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

(11) **EP 2 983 175 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.11.2017 Patentblatt 2017/46

(21) Anmeldenummer: **15179685.1**

(22) Anmeldetag: **04.08.2015**

(51) Int Cl.:
H01B 3/04 *(2006.01)* ***H01B 3/08*** *(2006.01)*
H01B 3/44 *(2006.01)* ***H01B 7/02*** *(2006.01)*
H01B 7/29 *(2006.01)* ***H01B 13/00*** *(2006.01)*

(54) KABEL SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES KABELS

CABLE AND METHOD FOR PRODUCING A CABLE

CABLE ET PROCEDE DESTINE A LA FABRICATION D'UN CABLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **08.08.2014 DE 102014215816**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.02.2016 Patentblatt 2016/06

(73) Patentinhaber: **LEONI Kabel GmbH**
90402 Nürnberg (DE)

(72) Erfinder:
- **Klehm, Peter**
  51515 Kürten (DE)
- **Mosebach, Jens**
  51688 Wippernfürth (DE)

(74) Vertreter: **FDST Patentanwälte**
Nordostpark 16
90411 Nürnberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 041 097
CN-B- 102 446 580
DE-A1- 2 700 672
DE-C- 840 073
US-A- 2 606 134

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 2 983 175 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektrisches Kabel mit zumindest einer Kabelader, die einen Leiterkern sowie eine Aderisolierung aufweist, wobei die zumindest eine Kabelader von einem Kabelmantel ummantelt ist, der ein Glasseidengeflecht aufweist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Kabels.

[0002] Ein derartiges Kabel wird von der Anmelderin als Signal- oder Datenkabel zur Anwendung in hoch belasteten Bereichen eingesetzt. Das Kabel ist beispielsweise als einadriges Kabel mit nur einer Kabelader ausgebildet und zeichnet sich durch eine hohe Temperaturbeständigkeit als auch durch eine gute Biegeflexibilität aus. Der Kabelmantel wird dabei von einem Glasseidengeflecht gebildet, welches eine sehr hohe Temperaturbeständigkeit aufweist. Entsprechend ist auch das Material für die Aderisolierung hochtemperaturbeständig und besteht beispielsweise aus einem hochtemperaturbeständigen Kunststoff oder auch aus einem anorganischen Werkstoff, wie beispielsweise Glimmer.

[0003] Ein derartiges hochtemperaturbeständiges Kabel ist zudem auch aus der DE 27 00 672 A1 zu entnehmen. Das Kabel weist dabei gemäß einer ersten Alternative eine mehrlagige Isolierung auf, die gebildet ist aus einer eng anliegenden Bandierung einer Glimmerfolie, die aus einem Glasfasergeflecht und Glimmer mit Bindemitteln besteht, sowie aus einem äußeren und mit einem Lack getränkten Glasfasergeflecht. Alternativ zum äußeren Glasfasergeflecht wird die Glimmerfolie von einer gesinterten PTFE-Folie umwickelt.

[0004] Das Glasseidengeflecht ist bei den herkömmlichen Kabel allgemein mit einer Kunststoffimprägnierung versehen, insbesondere eine PTFE-Imprägnierung, um die Handhabung des Kabels, insbesondere dessen Gleiteigenschaften zu verbessern. Hierzu wird das Glasseidengeflecht typischerweise in einer PTFE-Emulsion getränkt.

[0005] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein im Hinblick auf die Handhabung verbessertes derartiges Kabel anzugeben.

[0006] Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst durch ein Kabel mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0007] Das Kabel weist zumindest eine Kabelader auf, die einen Leiterkern sowie eine Aderisolierung umfasst und die von einem Kabelmantel ummantelt ist. Der Kabelmantel ist nunmehr zumindest zweilagig aus einem Geflecht sowie eine das Geflecht umgebende äußere Bandierung aus einem Band aus einem hochtemperaturbeständigen Material ausgebildet. Das Geflecht ist daher zusätzlich von einer Schutzbandierung umgeben, welche eine äußerste Lage bildet. Diese Schutzbandierung ist unmittelbar um das Geflecht gewickelt. Durch diese äußere Bandierung ist die Handhabung weiter verbessert. Das Geflecht besteht dabei allgemein aus hochtemperaturbeständigen und in der Regel nicht leitenden, insbesondere nicht metallischen Fasern, beispielsweise Glasfasern, Keramikfasern, Basaltfaser oder Aramidfasern. Unter hochtemperaturbeständig wird hierbei eine Temperaturbeständigkeit von mehreren hundert °C und insbesondere von größer 500°C oder auch von größer 1000°C verstanden. Bei dem Geflecht handelt es sich vorzugsweise um ein Glasseidengeflecht. Nachfolgend wird ohne Beschränkung der Allgemeinheit auf ein Glasseidengeflecht Bezug genommen.

[0008] Diese Ausgestaltung beruht dabei auf der Erkenntnis, dass bei einem herkömmlichen Kabel mit einem mit PTFE imprägnierten Glasseidengeflecht als Kabelmantel mitunter das Problem besteht, dass einzelne Fäden des Glasseidengeflechts sich aufstellen und somit bei der Handhabung zu Problemen führen können. So besteht die Gefahr, dass die aufgestellten Glasfasern abbrechen und dadurch zu Juckreiz an Händen und auch Augen und zu einer Schädigung der Atemwege führen können. Durch die zusätzliche Anordnung der äußeren Bandierung ist dies nunmehr in vorteilhafter Weise vermieden.

[0009] Vor diesem Hintergrund ist das Glasseidengeflecht als Ganzes nicht imprägniert, d.h. das Glasseidengeflecht wird insbesondere nicht in einer Emulsion, beispielsweise PTFE-Emulsion getaucht. Untersuchungen haben gezeigt, dass die herkömmliche Imprägnierung mit dem Kunststoffmaterial, insbesondere PTFE-Material, erst zu der Aufstellung der einzelnen Fäden des Glasseidengeflechts führt. Durch den Verzicht auf eine Imprägnierung wird daher bereits ein derartiges Aufstellen vermieden, was zusätzlichen Schutz bietet. Anstelle dieser Imprägnierung wird vorliegend die äußere Bandierung aufgebracht.

