



(11) **EP 2 113 927 B9**

(12) **KORRIGIERTE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(15) Korrekturinformation:
Korrigierte Fassung Nr. 1 (W1 B1)
Korrekturen, siehe
Beschreibung Abschnitt(e) 3

(51) Int Cl.:
H01B 3/00 (2006.01) **H01B 1/00 (2006.01)**

(48) Corrigendum ausgegeben am:
14.06.2017 Patentblatt 2017/24

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.03.2017 Patentblatt 2017/09

(21) Anmeldenummer: **09004145.0**

(22) Anmeldetag: **24.03.2009**

(54) **Halbleitendes Wickelband aus Polytetrafluorethylen**

Semiconductive winding tape comprising polytetrafluoroethylene

Ruban à ré-embobinage semi-conducteur sur la base de polytétrafluoréthylène

(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 TR

(30) Priorität: **28.04.2008 DE 102008021204**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.11.2009 Patentblatt 2009/45

(73) Patentinhaber: **HEW-KABEL GmbH**
51688 Wipperfürth (DE)

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

(74) Vertreter: **Rebbereh, Cornelia**
Kamper Strasse 1
51789 Lindlar (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 860 834 WO-A-2006/117679
WO-A-2007/041297 GB-A- 2 407 747
US-A1- 2005 173 244 US-B1- 6 289 640

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 113 927 B9

Beschreibung

[0001] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein aus Polytetrafluorethylen bestehendes ungesintertes Wickelband mit einer plankonvexen Querschnittsform, die bestimmt ist durch eine gekrümmte obere und eine weitgehend gerade untere Begrenzungslinie, zur Herstellung von kompakten oder mindestens nach einer Teilsinterung des Bandmaterials der Wickellagen selbsttragenden Hüllen für elektrische Kabel und Leitungen.

[0002] Zur Isolierung elektrischer Leiter sind bereits Wickelbänder der genannten Art aus Polytetrafluorethylen (PTFE) bekannt (DE 32 14 447 C2). Der Vorteil dieser Wickelbänder gegenüber bekannten Bändern mit einer rechteckigen Querschnittsform ist u.a. der, dass sich für den Wickelkörper glatte und dichte Oberflächen erreichen lassen. Zudem ist ein Aufreißen der Isolierung im Überlappungsbereich der Bandkanten vermieden.

[0003] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, den als Isolierwerkstoffe bekannten Wickelbändern im Bereich elektrischer Kabel und Leitungen neue Anwendungsbereiche zu erschließen. Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch, dass das ungesinterte Wickelband in Pulverform vorliegendes Polytetrafluorethylen, Schmier- oder Gleitmittel und leitfähige Füllstoffe enthält zum Ausbilden eines halbleitenden Wickelbandes. Die Aufgabe wird ferner gelöst für ein elektrisches Koaxialkabel mit einer halbleitenden kompakten, ggf. selbsttragenden Hülle im Schichtenaufbau, hergestellt unter Verwendung eines solchen ungesinterten Wickelbandes. Die auf diese Weise halbleitenden ungesinterten PTFE-Wickelbänder mit der genannten plankonvexen Querschnittsform sind geeignet, Umhüllungen oder Schichten im Aufbau elektrischer Kabel und Leitungen herzustellen, bei denen es auf eine besonders gleichmäßige Stromverteilung ohne Unstetigkeitsstellen an der Oberfläche oder im Inneren der leitfähigen Schichten ankommt. Die Bezeichnung Polytetrafluorethylen schließt dabei auch Tetrafluorethylen-Polymere ein, die mit modifizierenden Zusätzen versehen sind, jedoch in einer solchen Menge, dass das Polymere, wie das Polytetrafluorethylen selbst, aus der Schmelze nicht verarbeitbar ist.

[0004] Bekannt ist es an sich bereits, dem Werkstoff Polytetrafluorethylen auch leitfähige Füllstoffe, wie Metallpulver, Ruß, Silizium, Graphit oder ähnliche Stoffe mit einer geeigneten Leitfähigkeit zuzumischen. Das so modifizierte Polytetrafluorethylen findet im Gegensatz zur Erfindung jedoch Anwendung bei elektrischen Kochplatten (GB 2 407 747A), bei elektromagnetischen Abschirmungen von Elektronikrichtungen (EP 0 860 834 A2), bei Diffusionsmembranen (US 2005/0173244 A1) oder für mechanische Gleitlager für Gebäude und Brücken in Erdbeben gefährdeten Gebieten (US 6,289,640 B1). Gleiche oder ähnliche Füllstoffe werden auch verwendet als Flammenschutzmittel für die Isolierung elektrischer Kabel, wobei als Isoliermaterial jedoch abweichend von der Erfindung aus der Schmelze verformbare Fluorpolymere

verwendet werden.

