25 mm beträgt.

9. Elektrische Leitung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Wickelband aus Polyimid mit einem Fluorpolymer ein- oder beidseitig beschichtet ist.

Claims

1. Electric line with sintered insulation surrounding the metallic conductor, made of one or more layers of an unsintered winding tape overlapping in the edge regions, based on polytetrafluoroethylene, which has a piano-convex cross-sectional shape, which is determined by a curved upper boundary line and a straight lower boundary line, **characterised by** one or more layers of a winding tape made of a polyamide, arranged between the conductor and insulation, of which the uppermost tape layer facing the insulation is connected in a non-positive manner to the tape layer of the winding tape based on polytetrafluoroethylene facing the conductor.

2. Electric line according to claim 1, **characterised in that** the non-positive connection is achieved by welding or gluing of the respectively adjacent tape layers.

3. Electric line according to claim 1 or 2, **characterised in that** a fluoropolymer is used for the non-positive connection of the respectively adjacent tape layers.

4. Electric line according to claim 3, **characterised in that** the fluoropolymer can be processed from the melt.

5. Electric line according to claim 3, **characterised in that** the fluoropolymer cannot be processed from the melt.

6. Electric line according to claim 1, **characterised in that** the winding tape of the insulation consists of a polytetrofluoroethylene modified with at most 2 % by weight fluoromonomers.

7. Electric line according to claim 1, **characterised in that** the maximum thickness of the plano-convex winding tape is 10 to 100 µm.

8. Electric line according to claim 1, **characterised in that** the width of the plano-convex winding tape is 3 to 50 mm, preferably 5 to 25 mm.

9. Electric line according to claim 1 or one of the following claims, **characterised in that** the winding tape made of polyimide is coated with a fluoropolymer on one or both sides.

Revendications

1. Conducteur électrique comportant une isolation frittée qui entoure le conducteur métallique et constituée d'une ou de plusieurs couches d'une bande enroulée non frittée, à base de polytétrafluoréthylène, qui se chevauche dans les zones de bord et dont la forme en section transversale est plan-convexe et est déterminée par une ligne de délimitation supérieure courbe et une autre inférieure rectiligne,
caractérisé par
une ou plusieurs couches d'une bande enroulée placée entre le conducteur et l'isolation en polyamide dont la couche de bande supérieure tournée vers l'isolation est reliée par combinaison de forces avec la couche de bande - tournée vers le conducteur - de la bande enroulée à base de polytétrafluo-

réthylène.

2. Conducteur électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la liaison par combinaison de forces est obtenue en soudant ou en collant chacune des couches de bande adjacentes.

3. Conducteur électrique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** un fluoropolymère sert de liaison par combinaison de forces à chacune des couches de bande adjacentes.

4. Conducteur électrique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le fluoropolymère peut être façonné à partir de la masse fondue.

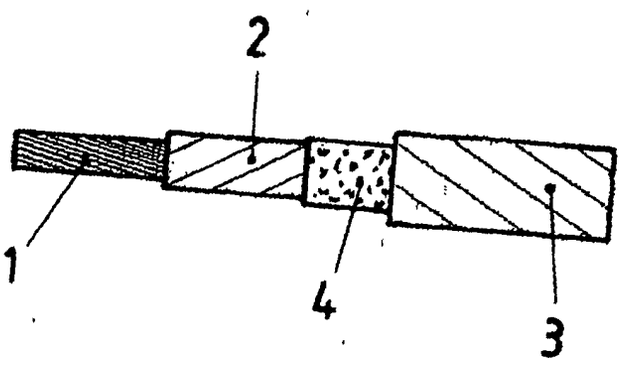
5. Conducteur électrique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le fluoropolymère n'est pas façonné à partir dé la masse fondue.

6. Conducteur électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bande enroulée de l'isolation est en polytétrafluoréthylène modifié contenant tout au plus 2 % en masse de fluoromonomère.

7. Conducteur électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'épaisseur maximale de la bande enroulée plan-convexe est comprise entre 10 et 100 μm.

8. Conducteur électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la largeur de la bande enroulée plan-convexe est comprise entre 3 et 50 mm, de préférence entre 5 et 25 mm.

9. Conducteur électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bande enroulée est en polyamide revêtue d'un ou des deux côtés d'un fluoropolymère.


2
1
4
3