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

(11) **EP 1 047 084 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.10.2007 Patentblatt 2007/41

(51) Int Cl.:
H01B 11/18 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **00106427.8**

(22) Anmeldetag: **24.03.2000**

(54) **Koaxiales Hochfrequenzkabel**

High frequency coaxial cable

Câble coaxial à haute fréquence

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

(30) Priorität: **23.04.1999 DE 19918539**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.10.2000 Patentblatt 2000/43

(73) Patentinhaber: **HEW-KABEL /CDT GmbH & Co. KG**
51688 Wipperfürth (DE)

(72) Erfinder:
- **Dlugas, Wolfgang**
  58566 Kierspe (DE)
- **Hansen, Henning**
  4296 Stenlille (DK)

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

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 4 368 350

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 06, 28. Juni 1996 (1996-06-28) & JP 08 031242 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD), 2. Februar 1996 (1996-02-02)**

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 1 047 084 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein flexibles koaxiales Hochfrequenzkabel mit einer den zentralen Leiter umgebenden mehrschichtigen Isolierung aus polymeren Werkstoffen und mit einer die Isolierung umschließenden elektrischen Abschirmung, die von einer äußeren Umhüllung überdeckt ist.

[0002] Kabel der gattungsgemäßen Art sind hinlänglich bekannt, sie finden in der Hochfrequenz-Technik zur Übertragung analoger und digitaler Signale allgemeine Anwendung. Bei einem bekannten koaxialen Hochfrequenzkabel (US 5,817,981) besteht die den zentralen Leiter umgebende Isolierung aus zwei Schichten, die sich in der Dielektrizitätskonstanten unterscheiden. So ist die Dielektrizitätskonstante der zweiten Schicht größer als die der ersten Schicht, wobei die erste Schicht durch ein Polyethylen und die zweite Schicht durch ein Polyimid gebildet wird.

[0003] Mit zunehmender Miniaturisierung der technischen Einrichtungen jedoch werden an die benötigten Kabel immer höhere Anforderungen gestellt, die mit den bekannten Lösungen nicht mehr zu erfüllen sind So erfordert die moderne Übertragungstechnik z.B. Verbindungsleitungen extrem geringer äußerer Abmessungen bei geringem Gewicht, aber ausgezeichneten elektrischen Übertragungseigenschaften. Diese Übertragungseigenschaften müssen darüber hinaus von äußeren Umwelteinflüssen weitgehend unabhängig sein.

Um hier weiterzukommen wurde bereits vorgeschlagen (EP 0428 622 B1), die Isolierung eines koaxialen Hochfrequenzkabels aus Polytetrafluorethylen dadurch herzustellen, daß eine Anzahl von Litzen aus porösem expandiertem Polytetrafluorethylen über dem zentralen Leiter zu einer einheitlichen Isolierung kalibriert werden. Abgesehen von dem technisch aufwendigen Herstellungsverfahren stößt die weitere Miniaturisierung bis hin zu den sog. Micro-Koaxialkabeln mit einem Gesamtaußendurchmesser von weniger als 2 mm auf erhebliche Schwierigkeiten.

[0004] Aus JP 08031242 ist ein halbsteifestlabel bekannt, mit einer den zentralen Leiter umschließenden ersten Schicht aus Fluorpolymer und einer zweiten Schicht aus Polytetrafluorethylen.

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt daher der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zu finden, trotz der geforderten geringen äußeren Abmessungen die Übertragungseigenschaften solcher Micro-Koaxialkabel weiter zu verbessern, insbesondere die Kapazität des Übertragungsweges auf ein Minimum zu reduzieren.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung nach Anspruch 1 dadurch, daß die einzelnen Schichten in der Isolierung aus Fluorpolymeren bestehen, mit mindestens einer den zentralen Leiter umschließenden ersten Schicht aus einem aus der Schmelze verarbeitbaren Fluorpolymer und einer äußeren zweiten Schicht aus einem aus der Schmelze nicht verarbeitbaren Fluorpolymer, wobei die zweite Schicht porös und mit der umgebenden Abschirmung kraftschlüssig verbunden ist Durch die Verwendung von zwei oder mehreren Fluorpolymer - Isolationsschichten für das Dielektrikum des erfindungsgemäßen Kabels ist es möglich, die Dielektrizitätskonstante der Isolierung den jeweiligen Anforderungen anzupassen, insbesondere niedrige Konstanten einzustellen, ohne auf eine geschäumte Isolierung insgesamt zurückzugreifen. Die äußeren Abmessungen des Kabels sind dabei extrem gering.