[0005] Man hat aber auch schon dem in Pulverform vorliegenden Polytetrafluorethylen neben den für die Verarbeitung des PTFE notwendigen Schmier- oder Gleitmitteln leitfähige Füllstoffe zugemischt und durch eine sogenannte Pastenextrusion mit anschließendem Auswalzen der Vorform Bänder mit einer ein- oder beidseitigen Oberflächenleitfähigkeit hergestellt (WO 2006/117679 A2). Diese Bänder, die zudem eine rechteckige Querschnittsform aufweisen, werden im gesinterten Zustand des Bandmaterials z.B. als Abschirmung in elektrischen Kabeln verwendet..

[0006] Die Rechteckform der bekannten, für eine Abschirmung auch schon bereits gesinterten, Bänder führt jedoch im Überlappungsbereich der Bandkanten zu unvermeidbaren Lufteinschlüssen im Wickelkörper, eine gleichmäßige Stromverteilung über den Querschnitt in Achsrichtung des Kabel oder quer dazu, lässt sich so nicht erreichen. Zudem ergeben sich an der Oberfläche des Wickelkörpers Unstetigkeitsstellen im Bereich der überlappenden Bandkanten, die im Zusammenhang mit den Lufteinschlüssen im Inneren eine optimale Schirmwirkung oder gleichmäßige Stromverteilung im leitfähigen Bandwickel selbst nicht zulassen.

[0007] In Durchführung der Erfindung beträgt der Anteil der leitfähigen Füllstoffe im Polytetrafluorethylenpulver 1,5 bis 30 Gew.%, vorzugsweise 2 bis 20 Gew.%. Damit ergeben sich vorteilhafte Oberflächenwiderstände der erfindungsgemäßen ungesinterten Wickelbänder von 10 Ohm/mm² bis 10 MOhm/mm².

[0008] Wesentlich für eine gute Schirmwirkung von Wickeltagen aus dem erfindungsgemäßen Wickelband ist neben der Querschnittsform auch eine Banddicke von 20 bis 200 µm, vorzugsweise 40 bis 160 µm, wobei die Banddicke zu den Bandkanten bzw. zum Rand des Bandes hin auf 5 µm und weniger abnimmt. Zur Schaffung optimaler Verhältnisse sollte die Breite des Bandes nach der Erfindung 5 bis 50 mm, vorzugsweise 10 bis 30 mm betragen.

[0009] Durch die Einbettung leitfähiger Füllstoffe in eine hochwärmebeständige Polymermatrix ist die durch die Erfindung erzielte Schirmung eines elektrischen Feldes in einem weiten Temperaturbereich von -100 °C bis +200 °C und sogar darüber wirksam. Das ist ein weiterer Grund dafür, dass eine aus dem Wickelband nach der Erfindung bestehende Bewicklung eine vorteilhafte Anwendung im Bereich coaxialer Hochfrequenzkabel findet. Je nach den im Schichtenaufbau solcher Kabel zur Übertragung hochfrequenter Signale verwendeten Isolierwerkstoffen, niedrig oder hochschmelzende Polymere, wird man das Wickelband nach der Erfindung als kompakten Wickelkörper ausbilden oder nach einer Teil- oder vollständigen Sinterung des Bandmaterials zwischen 300 und 400 °C zu einer selbsttragenden Hülle formen. Die einzelnen Bandlagen sowie die durch die gewählte Bandquerschnittsform extrem dünnen Kanten oder Ränder des Wickelbandes verschweißen bei den Sintertemperaturen und unter dem Einfluss des dabei wirksam

werdenden Schrumpfdruckes zu einer hohlraumfreien, dichten Hülle.

[0010] Diese Kompaktierung der einzelnen Wickellagen bei Sintertemperaturen und der dabei durch das erfindungsgemäße Wickelband und den Schrumpfprozess erfolgenden gleichmäßigen Verteilung der leitfähigen Füllstoffe über die Kabellänge und den Kabelquerschnitt führt zu einer weiteren besonders vorteilhaften Anwendung des Wickelbandes, nämlich für Wärme erzeugende Heizkabel, und insbesondere bei solchen, die in einem Temperaturbereich von -190°C bis +260 °C einsetzbar sind und bei denen mindestens zwei elektrische Leiter durch ein Wärme erzeugendes Heizelement aus halbleitenden Kunststoffen elektrisch leitend miteinander verbunden sind.