[0010] Ergänzend oder alternativ sind die einzelnen Fäden des Glasseidengeflechts demgegenüber beschichtet, insbesondere mit PTFE. Die einzelnen Fäden sind daher mit einer dünnen Lage von PTFE überzogen. Diese Beschichtung erfolgt bereits vor dem Ausbilden des Glasseidengeflechts. Die imprägnierten Fäden werden daher nach der Imprägnierung erst zu dem Glasseidengeflecht ausgebildet.

[0011] Allgemein handelt es sich bei dem Glasseidengeflecht um miteinander verbundene einzelne Glasseidenfäden. Insbesondere handelt es sich um ein Geflecht im klassischen Sinn. Sie können jedoch auch in anderer Weise miteinander zur Ausbildung einer geflechtartigen Struktur verbunden sein.

[0012] Zweckdienlicherweise ist dabei der Kabelmantel zweilagig ausgebildet und bevorzugt ausschließlich durch das Glasseidengeflecht und die äußere Bandierung gebildet, der Kabelmantel weist daher lediglich diese beiden Lagen auf. Allgemein bildet die äußere Bandierung die Mantelaußenseite des Kabelmantels. Alternativ hierzu ist eine dreilagige Ausgestaltung mit einer zusätzlichen inneren Schicht vorgesehen.

[0013] Im Hinblick auf die gewünschte Flexibilität die-

ser Leitung ist der Leiterkern üblicherweise als eine Litze aus einer Vielzahl von miteinander verseilten Einzeldrähten ausgebildet.

[0014] Im Hinblick auf die angestrebte Hochtemperaturbeständigkeit besteht die Aderisolierung vorzugsweise aus einem hochtemperaturbeständigen Kunststoff, insbesondere aus einem Fluorpolymer und vorzugsweise aus PTFE. Alternativ hierzu wird insbesondere für Höchsttemperaturanwendungen, bei denen das Kabel kurzfristig auch Temperaturen von über 1000°C ausgesetzt wird, für die Aderisolierung ein anorganischer Werkstoff, insbesondere eine Bandierung aus Glimmer verwendet.

[0015] Vorliegend wird unter einem hochtemperaturbeständigem Material allgemein ein Material verstanden, welches einer Temperaturbeanspruchung von zumindest 140°C standhalten kann.

[0016] Zweckdienlicherweise besteht die äußere Bandierung dabei ebenfalls aus einem Fluorpolymer, und insbesondere aus PTFE. Zweckdienlicherweise wird hierbei ein gerecktes PTFE-Band für die äußere Bandierung verwendet. Derartige gereckte oder expandierte PTFE-Bänder (ePTFE) sind an sich bekannt und zeichnen sich durch sehr gute elektrische Eigenschaften bei geringen Wandstärken aus. Der Reckgrad liegt dabei vorzugsweise im Bereich zwischen 100% und 1200%. Zur Herstellung einer solchen Folie wird üblicherweise in einem ersten Schritt ein PTFE-Band insbesondere aus einem PTFE Pulver-Gleitmittelgemisch extrudiert. Das Band wird danach auf eine gewünschte Dicke gewalzt (Kalandrieren). Danach erfolgt die Streckung üblicherweise in einem Reckofen bei einer definierten, erhöhten Temperatur und mit definierter Reckrate. Dabei wird die Folie beispielsweise entsprechend der Reckrate um den Faktor 2 (100%) bis 13 (1200%) gestreckt. Es wird eine hochporöse, expandierte Folie mit geringer Dichte erhalten. Diese wird danach in einer Schneid- und Aufwickelanlage auf eine gewünschte Breite geschnitten und aufgewickelt.

[0017] Ein weiterer besonderer Vorteil der äußeren Bandierung insbesondere aus PTFE ist in der verbesserten Gleiteigenschaft des Kabels zu sehen. Dies verbessert zusätzlich die Handhabung beispielsweise beim Einziehen eines derartigen Kabels in ein Führungsrohr. Diese guten Gleiteigenschaften sind insbesondere durch eine geringe Rauheit und einen geringen Reibungskoeffizienten des PTFEs erzielt.

[0018] Auch zeichnet sich PTFE durch eine zumindest ähnliche Haft- und Gleitreibung aus, so dass ein ruckfreier Übergang von der Haftung in die Gleitung erfolgen kann.

[0019] Neben den guten Gleiteigenschaften ist auch die gute (Biege-)Flexibilität hervorzuheben, was sich ebenfalls positiv auf die Handhabung auswirkt.

[0020] In zweckdienlicher Weiterbildung besteht die äußere Bandierung dabei aus einem gesinterten PTFE.

[0021] Zur Herstellung wird hierbei zunächst ein teilgesintertes PTFE-Band aufgewickelt. Anschließend wird das Kabel einer weiteren Temperaturbehandlung unterzogen, so dass die äußere Bandierung weitergesintert wird. Zum Teilsintern wird das Band dabei bei geringen Temperaturen beispielsweise im Bereich von 335°C bis 350°C und bei einer Verweilzeit von wenigen Minuten, beispielsweise von 1,5 bis 4 min behandelt. Zum weiteren Sintern wird das Kabel mit dem aufgebrachten Band einer weiteren Temperaturbehandlung bei höheren Temperaturen von beispielsweise 350°C bis 475°C und einer Verweilzeit von typischerweise 20 bis 60 sec. unterzogen.

[0022] Die äußere Bandierung weist dabei insbesondere eine Mikroporosität auf, d.h. die äußere Bandierung weist Poren mit einem Porendurchmesser im nm-Bereich und vorzugsweise bis 2nm auf. Durch den Sintervorgang werden grundsätzlich die elektrischen und mechanischen Eigenschaften des PTFE verbessert. Von besonderer Bedeutung ist hierbei insbesondere die Ausbildung im Zusammenhang mit der Verwendung des gereckten PTFE-Bandes, welches letztendlich zu der angestrebten Mikroporosität führt. Beim Herstellen wird üblicherweise derart vorgegangen, dass zunächst das Glasseidengeflecht mit dem PTFE-Band umwickelt wird. Anschließend wird die äußere Bandierung bestehend aus dem umwickelten PTFE-Band (end-) gesintert, also einer Temperaturbehandlung unterzogen. Von besonderem Vorteil ist nunmehr die Porosität, so dass beim Sintervorgang Luft aus dem Inneren des Kabelaufbaus durch die äußere Bandierung hindurch entweichen kann. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise vermieden, dass Luft, welche sich unter dem Band beispielsweise in Zwickeln des Glasseidengeflechts befindet, sich ausdehnt und dadurch dass in der Regel sehr dünne Band zerstört oder nach außen aufbläst und dadurch Blasen wirft. Ein weiterer Vorteil der Porosität ist in einem hohen Lufteinschluss innerhalb der äußeren Bandierung zu sehen, was sich positiv auf die elektrischen Eigenschaften auswirkt.