[0007] Aus der Schmelze verarbeitbare, d.h. extrudierbare, Fluorpolymere sind z.B. das Tetrafluorethylen/Hexafluorpropylen-Copolymer (FEP), das Tetrafluorethylen-Perfluoralkylvenylether-Copolymerisat (TFA/PFA) oder ein unter dem Handelsnamen HYFLON MFA vertriebenes Fluorpolymer. Diese erste Schicht kann kompakt ausgebildet, aber auch geschäumt sein. Die Wanddicken dieser ersten Schicht belaufen sich zweckmäßig zwischen 0,8 und 0,1 mm, vorzugsweise zwischen 0,3 und 0,2 mm je nach Verwendungszweck des erfindungsgemäßen Kabels.

[0008] Die an die erste anschließende zweite Isolierschicht ist porös ausgebildet, auch als mikroporöse Struktur bekannt (EP 0489 752 B1). Die Wanddicke dieser Schicht liegt etwa zwischen 0,8 und 0,2 vorzugsweise zwischen 0,4 und 0,3 mm. Vorteilhaft ist es dabei, wenn die Dielektrizitätskonstante der ersten Schicht größer als die der zweiten Schicht ist. Ebenso kann es zur Kompaktierung der Isolierung sowie zur weiteren Erhöhung der Flexibilität des Kabels bei mindestens gleichbleibenden elektrischen Eigenschaften zweckmäßig sein, die beiden Schichten mit einander zu verkleben. Besondere Vorteile ergeben sich, wenn nach der Erfindung bei einer zweischichtigen Isolierung die den zentralen Leiter umschließende erste Schicht aus einem aus der Schmelze verarbeitbaren Fluorpolymer und die äußere poröse zweite Schicht aus einem aus der Schmelze nicht verarbeitbaren Fluorpolymer besteht. Diese Materialkombination in Verbindung mit der kraftschlüssig mit der porösen Schicht verbundenen Abschirmung führt zu einem kapazitätsarmen Micro-Koaxialkabel mit geringer Toleranz des Wellenwiderstandes, zu einer niedrigen Leitungsdämpfung und zu geringen Kopplungswiderständen in diesem Übertragungsmittel

Weitere Verbesserungen des erfindungsgemäßen Kabels ergeben sich dann, wenn die äußerste poröse Schicht bzw. bei einem zweischichtigen Aufbau der Isolierung, die äußere Schicht aus einer ein- oder mehrlagigen Bewicklung aus einem porösen Band besteht Der Begriff "Band" schließt im Rahmen der hier beschriebenen Erfindung selbstverständlich auch den Begriff "Folie" ein. Solche Bänder oder Folien sind z.B. poröse, ggf. auch geschäumte Folien auf Polyesterbasis.

Bevorzugt eingesetzt werden jedoch Bänder (Folien) aus Polytetrafluorethylen, ein solches Band ist gereckt und gesintert, um den porösen Charakter des Bandes zu gewährleisten. Dabei kommt es auf die Mikroporosität des Bandmaterials an. Um die sicherzustellen, wird man das

Band, hergestellt aus einem durch sog. Pastenextrusion und anschließendes Walzen verarbeitetes Polytetrafluorethylen oder eines mit höchstens 2 Gew.-% Fluormonomeren modifizierten Polytetrafluorethylens, einem Reckvorgang mit einer Reckrate bis zu 2000 %, vorzugsweise zwischen 300 und 1000 %, unterwerfen. Die Rekkung erfolgt in der Regel in Bandrichtung, sie kann aber auch quer dazu vorgenommen werden, z.B. dann, wenn die Porosität des Bandes oder der Folie erhöht werden soll. Durch einen gleichzeitig mit dem Reckvorgang erfolgenden oder auch dem Reckvorgang nachgeschalteten Sintervorgang wird die mechanische Festigkeit des Band- oder Folienmaterials erhöht.