[0011] Heizkabel der genannten Art, die auch unter der Bezeichnung Heizleitungen oder Heizbänder Eingang in die Technik gefunden haben, werden seit vielen Jahren beispielsweise als sog. Rohrbegleitheizungen eingesetzt, um ein Einfrieren der in den Rohren geförderten Medien zu verhindern oder dafür zu sorgen, dass die Medien die für ihren Transport benötigten Eigentemperaturen behalten. Auch für dampfgespülte Rohre oder Rohrsysteme sorgen sog. Begleitheizungen für den Temperaturerhalt oder für eine Temperaturerhöhung.

[0012] Die Beheizung von Rohrleitungssystemen ist auch ein Problem im Flugzeugbau, wo es darauf ankommt, einen ausreichenden Frostschutz für die im Flugzeug befindlichen Wasserleitungen zu gewährleisten, wenn das Flugzeug auf langen Flügen extremen Außentemperaturen ausgesetzt ist.

In allen diesen Fällen bietet die Erfindung die Möglichkeit, die thermische Belastbarkeit bekannter Heizelemente zu verbessern und vor allem dafür zu sorgen, dass das Heizkabel, die Heizleitung oder das Heizband, durch kurzfristige Temperaturüberlastung nicht geschädigt oder zerstört wird. Dies führt zu einer erheblichen Steigerung der Betriebssicherheit von Heizkabeln mit Heizleitern aus halbleitenden Kunststoffen.

[0013] Die elektrischen Leiter können im Heizkabel nach der Erfindung parallel zueinander geführt sein. Das ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn für bestimmte Anwendungszwecke, etwa für die Rohrbegleitheizung, ein flaches Heizkabel gefordert wird, das Heizkabel also eher die Form eines Bandes aufweist. Eine andere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist die, wenn die elektrischen Leiter im Heizkabel miteinander verseilt sind. Damit entspricht diese Ausführungsform eher den heute üblichen Heizkabeln mit einem zentralen elektrischen Widerstands-Heizleiter in coaxialer Ausführung.

[0014] In Durchführung der Erfindung ist das die Wärme erzeugende halbleitende, noch ungesinterte PTFE Band in einer oder mehreren Lagen um jeden der zur Stromversorgung vorgesehenen unisolierten elektrischen Leiter, der sog. Kaltleiter, derart herumgewickelt, dass die obersten Lagen der PTFE Bewicklung der jeweils benachbarten parallel geführten oder miteinander verseilten Leiter ineinander kontaktieren.

Um sicherzustellen, dass die elektrischen Leiter über ihre halbleitende Umwicklung nicht nur eine punkt- oder linienförmige Berührung untereinander aufweisen, sie vielmehr in einer halbleitenden PTFE Matrix eingebettet sind, ist nach der Erfindung ferner vorgesehen, dass die mit dem halbleitenden Band aus Polytetrafluorethylen umwickelten Einzelleiter zusätzlich von einer allen Leitern gemeinsamen Bewicklung aus dem halbleitenden Band nach der Erfindung umgeben sind. Wird dann entsprechend der Erfindung zur Herstellung einer selbsttragenden Hülle der PTFE Werkstoff der Bewicklungen der Einzelleiter sowie der bewickelten Leiter insgesamt durch eine Temperaturbehandlung gesintert, ergibt sich durch den Schrumpfvorgang des PTFE Werkstoffes beim Sinterprozess eine kompakte Polymermatrix, in der die Strom führenden elektrischen Leiter eingebettet sind. Zudem ergibt sich beim Sintern des Bandmaterials durch das Auslaufen der Bandkanten in den Überlappungsbereich hinein eine besonders glatte, in sich geschlossene Oberfläche der halbleitenden Bewicklung. Von den elektrischen Eigenschaften her entspricht die erfindungsgemäße Polymermatrix mindestens denen bekannter Heizkabel, diesen gegenüber weist sie jedoch eine wesentlich höhere Wärmestandfestigkeit auf, d.h., sie ist höher strombelastbar und widersteht darüber hinaus problemlos kurzfristigen Temperaturüberlastungen.