[0023] Generell handelt es sich bei der äußeren Bandierung um eine sehr dünne äußere Bandierung, die nach Art einer dünnen Haut über das Glasseidengeflecht aufgebracht ist. Das Band weist entsprechend vorzugsweise eine Dicke von kleiner 150μm und insbesondere kleiner 60μm auf. In Überlappbereichen der äußeren Bandierung liegt entsprechend eine doppelte Dicke vor.

[0024] Um eine sichere Überdeckung des Glasseidengeflechts zu erzielen, ist das Band mit einer Überlappung um das Glasseidengeflecht bandiert. Die Überlappung liegt dabei vorzugsweise bei größer 25% und insbesondere bei größer 40%, dass 25% bzw. 40% der Breite des Bandes sind also von einem anschließenden Wicklungsabschnitt überdeckt.

[0025] In zweckdienlicher Weiterbildung ist die äußere Bandierung weiterhin eingefärbt. Dies ist bei derartigen Kabeltypen mit einem herkömmlichen Kabelmantel aus einem Glasseidengeflecht nur bedingt möglich, da das Glasseidengeflecht zumindest nicht homogen färbbar ist. Durch die Verwendung der zusätzlichen äußeren

Bandierung kann daher nunmehr in vorteilhafter Weise der Kabelmantel, also die äußere Bandierung eingefärbt werden, um beispielsweise durch einen farbigen Kabelmantel eine Markierung zu erzielen.

[0026] Die Aderisolierung besteht zweckdienlicherweise aus einem hochtemperaturbeständigen Fluorpolymer, insbesondere aus PTFE. Hierbei handelt es sich insbesondere um ein dichtes, nicht gerecktes PTFE, welches insbesondere auch gesintert ist. Durch die Verwendung einer solchen hochtemperaturbeständigen Aderisolierung ist das gesamte Kabel hochtemperaturbeständig.

[0027] Gemäß einer zweiten Ausführungsvariante zur Ausbildung eines höchsttemperaturbeständigen Kabels besteht die Aderisolierung aus einem anorganischen Werkstoff und insbesondere aus Glimmer. Die aus Glimmer bestehende Aderisolierung ist dabei nach Art einer Bandierung um den Leiterkern umwickelt. Vorzugsweise besteht dabei die Aderisolierung aus mehreren Lagen von Glimmer, sodass insgesamt eine gute Isolierung erzielt ist.

[0028] Eine jeweilige Kabelader ist insgesamt gebildet durch eine Litze aus einer Vielzahl von einzelnen Drähten, welche beispielsweise um ein Zentralelement aus einem Kunststoff, insbesondere einem Fluorpolymer herum verseilt sind. Die Aderisolierung, welche diese Litze unmittelbar umgibt, weist - im Falle der Verwendung einer Kunststoffisolierung vorzugsweise aus PTFE - typischerweise eine Dicke im Bereich von 0,15mm bis 0,4mm auf. Im Falle der Verwendung von anorganischen Isoliermaterialien, insbesondere Glimmer, liegt diese Dicke typischerweise etwa 30% darüber. Der Gesamtdurchmesser der jeweiligen Kabelader liegt dabei vorzugsweise zwischen 1,5mm bis maximal 15mm und vorzugsweise bei etwa 1,7mm. Bei der Kabelader handelt es sich daher um eine vergleichsweise dünne, hochflexible und hochtemperaturbeständige Kabelader. Die Litze ist beispielsweise aus einer Vielzahl von einzelnen Kupfereinzeldrähten, beispielsweise 7 bis 400 Einzeldrähten, gebildet. Insbesondere wird vernickeltes Kupfer herangezogen. Der Leiterkern weist dabei typischerweise einen Querschnitt im Bereich von 0,5 bis 50mm^2 und damit einen Durchmesser im Bereich von etwa 1,2 bis 15mm auf.

[0029] Bei dem Kabel handelt es sich entweder um ein einadriges Kabel mit nur einer Kabelader, bei der also unmittelbar um die Aderisolierung herum der Kabelmantel als Adermantel mit dem Glasseidengeflecht und der äußeren Bandierung angebracht ist. Alternativ handelt es sich bei dem Kabel um ein mehradriges Kabel, bei dem mehrere Kabeladern von einem gemeinsamen Kabelmantel mit dem Glasseidengeflecht und der äußeren Bandierung umgeben sind. Die einzelnen Kabeladern bilden dabei ein Adernbündel, wobei die Kabeladern vorzugsweise miteinander verseilt sind und einen Verseilverbund bilden. Zweckdienlicherweise sind dabei beispielsweise zwei bis maximal sieben Kabeladern miteinander verseilt.

[0030] Bei einem solchen mehradrigen Kabelaufbau ist eine jeweilige Kabelader jeweils von einem Adermantel umgeben, welcher zweckdienlicherweise ebenfalls ein weiteres Geflecht aus hochtemperaturbeständigen Fasern aufweist, um das eine weitere Bandierung mit einem Band aus einem hochtemperaturbeständigen Material aufgebracht ist. Zweckdienlicherweise ist dabei der Adermantel identisch zu dem Kabelmantel aufgebaut, das heißt beim weiteren Geflecht handelt es sich insbesondere um ein Glasseidengeflecht und bei der weiteren Bandierung handelt es sich um eine Bandierung mit einem gereckten PTFE-Band. Die im Hinblick auf den Kabelmantel angegebenen bevorzugten Weiterbildungen und Merkmale sowie Größenangaben sind in gleicher Weise auch für den Adermantel gültig. Bei einem lediglich einadrigen Kabel ist der Adermantel zugleich der Kabelmantel.