[0009] Die Dicke des gereckten und vorteilhaft auch gesinterten Bandes oder der entsprechenden Folie beträgt dann 15 bis 250 μm, vorzugsweise 30 bis 100 μm.

[0010] Im Falle einer Bewicklung kommt es für die Zwecke der Erfindung darauf an, daß mindestens deren äußerste Bandlage mit der ihr zugekehrten Oberfläche der elektrischen Abschirmung kraftschlüssig verbunden ist. Dies kann zum Beispiel erreicht werden durch Verwendung eines auf die Bandbewicklung aufgebrachten, etwa aufgesprühten, Heißschmelzklebers zur kraftschlüssigen Verbindung zwischen einer leitfähigen Kunststoff- oder Metallfolie, oder in Weiterführung der Erfindung dadurch, daß als elektrische Abschirmung eine kleberbeschichtete Metallfolie dient.

[0011] Als vorteilhaft hat sich in diesem Zusammenhang eine mit Polyester beschichtete Aluminiumfolie erwiesen.

[0012] Die kraftschlüssige Verbindung zwischen der porösen äußersten Schicht der Isolierung und der leitfähigen Abschirmung erfolgt in der Regel beim Aufextrudieren der Außenmantel des Kabels durch dessen Wärmeinhalt. Das gilt insbesondere dann, wenn, wie nach der Erfindung auch vorgesehen, der Außenmantel aus einem Fluorpolymer mit entsprechend hoher Schmelz-/ Extrusionstemperatur von z. B. 350 °C besteht. Solche Temperaturen im Außenbereich des Kabels führen zu einem Aufschmelzen der Kleberschicht zwischen poröser Isolierung und elektrischer Abschirmung, der Kleber durchsetzt dann die Poren z. B. mindestens der obersten Lage einer Bewicklung aus einer gereckten Folie, die als zweite Schicht der Kabelisolierung dient. Mit der Abkühlung des Außenmantels und des hierbei auftretenden Schrumpfeffektes, insbesondere bei Fluorpolymeren, ist die Abschirmung durch eine Vielzahl von Haftpunkten auf der Kabelisolierung fest verankert. Diese Verankerung ist dauerhaft, das gilt auch für hohe Temperaturschwankungen bzw. entsprechende Betriebstemperaturen, sowie unter mechanischer Belastung. Ein Knittern oder Aufwellen etwa einer dünnen Aluminiumfolie, was, zwangsläufig zu einer Verschlechterung der elektrischen Übertragungseigenschaften führen würde, ist so ausgeschlossen. Das gilt auch für die sog. Micro-Koaxialkabel zur Übertragung analoger und digitaler Signale mit entsprechend geringen äußeren Abmessungen

[0013] Reicht der Wärmeinhalt des extrudierten Außenmantels für eine sichere Verbindung zwischen poröser Isolierung und Abschirmung nicht aus, etwa wegen der zu geringen extrudierten Masse pro Längeneinheit oder der als Außenmantel verwendeten Polymermaterialien mit geringerer Schmelz- / Extrusionstemperatur, dann empfiehlt sich eine zusätzliche Wärmebehandlung im Anschluß an das Aufbringen der elektrischen Abschirmung. Denn ein wesentliches Merkmal der erfindungsgemäßen Koaxialkabel ist der mechanisch feste allflächige Verbund zwischen z. B. einer Metallfolie und der äußersten porösen Isolierschicht des Kabels.