[0015] Wie bei bekannten Heizkabeln auch ist der Heizleiter mechanisch zu schützen. In Weiterführung der Erfindung kann deshalb auf der gemeinsamen Bewicklung aus dem halbleitenden PTFE Band eine oder mehrere Lagen eines isolierenden PTFE Bandes angeordnet sein. Auch dieses PTFE Band wird in gewickeltem Zustand einem Sinterprozess unterworfen, der zu einer starken Schrumpfung der PTFE Bewicklung und damit zu deren Kompaktierung sowie zu einem dichten und festen Aufliegen auf der darunter befindlichen halbleitenden PTFE Bandbewicklung führt.

[0016] Zur Vermeidung von Unfallgefahren, beispielsweise auch durch Kurzschluss im elektrisch leitende Teil innerhalb des Heizkabels, ist die Bewicklung aus dem halbleitenden PTFE Band von einem Schutzleiter in Form aufgeseilter oder - geflochtener metallischer Drähte umgeben. Überdeckt wird dieser Schutzleiter nach der Erfindung von einem äußeren Mantel in Form einer Bewicklung aus einem isolierenden PTFE Band, das ebenfalls im Anschluß an den Wickelvorgang einem Sinterprozess unterworfen wird.

[0017] Nach der Erfindung weist das Wickelband zur Erzielung der gewünschten Qualitätsmerkmale eine besondere, nämlich eine plankonvexe Querschnittsform auf. Bei einer solchen Querschnittsform kommt es darauf an, dass sie einen verstärkten mittleren Bereich aufweist, der nach beiden Seiten, d.h., zu den Bandkanten hin, flach abfällt und zwar auf eine minimale Banddicke. Durch die beim Sinterprozess sichere Verklebung oder Verschweißung der einzelnen Bandlagen, einschließlich der extrem dünnen Bandkanten, untereinander, ergibt sich auch eine wesentliche Erhöhung der

Biegeweichselfestigkeit. Das gilt sowohl für die erfindungsgemäßen halbleitenden als auch für die bekannten isolierenden PTFE Bänder, die bei dem Heizkabel nach der Erfindung eingesetzt werden.

[0018] Die halbleitenden Eigenschaften des nach der Erfindung verwendeten Wickelbandes aus Polytetrafluorethylen zur Herstellung einer halbleitenden Polymermatrix oder zur Herstellung halbleitender kompakter Bandwickel werden erreicht durch die erwähnten leitfähigen Füllstoffe, wie Ruß, Graphit, Metalloxide und dergl., die nach einem weiteren Erfindungsgedanken zusammen mit dem PTFE Pulver und den üblichen Gleit- oder Schmiermitteln vermischt und zu einem zylinderförmigen Rohling verpresst werden. Anschließend wird dieser Rohling zweckmäßig zu einem Strang geringerer äußerer Abmessungen ausgepresst, etwa zu einer Rundschnur, und schließlich im Formspalt eines Walzenpaares zu einem Band ausgewalzt, wobei die Oberfläche mindestens einer Walze während des Auswalzens der Rundschnur zum leitfähigen Band druckbelastet verformt wird. Die Druckbelastung der leitfähigen Rundschnur erfolgt hierbei in radialer Richtung derart, dass die im druckbelasteten mittleren Bereich der Rundschnur verbleibende Materialmenge aus Polytetrafluorethylenpulver, Schmier- oder Gleitmittel und leitfähigen Füllstoffen größer ist, als die zu den Bandkanten hin verbleibende Materialmenge. Diese Art der Umformung einer Rundschnur zum erfindungsgemäßen Wickelband vermeidet die nachteilige Orientierung der Materialteilchen in nur eine Richtung. Die ungleichmäßige Materialverteilung über den Querschnitt mit einer Materialanhäufung im mittleren und einer Materialverringerung in den beidseitigen Randbereichen des Wickelbandes führt schon bei einem Bandwickel ohne anschließende Sinterung des Bandmaterials zu einer weitestgehend stoßfreien und mithin nach außen hin glatten leitfähigen Bewicklung, die sich mit bekannten leitfähigen Wickelbändern rechteckförmigen Querschnitts nicht erreichen lässt.

[0019] Die Erfindung sei anhand der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigt die Fig.1 ein flaches Heizkabel, bei dem zwei stromführende unisolierte elektrische Leiter in einer halbleitenden Polymermatrix eingebettet sind, während in der Fig.2 ein besonders rauscharmes elektrisches koaxiales Hochfrequenzkabel als Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist.