[0031] Durch diese Maßnahme werden sämtliche durch den Mantelaufbau definierten Vorteile auch bei der einzelnen Kabelader erreicht, sodass diese sehr gut bei der Herstellung, beispielsweise bei der Konfektionierung des Kabels handhabbar ist, ohne dass die eingangs zum Kabelmantel angeführten Probleme bestehen, wie die Gefahr, dass die aufgestellten Glasfasern abbrechen oder zu Juckreiz an Händen und Augen und zu einer Schädigung der Atemwege führen, bestehen. Bei dem mehradrigen Kabelaufbau ist daher ein doppelter Schutz einerseits durch den speziell ausgebildeten Adermantel der jeweiligen Kabelader sowie durch den Kabelmantel des Gesamtverbundes der Kabeladern erzielt.

[0032] Insbesondere für eine Variante für eine Höchsttemperaturanwendung weist der Kabelmantel zusätzlich eine innere Schicht aus einem anorganischen Werkstoff, insbesondere aus Glimmer auf. Die Schicht ist hierbei vorzugsweise wiederum nach Art einer insbesondere mehrlagigen Bandierung um das Adernbündel gewickelt.

[0033] Um das gesamte Kabel bei dieser Variante höchsttemperaturfest zu machen sind dabei die einzelnen Kabeladern jeweils mit einer insbesondere mehrlagigen Isolierung aus einem anorganischen Werkstoff, insbesondere Glimmer versehen. Gleichzeitig ist der Kabelmantel gebildet aus der inneren Schicht bestehend aus insbesondere mehreren Lagen aus Glimmer, dem Geflecht sowie der äußeren PTFE-Bandierung.

[0034] Zur Ausbildung einer zweiten hochtemperaturbeständigen Kabelvariante ist demgegenüber vorgesehen, dass die einzelnen Aderisolierungen aus einem Fluorpolymer, insbesondere aus einem dichten PTFE bestehen, die jeweils von dem weiteren Geflecht und der weiteren Bandierung umgeben sind. Der Kabelmantel besteht bei dieser Ausführungsvariante aus dem Geflecht und der äußeren Bandierung. Eine zusätzliche innere Schicht ist hierbei zweckdienlicherweise nicht vorgesehen.

[0035] Zweckdienlicherweise ist das Kabel insgesamt als ein Signal- oder Datenkabel ausgebildet und wird entsprechend als solches eingesetzt. Das Kabel ist alternativ als ein Mittelspannungskabel ausgebildet und für elek-

trische Spannungen im Bereich von 300V bis 500V ausgelegt.

[0036] Das Kabel wird allgemein in hoch beanspruchten, insbesondere heißen Umgebungen eingesetzt. Insbesondere weist es eine hohe (Dauer-) Temperaturbeständigkeit gegenüber Temperaturen von größer 300°C bei der Hochtemperaturvariante, oder auch von größer 400°C bei der Höchsttemperaturvariante auf. Vorzugsweise weist das Kabel insbesondere bei der Höchsttemperaturvariante eine kurzfristige Temperaturbeständigkeit gegenüber Temperaturen von größer 1000°C und insbesondere bis zu 1500°C für einen Zeitraum von einigen Minuten auf. Alternativ oder ergänzend ist es auch gegenüber elektromagnetischer Strahlung, insbesondere IR und UV-Strahlung beständig.

[0037] Gemäß einem ersten Anwendungsfall wird das Kabel als Zuleitung zu einer Schmelzvorrichtung für Glas oder Metalle eingesetzt. Gemäß einem zweiten Anwendungsfall wird das Kabel bevorzugt in Trocknungsanlagen, insbesondere UV- oder IR-Trocknungsanlagen eingesetzt.

[0038] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Diese zeigen jeweils in vereinfachten Darstellungen:

Fig. 1 in einer Querschnittsdarstellung ein mehradriges Kabel gemäß einer ersten Variante,

Fig. 2 in einer Querschnittsdarstellung ein mehradriges Kabel gemäß einer zweiten Variante

Fig. 3 in einer Querschnittsdarstellung eine Kabelader gemäß einer ersten Variante,

Fig. 4 in einer Querschnittsdarstellung eine Kabelader gemäß einer zweiten Variante

Fig. 5 eine ausschnittsweise Seitenansicht der Kabelader gemäß der zweiten Variante.

[0039] In den Figuren sind gleich wirkende Teile jeweils mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0040] In den Figuren 1 und 2 sind beispielhaft zwei Typen von mehradrigen Kabeln 2 dargestellt, wobei in Figur 1 eine erste Variante eines höchsttemperaturfesten Kabels 2 und in Figur 2 eine zweite Variante eines hochtemperaturfesten Kabels 2 dargestellt ist. Die Kabel 2 weisen dabei jeweils eine Vielzahl, zumindest zwei und vorzugsweise drei bis sieben Kabeladern 4 auf, welche üblicherweise miteinander verseilt sind und damit ein Aderbündel 5 bilden.

[0041] Je nach Ausführungsvariante des Aderbündels kann ein Zentralelement 7 vorgesehen sein, wie dies in Figur 1 dargestellt ist, um das die einzelnen Kabeladern 4 herumverseilt sind. Bei diesem Zentralelement 7 handelt es sich insbesondere um einen zentralen Strang bestehend aus einem hochtemperaturfesten Kunststoff, insbesondere Fluorpolymer und zweckdienlicherweise ein dichtes PTFE oder alternativ ist der Strang als eine Glasseidenkordel ausgebildet.

[0042] In den Figuren 3 und 4 sind korrespondierend zu den Figuren 1 und 2 zwei unterschiedliche Varianten einer jeweiligen Kabelader 4 dargestellt, wobei in Figur 3 eine höchsttemperaturfeste Kabelader 4 und in Figur 4 eine hochtemperaturbeständige Kabelader 4 dargestellt ist. Die in Figuren 3 und 4 dargestellten Kabeladern 4 definieren zugleich auch ein einadriges Kabel 2. Für die Ausbildung des höchsttemperaturfesten Kabels 2 gemäß Figur 1 werden dabei insbesondere die Kabelader-Typen gemäß Figur 3 und für die Ausbildung der hochtemperaturfesten Variante des Kabels 2 gemäß Figur 2 die Ader-Typen gemäß Figur 4 verwendet.

