



(11)

EP 3 103 122 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.07.2018 Patentblatt 2018/29

(51) Int Cl.:
H01B 7/18 (2006.01) *H01B 11/06* (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15707555.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/052329

(22) Anmeldetag: **04.02.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/118025 (13.08.2015 Gazette 2015/32)

(54) **DATENKABEL**

DATA CABLE

CÂBLE DE DONNÉES

(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

- **PÖHMERER, Rainer**
90610 Winkelhaid (DE)
- **PFISTER, Stefanie**
91090 Effeltrich (DE)

(30) Priorität: **06.02.2014 DE 102014202214**
25.04.2014 DE 102014207781

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.12.2016 Patentblatt 2016/50

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 19 940 229 US-A1- 2006 169 479
US-A1- 2009 236 119 US-A1- 2010 181 093
US-A1- 2011 005 806 US-A1- 2011 048 767

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

(72) Erfinder:
• **KÖPPENDÖRFER, Erwin**
91126 Schwabach (DE)

EP 3 103 122 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Datenkabel zur Übertragung von Datensignalen im Hochfrequenzbereich, beispielsweise im Megahertz- oder Gigahertz-Bereich sowie ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Datenkabel.

[0002] Für die Datenübertragung ist die so genannte Ethernettechnologie bekannt, die insbesondere auch zunehmend bei Kraftfahrzeugen eingesetzt wird. Automobile Ethernetleitungen bestehen dabei üblicherweise aus lediglich einem Adernpaar, wohingegen bei üblichen Hausinstallationsleitungen beispielsweise der Kategorie CAT 5, CAT 6 typischerweise vier Paare in einem Datenkabel zusammengefasst sind. Im automobilen Bereich sind die Datenleitungen häufig ohne einen Paaerschirm ausgebildet, das heißt ein jeweiliges Adernpaar ist nicht mit einer Schirmung versehen. Ein jeweiliges Adernpaar ist typischerweise miteinander verseilt. Darüber hinaus sind auch sogenannte Viererverseilungen, insbesondere Sternvierer bekannt, bei denen vier Adern gemeinsam miteinander verseilt sind.

[0003] Bei derartigen ungeschirmten Leitungen breiten sich die hochfrequenten Felder auch im Außenbereich aus, also insbesondere im die jeweiligen Adernpaare bzw. die Viererverseilung umgebenden Mantel. Dieser beeinflusst daher die Übertragungsqualität und den Übertragungsverlust eines hochfrequenten Datenkabels.

[0004] Störend bei diesen Übertragungen ist dabei auch die unerwünschte Energieübertragung von einem Kabel auf andere Kabel, oder die Einstrahlung von Hochfrequenten Feldern in das Übertragungssystem. Dieses Verhalten ist in der Technik als Nebensprechen bekannt. Als Erweiterung des bekannten Nebensprechens ist das "Alien-Next" zu sehen, das die Einstrahlung zwischen verschiedenen Diensten oder Kabeln im selben Kabelbaum beschreibt. Ein Übertragungssystem kann nur eine beschränkte Menge an eingestrahelter Energie kompensieren ohne fehlerhaft zu arbeiten.

[0005] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Datenkabel mit verbesserten Übertragungseigenschaften anzugeben.

[0006] Aus der US 2011/0005806 A1 ist eine Datenleitung zu entnehmen, die vier miteinander verseilte Adernpaare aufweist. Die Adernpaare sind in einem Leitungskern angeordnet, welcher zusätzlich ein Trennelement aufweist. Die Adernpaare sind durch das Trennelement insbesondere elektrisch abschirmend voneinander separiert.

[0007] Die US 2006/0169479 A1 beschreibt eine Datenleitung, welche einen üblicherweise hohlen und mit Luft gefüllten Leitungskern sowie einen den Leitungskern umgebenden Mantel aufweist. Sowohl der Leitungskern als auch der Mantel erstrecken sich entlang einer Länge der Datenleitung. Innerhalb des Leitungskerns sind zwei Adernpaare angeordnet. Der Mantel weist mehrere radial zum Mittelpunkt des Leitungskerns orientierte Rippen auf. Aufgrund der hohlen Ausbildung des Leitungs-

kerns und der Rippen des Mantels ist ein Kontakt der Adernpaare mit dem Mantel reduziert.

[0008] Der DE 199 40 229 A1 ist eine zweiadrige Leitung zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug zu entnehmen, die einen als eine Röhre ausgebildeten Außenmantel aufweist. Die zweiadrige Leitung ist mittels einem doppelseitigen Klebebandes innerhalb der Röhre befestigt.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Datenkabel mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen niedergelegt.

[0010] Das Datenkabel weist einen Übertragungskern auf, welcher gebildet ist durch lediglich ein verseiltes Adernpaar oder alternativ durch eine Viererverseilung aus vier miteinander insbesondere als Sternvierer miteinander verseilte Adern. Eine jede der Ader besteht dabei aus einem Leiter und einer diesen umgebende Aderisolierung. Der Übertragungskern ist dabei insbesondere ungeschirmt. Zur Reduzierung der Übertragungsverluste und/oder zur Reduzierung von äußeren Störeinflüssen ist der Übertragungskern von einer Ummantelung mit hohem Luftanteil/Gasanteil umgeben. Diese Ummantelung mit hohem Luftanteil ist dabei gebildet durch einen geschäumten Mantel oder durch zumindest ein Abstandselement, welches einen Mantelringraum um den Übertragungskern mit offenen Lufträumen definiert.