[0020] Zur Erhöhung der Flexibilität des elektrischen Heizkabels nach der Erfindung bestehen, wie aus der Fig.1 ersichtlich, die beiden hier parallel zueinander angeordneten, den Speisestrom führenden Leiter 1 (Kaltleiter) aus einer Vielzahl aus miteinander verseilten oder verwürgten Kupferdrähten, die vernickelt, verzinkt oder auch versilbert sein können. Die Leiter 1 sind jeweils umschlossen von einer Bewicklung 2 aus den ungesinterten, durch einen Rußanteil von beispielsweise 5% halbleitenden PTFE Bändern mit der plankonvexen Querschnittsform, die im ungesinterten Zustand des Bandmaterials auf die Leiter 1 aufgebracht, vorzugsweise mit

Überlappung, beispielsweise bis zu 50%, und im aufgewickelten Zustand durch eine entsprechende Temperaturbehandlung bei etwa 350° C - 400° C gesintert werden. Das aus den beiden nebeneinander liegenden Leitern 1 bestehende Aderpaar ist mit 3 bezeichnet, die stromführenden Leiter 1 sind über ihre jeweiligen Bewicklungen 2 elektrisch leitend miteinander verbunden.

Ist, wie in Durchführung der Erfindung vorgesehen, das Aderpaar 3 mit einer weiteren Bewicklung 4, ebenfalls aus den halbleitenden PTFE Bändern besonderer Querschnittsform, versehen, so ergibt sich nach einem Sinterprozess und dem dabei erfolgenden Schrumpfen des Bandmaterials eine kompakte Matrix aus den Bewicklungen 2 und 4 aus halbleitendem Polytetrafluorethylen, in der die beiden stromführenden Leiter 1 eingebettet sind.

Überdeckt wird diese Matrix durch die Bandbewicklung 5 aus einem isolierenden PTFE Band, das wiederum in ungesintertem Zustand aufgebracht und als gewickelte Schicht einem Sinterprozess mit entsprechender Temperaturbehandlung unterworfen wird, sodass die einzelnen Bandlagen zu einer kompakten Isolierung verschweissen.

[0021] Der bei solchen Heizkabeln aus Sicherheitsgründen vorgeschriebene Schutzleiter ist mit 6 bezeichnet, er besteht zur Erzielung einer weitgehenden, über den Umfang reichenden Bedeckung aus einer Vielzahl von einzelnen Kupferdrähten, die z.B. zur Vermeidung von Korrosionen zusätzlich mit einem geeigneten metallischen Werkstoff beschichtet sind. Der äußere Mantel 7 des erfindungsgemäßen Heizkabels besteht aus einer Bewicklung aus isolierenden PTFE Bändern, die zur Kompaktierung der einzelnen Bandwindungen oder -lagen sowie zur Erzielung einer geschlossenen und glatten Oberfläche zunächst in ungesintertem Zustand auf den Schutzleiter 6 aufgebracht werden, bevor das PTFE Material der Bänder einem Sinterprozess unterworfen wird.

[0022] Zur Herstellung eines Heizkabels nach der Erfindung kann man so vorgehen, dass die Temperaturbehandlung zum Zwecke der Sinterung des Bandmaterials für die einzelnen Schichten im Kabelaufbau jeweils im Anschluss an einen Wickelvorgang erfolgt. Man kann in Weiterführung der Erfindung aber auch so vorgehen, dass zunächst alle Wickelvorgänge für die einzelnen Schichten abgeschlossen werden, bevor die Temperaturbehandlung für alle im Kabel befindlichen, gewickelten PTFE Bänder gleichzeitig erfolgt. Hierdurch können einzelne Arbeitsgänge eingespart werden.

[0023] Das Heizkabel nach der Erfindung ist für einen Temperaturbereich von -190°C bis +260°C problemlos einsetzbar. Im Gegensatz zu bekannten Heizkabeln mit PTC Effekt lässt das erfindungsgemäße Heizkabel kurzfristige Temperaturüberlastungen zu, ohne dass Kurzschlüsse im Kabel aufgrund schmelzenden Polymermaterials zu befürchten sind. Dieses Heizkabel weist eine hohe mechanische Festigkeit und eine hohe Kältefestigkeit auf, zudem ist es stabil auch bei hohen Betriebstemperaturen. Die Betriebsspannung dieses Heizkabels liegt

bei 600 V.