[0043] Der Aufbau der einzelnen Kabeladern 4 geht dabei insbesondere aus den Figuren 3 und 4 hervor. Diese weisen jeweils einen Leiterkern 6 sowie einen diese umgebende Aderisolierung 8 auf. Der Leiterkern 6 besteht aus einer Litze, gebildet durch eine Vielzahl von Einzeldrähten 10. Diese sind bevorzugt in mehreren, insbesondere mehr als zwei Lagen miteinander verseilt. Dabei können sie auch um ein Zentralelement herum verseilt sein, welches durch einen zentralen, nicht leitenden Strang gebildet ist. Dieser besteht dabei vorzugsweise aus Kunststoff, insbesondere ein Fluorpolymer, zweckdienlicherweise PTFE.

[0044] Bei den Einzeldrähten 10 handelt es sich insbesondere um Kupferdrähte, die typischerweise einen Einzeldurchmesser im Bereich von wenigen zehntel mm, beispielsweise von 0,2 mm aufweisen.

[0045] Bei der Aderisolierung 8 handelt es sich bei der Ausführungsvariante gemäß der Figur 3 vorzugsweise um eine mehrlagige Bandierung aus Glimmer. Bei der zweiten Ausführungsvariante gemäß der Figur 4 besteht die Aderisolierung 8 aus einem Fluorpolymer-Kunststoff, insbesondere einem dichten PTFE. Die Aderisolierung 8 weist dabei eine Dicke D1 auf, welche etwa zwischen 0,2 mm und 0,5 mm liegt. Der Verbund aus Leiterkern 6 sowie Aderisolierung 8 weist daher einen Durchmesser d2 auf, welcher typischerweise im Bereich von 1,5 mm und 2 mm liegt.

[0046] Die Aderisolierung 8 ist schließlich umgeben von einem Adermantel 12, welcher in beiden Ausführungsvarianten gebildet ist durch ein Glasseidengeflecht , nachfolgend als weiteres Glasseidengeflecht 18A bezeichnet, um das eine Bandierung, nachfolgend als weitere Bandierung 20a bezeichnet, gewickelt ist. Bei dieser handelt es sich um ein gerecktes PTFE-Band 22.

[0047] Bei den mehradrigen Kabelvarianten gemäß den Figuren 1 und 2 ist das Aderbündel 5 jeweils von einem Kabelmantel 16 umgeben, welcher jeweils ebenfalls ein Glasseidengeflecht 18B und eine Bandierung, nachfolgend als äußere Bandierung 20b bezeichnet aufweist. Bei der höchsttemperaturfesten Variante gemäß Figur 1 ist zusätzlich noch eine innere Schicht 24 bestehend aus einer mehrlagigen Glimmer-Bandierung vorgesehen, sodass der Kabelmantel 16 in dieser Variante dreilagig ausgebildet ist, wohingegen er bei der Variante gemäß der Figur 2 nur zweilagig ausgebildet ist.

[0048] Der Adermantel 12 sowie der Kabelmantel 16 sind dabei vorzugsweise im Hinblick auf die zwei Lagen

Glasseidengeflecht 18A, B und Bandierung 20A, B identisch aufgebaut. Bei der höchsttemperaturfesten Variante schließt sich an das Glasseidengeflecht 18B eine innere Lage oder Schicht 24 aus mehreren Lagen einer Glimmerbandierung an. Bei den einadrigen Kabelvarianten beziehungsweise den Kabeladern 4 bildet diese innere Schicht zugleich auch die Aderisolierung 8. Die Bandierungen 20A, B bestehen wie bereits erwähnt aus einem PTFE-Band.

[0049] Das jeweilige Band 22 sowohl des Adermantels 12 als auch des Kabelmantels 16 und damit die Bandierungen 20A, B weist eine Banddicke D2 auf, die typischerweise unter 150μm und insbesondere unter 60μm liegt. Demgegenüber weist das Glasseidengeflecht 18 typischerweise eine größere Geflechtdicke D3 auf, welche typischerweise im Bereich von einigen Zehntelmillimetern, beispielsweise in einem Bereich zwischen 0,15 und 0,40mm, insbesondere bei etwa 0,25mm liegt. Für die Bandierungen 20A, B wird ein gerecktes PTFE-Band 22 verwendet, welches nach der Umwicklung des Glasseidengeflechts 18 gesintert wird. Bereits vor dem Sintern und auch im gesinterten Endzustand weist das PTFE-Band 22 und damit die Bandierungen 20A, B eine Mikroporosität auf. Bei der Temperaturbehandlung des Sinterns können daher Luftanteile im Inneren des Kabelmantels 16 beziehungsweise des Adermantels 14 durch die Mikroporosität nach außen entweichen. Beim einadrigen Aufbau des Kabels 2 gemäß der Fig. 1 führt dies insgesamt zu einem Kabelgesamtdurchmesser d3, welcher typischerweise im Bereich zwischen 1,5mm und 15mm liegt.

[0050] Wie insbesondere aus der Fig. 3 zu entnehmen ist, die einen zweilagigen Aufbau des Kabelmantels 16 zeigt, ist das PTFE-Band 22 auf Überlapp gewickelt. Zwei einander benachbarte Wickelabschnitte sind daher in Längsrichtung des Kabels 2 überlappend angeordnet. Dabei ist eine Überlappung U im Bereich von zumindest 25% bezogen auf die Breite B des Bands 22 eingestellt. Die Überlappung U liegt dabei vorzugsweise im Bereich zwischen 40% und 50%.

Bezugszeichenliste

[0051]

2	Kabel
4	Kabelader
5	Aderbündel6 Leiterkern
7	Zentralelement
8	Aderisolierung
10	Einzeldraht
12	Adermantel
16	Kabelmantel
18	Glasseidengeflecht
20A	weitere Bandierung
20B	äußere Bandierung
22	PTFE-Band
24	Innere Schicht
B	Breite
d1	Kerndurchmesser
d2	Durchmesser Aderisolierung
d3	Kabelgesamtdurchmesser
D1	Dicke Aderisolierung
D2	Banddicke
D3	Geflechtdicke
U	Überlappung

Patentansprüche

1. Kabel (2) mit zumindest einer Kabelader (4), die einen Leiterkern (6) sowie eine Aderisolierung (8) aufweist, wobei die zumindest eine Kabelader (4) von einem Kabelmantel (16) ummantelt ist, der ein Geflecht (18B) aufweist, welches aus hochtemperaturbeständigen Fasern besteht, insbesondere ein Glasseidengeflecht,
dadurch gekennzeichnet,
dass um das Geflecht (18B) eine äußere Bandierung (20B) mit einem Band (22) aus einem hochtemperaturbeständigen Material angebracht ist, wobei das Geflecht (18B) nicht imprägniert ist und / oder das Geflecht (18B) aus einzelnen, beschichteten Fäden gebildet ist.