[0011] Zweckdienlicherweise ist die Ummantelung konzentrisch zum Übertragungskern angebracht, Ummantelung und Übertragungskern sind daher streng koaxial zueinander angeordnet. Durch diese hohe Symmetrie werden die Übertragungseigenschaften positiv beeinflusst.

[0012] Vorzugsweise handelt es sich insbesondere um eine automobilen Ethernetleitung, welche üblicherweise gebildet sind durch ein einziges Adernpaar, welches unmittelbar von einem Isolationsmantel (Außenmantel) umgeben ist. Die Standardstrecke für ein derartiges Datenkabel sind üblicherweise vergleichsweise kleinbauend und erfordern einen kleinen Kabeldurchmesser, also den Durchmesser des Außenmantels im Bereich von lediglich wenigen Millimetern, beispielsweise 3 mm.

[0013] In einer Ausgestaltung ist die Ummantelung mit dem hohen Luftanteil unter Zwischenlage eines Zwischenmantels angeordnet und bildet einen Außenmantel. Als Außenmantel wird vorliegend insbesondere der äußerste, den Übertragungskern konzentrisch umgebende Mantel verstanden. Um den Außenmantel ist daher keine weitere konzentrische Lage oder Schicht mehr angeordnet. Das Kabel mit einem Aufbau, welcher durch den Außenmantel abgeschlossen ist, bildet eine vorkonfektionierte Einheit. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, dieses vorkonfektionierte Kabel mit weiteren Kabeln zu einem Gesamtkabel oder Kabelbaum zusammenzufügen. Der hohe Luftanteil wird vorzugsweise dadurch erzeugt, dass die Ummantelung geschäumt ist.

[0014] Dieser Ausgestaltung liegt dabei die grundsätzliche Idee zugrunde, über diese als Außenmantel ausgebildete Ummantelung einen notwendigen Abstand bei-

spielsweise zu einem benachbarten Datenkabel zu gewährleisten, um also dadurch beispielsweise Nebensprech-Effekte zu minimieren. Derartige Probleme treten dabei insbesondere bei low-cost-Anwendungen, beispielsweise im Kraftfahrzeugbereich auf, bei denen üblicherweise auf aufwendige Schirmmaßnahmen etc. zur Reduzierung derartiger Effekte verzichtet ist.

[0015] Durch die Anbringung der Ummantelung mit hohem Luftanteil werden benachbarte Datenkabel daher auf einen ausreichend großen Abstand gehalten. Gleichzeitig ist der Materialeinsatz für diese Ummantelung aufgrund des hohen Luftanteils vergleichsweise gering. Gleiches gilt auch für das Gewicht des Datenkabels. Insgesamt ist dadurch ein unnötiger Materialverbrauch vermieden und die Kosten sind gering gehalten.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist der Zwischenmantel als ein massiver Mantel aus einem geeigneten Isolationswerkstoff, beispielsweise aus TPE-S ausgebildet. Durch die Ausgestaltung des massiven Zwischenmantels lassen sich die gewünschten mechanischen Eigenschaften wie beispielsweise Zugfestigkeit etc. einstellen.

[0017] Alternativ hierzu ist der Zwischenmantel ebenfalls mit einem hohen Luftanteil ausgebildet und vorzugsweise als geschäumter Mantel ausgebildet. In diesem speziellen Fall werden daher zwei Schaumlagen als Zwischenmantel und Ummantelung ausgebildet.

[0018] Der Zwischenmantel weist eine Wandstärke vorzugsweise im Bereich von 0,3 mm bis 1 mm und bevorzugt von 0,5 mm auf. Die Wandstärke des Außenmantels liegt vorzugsweise im Bereich von 0,2 mm bis 0,8 mm. Insbesondere weist der Außenmantel eine geringere Wandstärke als der Zwischenmantel auf.

[0019] In besonders zweckdienlicher Weiterbildung ist die Ummantelung vom Zwischenmantel leicht trennbar ausgebildet. Hierzu bestehen zweckdienlicherweise die Ummantelung und der Zwischenmantel aus unterschiedlichen Materialien, die sich nur wenig miteinander verbinden und beispielsweise polar beziehungsweise unipolar sind. Alternativ oder ergänzend ist zwischen der Ummantelung und dem Zwischenmantel ein Trennmittel, beispielsweise in flüssiger Form oder auch als Pulverform, insbesondere in Form von Stearaten eingebracht.