[0024] Eine andere vorteilhafte Anwendung des leitfähigen Wickelbandes nach der Erfindung zeigt die Fig.2. Hier ist als Ausführungsbeispiel der Erfindung ein koaxiales Hochfrequenzkabel mit einem maximalen Außendurchmesser von nur 3,2 mm beschrieben. Der z.B. aus Kupfer bestehende Innenleiter 8 kann massiv ausgebildet sein, er kann aber auch aus einer Vielzahl verseilter Einzelleiter, etwa aus versilberten oder verzinkten Kupferdrähten, bestehen. Das ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn eine hohe Flexibilität des Kabels verlangt wird. Wegen des möglichen Einsatzes des nach der Erfindung aufgebauten Kabels in einem Temperaturbereich zwischen -100 °C und +200 °C besteht die Isolierung 9 aus einem Fluorpolymer. Das kann ein aus der Schmelze verarbeitbares Fluorpolymer sein, z.B. ein Tetrafluorethylen-Perfluoralkylvinylether-Copolymerisat (TFA/PFA), ein Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen-Copolymer (FEP) oder auch ein Polytetrafluorethylen-Perfluormethylvinylether (MFA) oder ein anderes geeignetes bekanntes schmelzbares Fluorpolymer. Man kann die Isolierung 9 aber auch aus einem Wickelband aus Polytetrafluorethylen herstellen, also aus einem Fluorpolymer, das aus der Schmelze nicht verarbeitbar ist. Die Isolierung 9 wird überdeckt von einer Bewicklung 10 aus dem erfindungsgemäßen halbleitenden Wickelband aus Polytetrafluorethylen, das im Ausführungsbeispiel 15% leitende Füllstoffe enthält. Diese Bewicklung 10 ist entscheidend für die Reduktion der Rauschspannung dieses Hochfrequenzkabels, die Bewicklung 10 wird überdeckt von einem ersten Geflecht 11 aus metallischen Drähten, beispielsweise aus versilberten Kupferdrähten. Eine Isolierschicht 12, vorteilhaft aus einer oder mehreren Lagen eines Wickelbandes aus Polytetrafluorethylen, das nach Fertigstellung des Wickels auch gesintert werden kann, überdeckt das Geflecht 11. Mit 13 ist ein sog. Zwischenmantel bezeichnet, er besteht hier aus einer Schicht aus einem aus der Schmelze verarbeitbaren Fluorpolymer, zum Beispiel aus einem FEP. Umschlossen wird dieser Zwischenmantel 13 von einem zweiten Geflecht 14, das im Ausführungsbeispiel wie das Geflecht 11 aufgebaut ist. Das dargestellte Kabel ist nach Außen geschützt durch den Mantel 15, beispielsweise wiederum aus einem Tetrafluorethylen/Hexafluorpropylen-Copolymer (FEP). Mitunter kann es auch vorteilhaft sein, wenn die Bewicklung 10 den Innenleiter 8 unmittelbar umschließt oder so angeordnet ist, dass sie das Geflecht 11 und oder 14 kontaktiert.

[0025] Das mit dem halbleitenden Wickelband nach der Erfindung ausgestattete koaxiale Hochfrequenzkabel zeichnet sich durch einen über die Kabellänge extrem gleichmäßigen Wellenwiderstand von 50 Ohm bei 20 °C und ausgezeichneten Rauscheigenschaften aus. Die Reduzierung der Rauschspannung ist darauf zurückzuführen, dass die Verwendung des halbleitenden Wickelbandes mit seiner plankonvexen Querschnittsform eine kompakte Hülle (10) gewährleistet, die über die Kabellänge keine Durchmesserschwankungen bei einer glat-

ten und geschlossenen, im Bereich der überlappenden Bandkanten praktisch stoßfreien Oberfläche erfährt.