2. Kabel (2) nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kabelmantel (16) ausschließlich das Geflecht (18B) und die Bandierung (20B) umfasst.

3. Kabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die äußere Bandierung (20B) aus einem Fluorpolymer, insbesondere aus PTFE besteht.

4. Kabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die äußere Bandierung (20B) aus einem gesinterten PTFE besteht.

5. Kabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die äußere Bandierung (20B) porös ist und insbesondere eine Mikroporösität mit Poren im nm-Bereich aufweist.

6. Kabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Geflecht (18B) aus mit PTFE beschichteten Fäden gebildet ist.

7. Kabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprü-

che,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Aderisolierung (8) aus einem hochtemperaturbeständigen Fluorpolymer, insbesondere PTFE oder einem anorganischen Werkstoff, insbesondere aus Glimmer besteht oder dass Aderisolierung (8) aus mehreren Lagen von Glimmer besteht.

8. Kabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass es mehrere Kabeladern (4) aufweist, die ein insbesondere verseiltes Adernbündel (5) bilden, wobei das Adernbündel (5) von dem Kabelmantel (24) mit dem Geflecht (18B) und der dieses umgebenden äußeren Bandierung (20B) umgeben ist und dass eine jeweilige Kabelader (4) jeweils einen Adermantel (12) aufweist, welcher ein weiteres Geflecht (18A) aus hochtemperaturbeständigen Fasern aufweist, um das eine weitere Bandierung (20A) mit einem Band (22) aus einem hochtemperaturbeständigen Material angebracht ist.

9. Kabel (2) nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Adermantel (12) identisch zu dem Kabelmantel (24) aufgebaut ist.

10. Kabel (2) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche ,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kabelmantel (24) zusätzlich eine innere Schicht (24) aus einem anorganischen Werkstoff, insbesondere aus Glimmer aufweist.

11. Kabel (2) nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine jeweilige Kabelader (4) gebildet ist aus dem Leiterkern (6) und einer insbesondere mehrlagigen Isolierung (8) aus Glimmer, die von dem weiteren Geflecht (18A) und der weiteren Bandierung (20A) umgeben sind und dass der Kabelmantel (24) gebildet ist aus einer inneren insbesondere mehrlagigen Schicht aus Glimmer, dem Geflecht (18B) und der äußeren Bandierung (20B)

12. Kabel (2) nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine jeweilige Kabelader (4) gebildet ist aus dem Leiterkern (6) und einer Isolierung (8) aus einem hochtemperaturbeständigen Fluorpolymer, insbesondere PTFE, wobei die Isolierung von dem weiteren Geflecht (18A) und der weiteren Bandierung (20A) umgeben sind und dass der Kabelmantel (24) gebildet ist aus dem Geflecht (18B) und der äußeren Bandierung (20B).

13. Verfahren zur Herstellung eines Kabels (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches einen Kabelmantel (16) mit einem Geflecht (18B) aus hochtemperaturbeständigen Fasern aufweist
dadurch gekennzeichnet,
dass um das Geflecht (18B) eine äußere Bandierung (20B) mit einem Band (22) aus einem hochtemperaturbeständigen Material angebracht wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13
dadurch gekennzeichnet,
dass ein PTFE Band (22) verwendet wird, welches zunächst als teilgesintertes Band aufgebracht wird und anschließend nochmals gesintert wird.

Claims

1. Cable (2) having at least one cable wire (4) that has a conductor core (6) and a wire insulator (8), wherein the at least one cable wire (4) is encased by a cable sheath (16) that has a braid (18B) which consists of fibres that are resistant to high temperatures, in particular a glass silk braid,
characterised in that
an external taping (20B) having a tape (22) made of a material that is resistant to high temperatures is applied around the braid (18B), wherein the braid (18B) is not impregnated and / or the braid (18B) is formed from individual, coated fibres.

2. Cable (2) according to the preceding claim,
characterised in that
the cable sheath (16) exclusively comprises the braid (18B) and the taping (20B).

3. Cable (2) according to one of the preceding claims,
characterised in that
the external taping (20B) consists of a fluoropolymer, in particular of PTFE.

4. Cable (2) according to one of the preceding claims,
characterised in that
the external taping (20B) consists of a sintered PTFE.

5. Cable (2) according to one of the preceding claims,
characterised in that
the external taping (20B) is porous and, in particular, has a microporosity having pores in the nm range.

6. Cable (2) according to one of the preceding claims,
characterised in that
the braid (18B) is formed from fibres coated with PTFE.

7. Cable (2) according to one of the preceding claims,
characterised in that
the wire insulator (8) consists of a fluoropolymer that

is resistant to high temperatures, in particular PTFE or an inorganic material, in particular of mica, or the wire insulator (8) consists of several layers of mica.

8. Cable (2) according to one of the preceding claims, **characterised in that**
it has several cable wires (4) that form an in particular stranded wire bundle (5), wherein the wire bundle (5) is surrounded by the cable sheath (24) having the braid (18B) and the external taping (20B) surrounding this, and a respective cable wire (4) has a wire sheath (12) in each case, which has a further braid (18A) made of fibres that are resistant to high temperatures, around which a further taping (20A) having a tape (22) made of a material that is resistant to high temperatures is applied.

9. Cable (2) according to the preceding claim, **characterised in that**
the wire sheath (12) is constructed identically to the cable sheath (24).

10. Cable (2) according to one of the two preceding claims, **characterised in that**
the cable sheath (24) additionally has an internal layer (24) made of an inorganic material, in particular of mica.

11. Cable (2) according to one of claims 8 to 10, **characterised in that**
a respective cable wire (4) is formed from the conductor core (6) and an in particular multilayer insulator (8) made of mica which are surrounded by the further braid (18A) and the further taping (20A), and the cable sheath (24) is formed from an internal, in particular multilayer layer made of mica, the braid (18B) and the external taping (20B).