[0014] Die Abschirmung des Kabels ist mit Vorteil zweischichtig ausgebildet. Oberhalb der beschriebenen kleberbeschichteten Metallfolie oder auch einer metallisierten Kunststoff- Folie ist eine äußere Schicht in Form einer Metalldrahtlage oder eines Geflechtes aus einzelnen Metalldrähten vorgesehen. Darüber befindet sich dann der Außenmantel auf Basis Fluorpolymere oder halogenfreier, flammwidriger bzw. flammwidriger, antikorrosiver Polymermaterialien, wie z.B. Polyolefine, Elastomere oder thermoplastischer Kautschuk. Die zweischichtige Abschirmung hat den Vorteil einer verbesserten Schirmwirkung bei gleichzeitiger hoher Flexibilität des Kabels.

[0015] Die Erfindung sei an Hand des in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiels eines miniaturisierten koaxialen Hochfrequenzkabels mit einer zweischichtigen Isolierung näher erläutert.

Die Figur 1 zeigt ein Beispiel des erfindungsgemäßen Kabels im Querschnitt, die Figur 2 das gleiche Kabel im Längsschnitt.

[0016] Als zentraler Leiter 1 ist ein massiver Kupferdraht vorgesehen, vorteilhaft verzinnt oder versilbert. Statt eines massiven Kupferdrahtes kann man selbstverständlich auch eine Litze aus blanken oder verzinnten Kupferdrähten einsetzen. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel betrage der Durchmesser des zentralen Leiters etwa 0,254 mm. Umschlossen ist der Zentrale Leiter 1 von der inneren oder ersten Schicht 2, hier aus einem aus der Schmelze verarbeitbaren d.h. extrudierten Fluorpolymer, z.B. aus einem Tetrafluorethylen / Hexafluorpropylen - Copolymer (FEP). Diese erste Isolierschicht hat beispielsweise eine Wanddicke von 0,225 mm, sie ist im Ausführungsbeispiel kompakt ausgebildet.

[0017] Der weitere Aufbau des Kabels zeigt die zweite und damit äußere Isolierschicht 3. Sie besteht aus einer Bewicklung in einer Dicke von z.B. 0,3 mm aus mehreren Lagen eines durch Pastenextrusion und anschließendes Walzen hergestellten Polytetrafluorethylenbandes, das nach dem Auswalzen gereckt und einer Temperaturbehandlung zum Zwecke des Sinterns unterworfen worden ist. Die durch den Reckprozeß erzeugten Poren im Band dienen in der Bewicklung als Luftkammern der Reduzierung der Dielektrizitätskonstanten und zur Verbesserung der elektrischen Übertragungseigenschaften, die in der äußersten Lage der Bandbewicklung befindlichen offenen Poren dienen der allflächigen Verankerung der mit Polyester oder einem anderen Kleber beschichteten Alu-

miniumfolie 4. Mit 5 ist die zweite Schicht der Abschirmung bezeichnet, es handelt sich hierbei um eine Lage / Geflecht aus verzinnten Kupferdrähten. Der Außenmantel 6, hier aus einem Tetrafluorethylen / Hexafluorpropylen - Copolymer (FEP) umschließt die Schicht 5 der Abschirmung. Der Außendurchmesser dieses mehrschichtigen Hochfrequenz - Koaxialkabels beträgt in diesem Ausführungsbeispiel etwa 2,00 mm, d.h. ein Koaxialkabel mit extrem geringen äußeren Abmessungen Das Kabel ist hochflexibel bei hoher mechanischer Festigkeit und Beständigkeit der Übertragungseigenschaften auch bei wechselnder Temperaturbeanspruchung. Das erfindungsgemäße Kabel zeichnet sich im einzelnen unter anderem durch eine geringe Toleranz des Wellenwiderstandes sowie durch eine geringe Betriebskapazität aus. So hat z.B. ein 75 Ohm Kabel nach der Erfindung eine Betriebskapazität von < 60 nF/km. Die Dämpfung liegt z.B. bei 1 MHZ bei 2,3 dB/100m, bei 100 MHZ bei 27,7 dB/100m und bei 500 MHZ bei 67,9 dB/100m.