5 Patentansprüche

1. Aus Polytetrafluorethylen bestehendes ungesintertes Wickelband mit einer plankonvexen Querschnittsform, die einen verstärkten mittleren Bereich aufweist, der zu den Bandkanten hin flach auf eine minimale Banddicke abfällt, zur Herstellung von kompakten oder mindestens nach einer Teilsinterung des Bandmaterials der Wickellagen selbsttragenden Hüllen für elektrische Kabel, wobei das ungesinterte Wickelband in Pulverform vorliegendes Polytetrafluorethylen, Schmier- oder Gleitmittel und leitfähige Füllstoffe enthält zum Ausbilden eines halbleitenden Wickelbandes.
2. Wickelband nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil der leitfähigen Füllstoffe im Polytetrafluorethylenpulver 1,5 bis 30 Gew.%, vorzugsweise 2 bis 20 Gew.%, beträgt.
3. Wickelband nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Oberflächenwiderstand des durch die Füllstoffe halbleitenden ungesinterten Polytetrafluorethylen-Wickelbandes 10 Ohm/mm² bis 10 MOhm/mm² beträgt.
4. Wickelband nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Banddicke 20 bis 200 µm, vorzugsweise 40 bis 160 µm, beträgt, wobei die Banddicke zu den Kanten (Rand) hin auf 5 µm und weniger abnimmt.
5. Wickelband nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite des Wickelbandes 5 bis 50 mm, vorzugsweise 10 bis 30 mm, aufweist.
6. Elektrisches Koaxialkabel mit einer halbleitenden kompakten, ggf. selbsttragenden Hülle im Schichtenaufbau, hergestellt unter Verwendung eines ungesinterten Wickelbandes nach einem der vorstehenden Ansprüche.
7. Elektrisches Koaxialkabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kompakte, ggf. selbsttragende Hülle die Isolierung des Innenleiters des Koaxialkabels umschließt.
8. Elektrisches Koaxialkabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kompakte, ggf. selbsttragende Hülle den Innenleiter eines Koaxialkabels unmittelbar umschließt.

9. Elektrisches Koaxialkabel nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierung des Innenleiters aus einem aus der Schmelze verarbeitbaren Fluoropolymer besteht.

Claims

1. Unsintered winding tape comprising polytetrafluoroethylene, having a plano-convex cross-sectional form with a reinforced middle region which decreases gently towards the tape edges to a minimal tape thickness, for the production of sheaths for electric cables which are compact or self-supporting at least after partial sintering of the tape material of the winding layers, wherein the unsintered winding tape comprises polytetrafluoroethylene in powder form, lubricants or glidants, and conductive fillers for forming a semi-conductive winding tape.
2. Winding tape according to Claim 1, **characterised in that** the proportion of conductive fillers in the polytetrafluoroethylene powder is from 1.5 to 30 wt.%, preferably from 2 to 20 wt.%.
3. Winding tape according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the surface resistance of the unsintered polytetrafluoroethylene winding tape rendered semi-conductive by the fillers is from 10 ohm/mm² to 10 Mohm/mm².
4. Winding tape according to Claim 1 or any one of the following claims, **characterised in that** the tape thickness is from 20 to 200 µm, preferably from 40 to 160 µm, wherein the tape thickness decreases towards the edges (margin) to 5 µm or less.
5. Winding tape according to Claim 1 or any one of the following claims, **characterised in that** the width of the winding tape is from 5 to 50 mm, preferably from 10 to 30 mm.
6. Coaxial electric cable having a semi-conductive, compact, optionally self-supporting sheath in a layer sequence, produced using an unsintered winding tape according to any one of the preceding claims.
7. Coaxial electric cable according to Claim 6, **characterised in that** the compact, optionally self-supporting sheath surrounds the insulation of the inner conductor of the coaxial cable.
8. Coaxial electric cable according to Claim 6, **characterised in that** the compact, optionally self-supporting sheath surrounds the inner conductor of the coaxial cable directly.

9. Coaxial electric cable according to Claim 7, **characterised in that** the insulation of the inner conductor comprises a melt-processable fluoropolymer.

Revendications

1. Bande d'enroulement non frittée constituée de polytétrafluoroéthylène, présentant une forme de section transversale plane convexe, qui présente une zone centrale renforcée, dont l'épaisseur se réduit à une épaisseur de bande minimale à plat en direction des arêtes de bande, servant à fabriquer des gaines, compactes ou autoportantes au moins après un frittage partiel du matériau de bande des couches d'enroulement, pour des câbles électriques, dans laquelle la bande d'enroulement non frittée contient du polytétrafluoroéthylène sous forme de poudre, des agents de lubrification ou de glissement et des charges conductrices, afin de réaliser une bande d'enroulement semi-conductrice.
2. Bande d'enroulement selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la proportion des charges conductrices dans la poudre de polytétrafluoroéthylène va de 1,5 à 30 % en poids, de préférence de 2 à 20 % en poids.
3. Bande d'enroulement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la résistance de surface de la bande d'enroulement en polytétrafluoroéthylène non frittée semi-conductrice par les charges va de 10 Ohm/mm² à 10 MOhm/mm².
4. Bande d'enroulement selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des revendications qui suivent, **caractérisée en ce que** l'épaisseur de bande va de 20 à 200 µm, de préférence de 40 à 160 µm, dans laquelle l'épaisseur de bande en direction des arêtes (bord) diminue de manière à s'établir à 5 µm et moins.
5. Bande d'enroulement selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des revendications qui suivent, **caractérisée en ce que** la largeur de la bande d'enroulement présente une valeur allant de 5 à 50 mm, de préférence de 10 à 30 mm.
6. Câble coaxial électrique comprenant une gaine compacte semi-conductrice, éventuellement autoportante, présentant une structure stratifiée, fabriquée en utilisant une bande d'enroulement non frittée selon l'une quelconque des revendications précédentes.
7. Câble coaxial électrique selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la gaine compacte, éventuelle-