12. Cable (2) according to one of claims 8 to 10, **characterised in that**
a respective cable wire (4) is formed from the conductor core (6) and an insulator (8) made of a fluoropolymer that is resistant to high temperatures, in particular PTFE, wherein the insulator is surrounded by the further braid (18A) and the further taping (20A), and the cable sheath (24) is formed from the braid (18B) and the external taping (20B).

13. Method for producing a cable (2) according to one of the preceding claims, which has a cable sheath (16) having a braid (18B) made of fibres that are resistant to high temperatures, **characterised in that**
an external taping (20B) having a tape (22) made of a material that is resistant to high temperature is applied around the braid (18B).

14. Method according to claim 13, **characterised in that**
a PTFE tape (22) is used which is initially applied as a partially sintered tape and is then sintered once again.

Revendications

1. Câble (2) comprenant au moins un conducteur (4) qui présente une âme conductrice (6) ainsi qu'une isolation de conducteur (8), dans lequel ledit au moins un conducteur de câble (4) est enveloppé d'une gaine de câble (16) qui présente une tresse (18B), laquelle est constituée de fibres résistantes aux hautes températures, en particulier une tresse de soie de verre,
caractérisé
en ce qu'un bandage extérieur (20B) pourvu d'une bande (22) faite d'un matériau résistant aux hautes températures est appliqué autour de la tresse (18B), dans lequel la tresse (18B) n'est pas imprégnée et/ou la tresse (18B) est formée de fils revêtus individuels.

2. Câble (2) selon la revendication précédente,
caractérisé
en ce que la gaine de câble (16) entoure exclusivement la tresse (18B) et le bandage (20B).

3. Câble (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé
en ce que le bandage extérieur (20B) est constitué d'un fluoropolymère, en particulier de PTFE.

4. Câble (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
le bandage extérieur (20B) est constitué d'un PTFE fritté.

5. Câble (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
le bandage extérieur (20B) est poreux et présente en particulier une microporosité pourvue de pores dans la plage des nm.

6. Câble (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé
en ce que la tresse (18B) est formée de fils revêtus de PTFE.

7. Câble (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé

en ce que l'isolation de conducteur (8) est constituée d'un fluoropolymère résistant aux hautes températures, en particulier de PTFE ou d'un matériau anorganique, en particulier de mica ou en ce que l'isolation de conducteur (8) est constituée de plusieurs couches de mica.

8. Câble (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé
en ce qu'il comprend plusieurs conducteurs de câble (4), qui forment un faisceau de conducteurs (5) en particulier toronnés, dans lequel le faisceau de conducteurs (5) est entouré par la gaine de câble (24) comportant la tresse (18B) et le bandage extérieur (20B) entourant ladite tresse et en ce qu'un conducteur de câble (4) respectif comprend dans chaque cas une gaine de conducteur (12), laquelle présente une autre tresse (18A) faite de fibres résistantes aux hautes températures, autour de laquelle un autre bandage (20A) pourvu d'une bande (22) faite d'un matériau résistant aux hautes températures est appliqué.

9. Câble (2) selon la revendication précédente,
caractérisé
en ce que la gaine de conducteur (12) présente une conception identique à celle de la gaine de câble (24).

10. Câble (2) selon l'une des deux revendications précédentes,
caractérisé
en ce que la gaine de câble (24) comprend en plus une couche intérieure (24) faite d'un matériau anorganique, en particulier de mica.

11. Câble (2) selon l'une quelconque des revendications 8 à 10,
caractérisé
en ce qu'un conducteur de câble (4) respectif est formé de l'âme conductrice (6) et d'une isolation (8) en mica, en particulier à plusieurs couches, qui sont entourées par l'autre tresse (18A) et l'autre bandage (20A) et en ce que la gaine de câble (24) est formée d'une couche intérieure en mica, en particulier à plusieurs couches, de la tresse (18B) et du bandage extérieur (20B).

12. Câble (2) selon l'une quelconque des revendications 8 à 10,
caractérisé
en ce qu'un conducteur de câble (4) respectif est formé de l'âme conductrice (6) et d'une isolation (8) faite d'un fluoropolymère résistant aux hautes températures, en particulier de PTFE, dans lequel l'isolation est entourée par l'autre tresse (18A) et l'autre bandage (20A) et en ce que la gaine de câble (24) est formée de la tresse (18B) et du bandage extérieur (20B).

13. Procédé de fabrication d'un câble (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, lequel comprend une gaine de câble (16) pourvue d'une tresse (18B) faite de fibres résistantes aux hautes températures,
caractérisé
en ce qu'un bandage extérieur (20B) pourvu d'une bande (22) faite d'un matériau résistant aux hautes températures est appliqué autour de la tresse (18B).

14. Procédé selon la revendication 13,
caractérisé
en ce qu'une bande de PTFE (22) est utilisée, laquelle est dans un premier temps en partie frittée et immédiatement après frittée une nouvelle fois.