Patentansprüche

1. Hochflexibles elektrisches koaxiales Hochfrequenzkabel mit einer den zentralen Leiter umgebenden mehrschichtigen Isolierung aus polymeren Werkstoffen und mit einer die Isolierung umschließenden elektrischen Abschirmung, die von einer äußeren Umhüllung überdeckt ist, wobei die den zentralen Leiter (1) umschließende erste Schicht (2) aus einem aus der Schmelze verarbeitbaren Fluorpolymer besteht, die von einer zweiten Schicht (3) in Form einer ein- oder mehrlagigen Bewicklung aus einem gereckten und gesinterten, mikroporösen Polytetrafluorethylen Band überdeckt ist, und wobei mindestens die äußerste Bandlage der Bewicklung mit der ihr zugekehrten Oberfläche einer als erste elektrische Abschirmung (4) dienenden kleberbeschichteten Metall- oder metallisierten Kunststofffolie kraftschlüssig verbunden ist, während als zweite Abschirmung (5) eine äußere Metalldrahtlage oder ein Geflecht aus einzelnen Metalldrähten die erste Abschirmung (4) kontaktiert.

2. Kabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wanddicke der ersten Schicht (2) 0,8 bis 0,1 mm, vorzugsweise 0,3 bis 0,2 mm, beträgt.

3. Kabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wanddicke der zweiten Schicht (3) 0,8 bis 0,2 mm, vorzugsweise 0,4 bis 0,3 mm, beträgt.

4. Kabel nach Anspruch1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Dicke des gereckten Polytetrafluorethylenbandes 15 - 250 μm, vorzugsweise 30 -100 μm, beträgt.

5. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, daß** die den zentralen Leiter (1) umschließende erste Schicht (2) aus einem geschäumten Fluorpolymer besteht.

6. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, daß** die elektrische Abschirmung (4,5) von einer äußeren Umhüllung (6) aus einem Fluorpolymer umgeben ist.

7. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, daß** die elektrische Abschirmung (4,5) von einer äußeren Umhüllung (6) aus einem halogenfreien, flammwidrigen oder flammwidrigen, antikorrosiven Polymermaterial umgeben ist.

8. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Dielektrizitätskonstante der ersten Schicht (2) größer als die der zweiten Schicht (3) ist.

9. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet, daß** die beiden Schichten (2; 3) miteinander verklebt sind.

Claims

1. Highly flexible electric coaxial high-frequency cable comprising a multi-layer insulation made of polymeric materials surrounding the central conductor and comprising an electrical shielding component which surrounds the insulation and is covered by an outer sheathing, wherein the first layer (2) surrounding the central conductor (1) consists of a fluoropolymer, which can be processed from the melt, which is covered by a second layer (3) in the form of a single-layer or multi-layer lapping made of a stretched and sintered, microporous polytetrafluoroethylene tape, and wherein at least the outermost tape layer of the lapping is non-positively connected to the surface facing it of adhesive-coated metal or metallised plastics material sheet being used as the first electrical screening component (4), while an outer metal wire layer or a braiding of individual metal wires, as the second screening component (5), contacts the first screening component (4).

2. Cable according to claim 1, **characterised in that** the wall thickness of the first layer (2) is 0.8 to 0.1 mm, preferably 0.3 to 0.2 mm.

3. Cable according to claim 1, **characterised in that** the wall thickness of the second layer (3) is 0.8 to 0.2 mm, preferably 0.4 to 0.3 mm.

4. Cable according to claim 1, **characterised in that** the thickness of the stretched polytetrafluoroethyl-

ene tape is 15 - 250 μm, preferably 30 - 100 μm.

5. Cable according to claim 1 or any one of the following claims, **characterised in that** the first layer (2) surrounding the central conductor (1) is made of a foamed fluoropolymer.

6. Cable according to claim 1 or any one of the following claims, **characterised in that** the electrical screening component (4, 5) is surrounded by an outer sheathing (6) made of a fluoropolymer.

7. Cable according to claim 1 or any one of the following claims, **characterised in that** the electrical screening component (4, 5) is surrounded by an outer sheathing (6) made of a halogen-free, flame-resistant polymer material or flame-resistant, anticorrosive polymer material.