ment autoportante, renferme l'isolation du conducteur intérieur du câble coaxial.

8. Câble coaxial électrique selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la gaine compacte, éventuellement autoportante, renferme directement le conducteur intérieur d'un câble coaxial. 5
9. Câble coaxial électrique selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'isolation du conducteur intérieur est constituée d'un polymère fluoré pouvant être travaillé à partir de la matière fondue. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

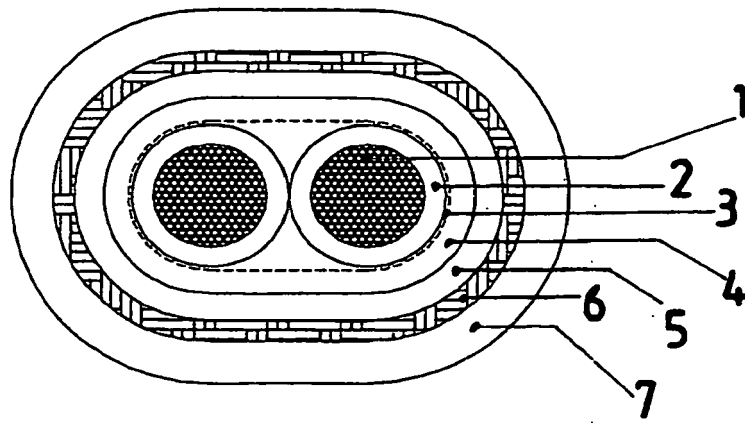


Fig. 1

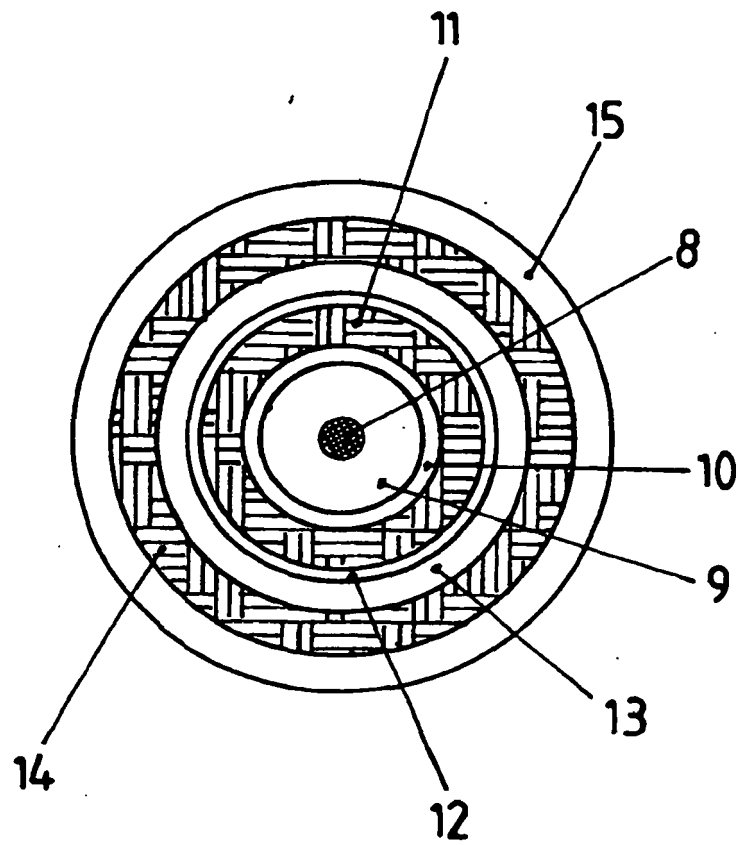


Fig. 2

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

- DE 3214447 C2 [0002]
- GB 2407747 A [0004]
- EP 0860834 A2 [0004]
- US 20050173244 A1 [0004]
- US 6289640 B1 [0004]
- WO 2006117679 A2 [0005]