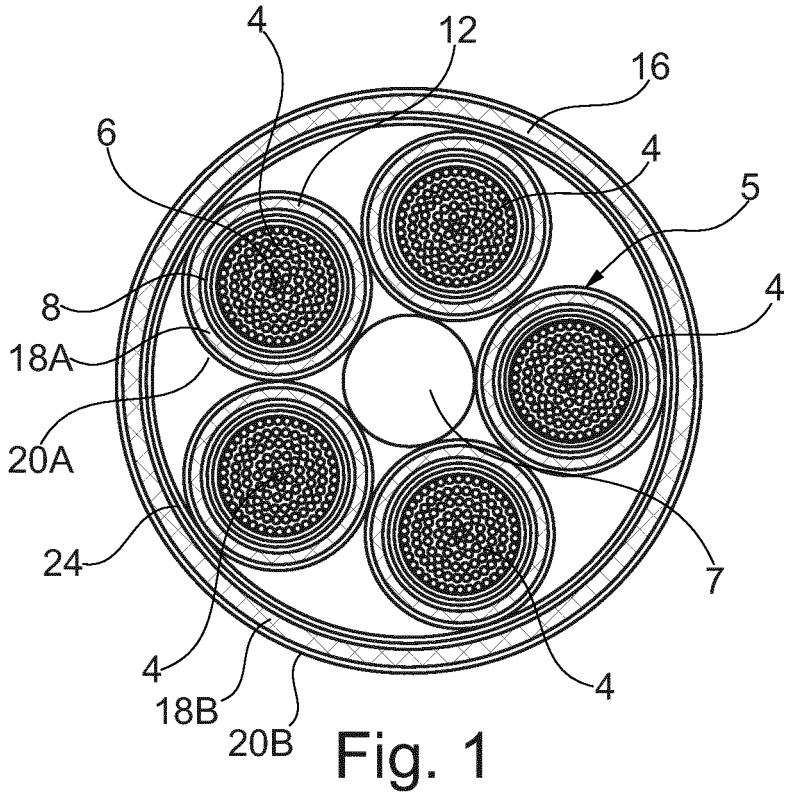


Fig. 1

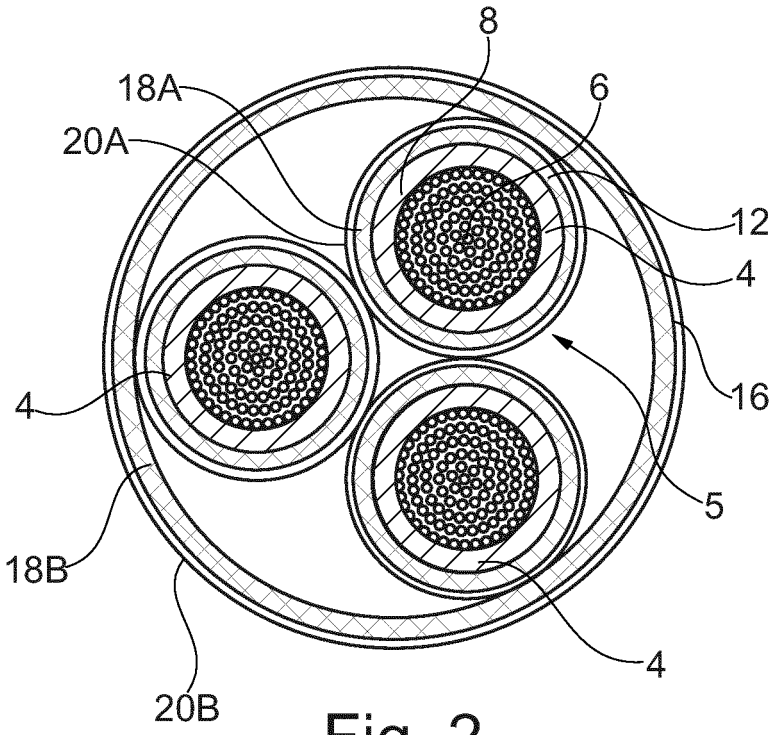


Fig. 2

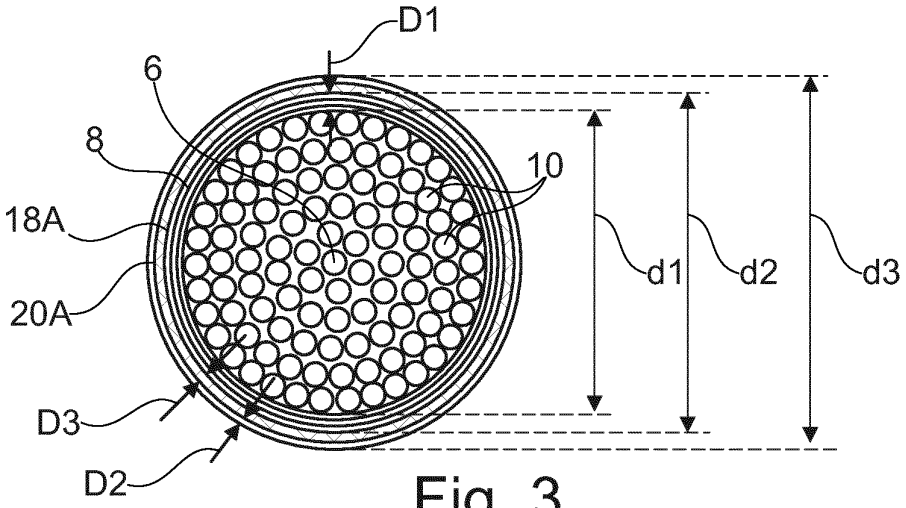


Fig. 3

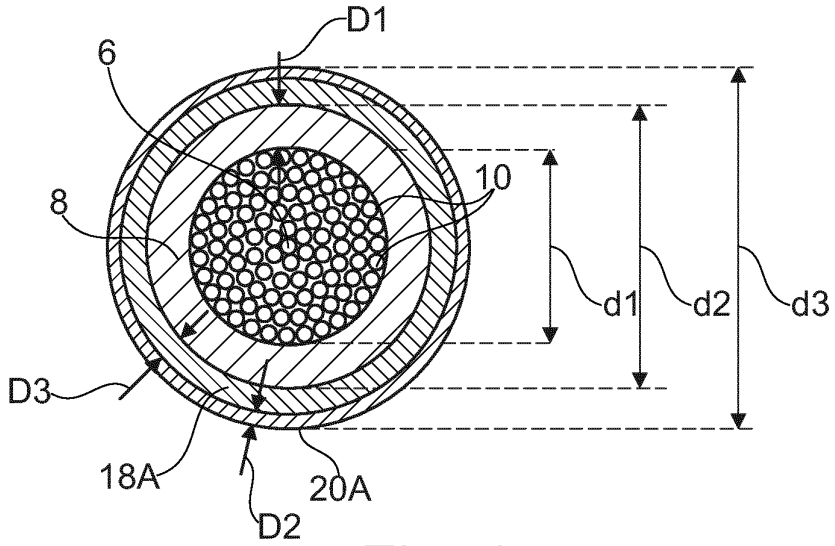


Fig. 4

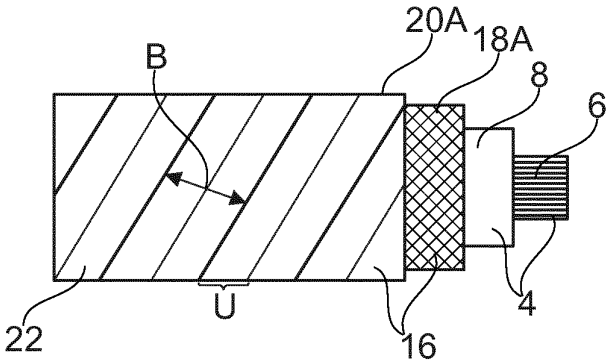


Fig. 5

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 2700672 A1 **[0003]**