8. Cable according to claim 1 or any one of the following claims, **characterised in that** the dielectric constant of the first layer (2) is greater than that of the second layer (3).

9. Cable according to claim 1 or any one of the following claims, **characterised in that** the two layers (2; 3) are glued together.

Revendications

1. Câble électrique coaxial à haute fréquence très souple comportant une isolation multicouche en matériaux polymères entourant le conducteur central, et un blindage électrique qui entoure l'isolation et qui est recouvert d'une gaine externe, dont la première couche (2) qui entoure le conducteur central (1) se compose d'un fluoropolymère transformé à partir de la masse fondue et est recouverte par une seconde couche (3) constituée par un enroulement à une ou plusieurs couches d'une bande de polytétrafluoroéthylène microporeux étiré et fritté, et dans lequel la couche de bande extérieure de l'enroulement, au moins, est liée par force à la surface adjacente d'une feuille de métal ou de plastique métallisé enduite d'adhésif et servant de premier blindage électrique (4), tandis qu'un second blindage (5) sous la forme d'une couche extérieure de fils métalliques ou d'un treillis de fils métalliques individuels est en contact avec le premier blindage (4).

2. Câble selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
l'épaisseur de la première couche (2) va de 0,8 à 0,1 mm, de préférence de 0,3 à 0,2 mm.

3. Câble selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
l'épaisseur de la seconde couche (3) va de 0,8 à 0,2 mm, de préférence de 0,4 à 0,3 mm.

4. Câble selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
l'épaisseur de la bande de polytétrafluoroéthylène étiré va de 15 à 250 μm, de préférence de 30 à 100 μm.

5. Câble selon la revendication 1 ou l'une des revendications suivantes,
caractérisé en ce que
la première couche (2) entourant le conducteur central (1) se compose d'un fluoropolymère expansé.

6. Câble selon la revendication 1 ou l'une des revendications suivantes,
caractérisé en ce que
le blindage électrique (4, 5) est entouré d'une gaine externe (6) en fluoropolymère.

7. Câble selon la revendication 1 ou l'une des revendications suivantes,
caractérisé en ce que
le blindage électrique (4, 5) est entouré d'une gaine externe (6) en matériau polymère exempt d'halogène et ignifuge, ou ignifuge et anticorrosion.

8. Câble selon la revendication 1 ou l'une des revendications suivantes,
caractérisé en ce que
la constante diélectrique de la première couche (2) est plus importante que celle de la seconde couche (3).

9. Câble selon la revendication 1 ou l'une des revendications suivantes,
caractérisé en ce que
les deux couches (2 ; 3) sont collées l'une à l'autre.

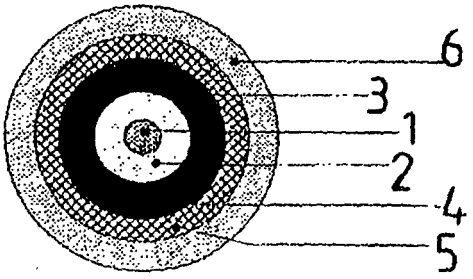


Fig.1

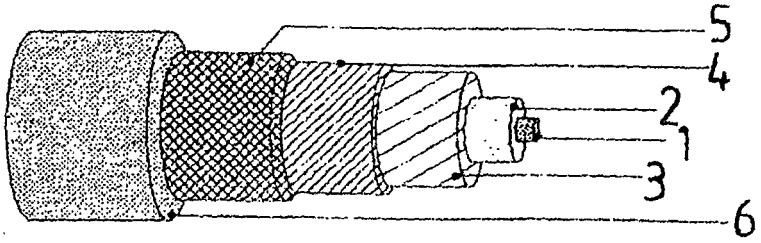


Fig.2

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

- US 5817981 A **[0002]**
- EP 0428622 B1 **[0003]**
- JP 08031242 B **[0004]**
- EP 0489752 B1 **[0008]**