[0020] Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zugrunde, die Ummantelung lediglich in Zwischenbereichen zwischen zwei Enden des Kabels anzuordnen und an den Endbereichen die Ummantelung zu entfernen, um das Datenkabel an Standard-Stecker anschließen zu können. Dadurch besteht also insgesamt die Möglichkeit, bei Beibehaltung der Standard-Stecker, welche beispielsweise einen maximalen Außendurchmesser von 3 mm erlauben, Datenkabel mit größerem Außendurchmesser für die Übertragungsstrecke zu verwenden, so dass die einzelnen Übertragungskerne zweier benachbarter Datenkabel in einem Kabelbaum möglichst weit beabstandet sind. Gleichzeitig wird lediglich im Steckerbereich der Durchmesser auf den erforderlichen Außendurchmesser reduziert.

[0021] Entsprechend ist zweckdienlicherweise auch vorgesehen, dass endseitig ein Stecker angeschlagen ist, wobei die Ummantelung im Bereich vor dem Stecker entfernt ist und in den Stecker lediglich das Datenkabel mit dem Zwischenmantel eingeführt ist.

[0022] Für diese Ausgestaltung ist dabei nicht zwingend erforderlich, dass Zwischenmantel und Ummantelung voneinander leicht trennbar sind. Die Abtrennung der Ummantelung oder auch Teile desselben bis auf einen gewünschten verbleibenden Enddurchmesser im Steckerbereich kann auch durch geeignete Abziehmaschinen beispielsweise durch einen Schälprozess etc. erfolgen.

[0023] Zweckdienlicherweise ist bei der geschäumten Ausgestaltung die geschäumte Ummantelung zumindest auf einer Seite und vorzugsweise auf beiden Seiten von einer dünnen Skin-Schicht begrenzt, sodass die Ummantelung insbesondere nach außen hin geschlossen und nicht offenporig ist. Die Skin-Schicht weist dabei vorzugsweise eine Wandstärke im Bereich von lediglich 0,25 μm bis beispielsweise 100 μm auf. Demgegenüber liegt die minimale Wandstärke des geschäumten Materials der Ummantelung im Bereich von 0,2 mm.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung umgibt die Ummantelung den Übertragungskern unmittelbar.

[0025] Dieser Ausgestaltung liegt die Idee zugrunde, im unmittelbaren Nahbereich des Adernpaares bzw. des Sternvierecks keinen massiven Mantel anzuordnen, sondern vielmehr eine Ummantelung, welche einen hohen Anteil von Luft/Gas aufweist, sodass die in diese Nahumgebung der Ummantelung eintretenden hochfrequenten Felder des sich im Datenkabel ausbreitenden Signals möglichst wenig gestört und gedämpft werden.

[0026] Die Ummantelung kann weiterhin von einem zusätzlichen Außenmantel umgeben sein, insbesondere unmittelbar ummantelt sein. Dieser ist vorzugsweise massiv ausgebildet und bevorzugt aus einem HF-geeigneten Material ausgebildet. Die Ummantelung ist daher nach Art eines Zwischenmantels ausgebildet, welche zwischen dem Übertragungskern und dem Außenmantel eingebettet ist. Der Außenmantel dient zum Schutz gegen äußere Umwelteinflüsse.

[0027] In bevorzugter Ausgestaltung bildet jedoch die Ummantelung, die unmittelbar den Übertragungskern umgibt, selbst den Außenmantel. Es ist daher lediglich die Ummantelung mit dem hohen Luftanteil angeordnet. Weitere konzentrisch zum Übertragungskern angeordnete Mäntel sind bevorzugt nicht ausgebildet. Hierdurch lassen sich mit geringem Materialeinsatz gute Übertragungseigenschaften erhalten.

[0028] Die Ummantelung ist in einer Ausgestaltung durch das zumindest eine Abstandselement gebildet, welches nach Art eines schlauchartigen Elements ausgebildet ist, welches den Übertragungskern umgibt. Dieses schlauchartige Element weist dabei also freie Luftbereiche auf, so dass der durch das schlauchartige Element gebildete mantelförmige Ringraum einen hohen Luftanteil einschließt.

[0029] Bevorzugt wird das schlauchartige Element auf den Übertragungskern aufextrudiert, sodass eine einfache und kostengünstige Herstellung ermöglicht ist.

[0030] Zweckdienlicherweise ist das schlauchartige Element durch mehrere (Kunststoff-) Fäden- oder Stränge ausgebildet, die miteinander zur Ausbildung eines Geflechts, eines Gespinstes oder einer schirmartigen Umhüllung miteinander verbunden sind. Insbesondere handelt es sich um ein aufextrudiertes Gespinst.

[0031] Für die zuvor erwähnten Ausgestaltungen gelten die nachfolgend angeführten bevorzugten Weiterbildungen gleichermaßen.

[0032] So liegt vorzugsweise das Verhältnis zwischen einem Dielektrizitätswert der Aderisolierung und einem Dielektrizitätswert der Ummantelung im Bereich von 1,4 zu 1,8 und insbesondere bei etwa 1,5. Insbesondere weist die die Aderisolierung einen Dielektrizitätswert im Bereich von 2,0 bis 2,6 und die Ummantelung einen Dielektrizitätswert im Bereich von 1,4 bis 1,7. Durch diese Maßnahme wird - ähnlich wie bei einer Goubau-Leitung - eine geeignete Ausrichtung des sogenannten Poynting-Vektors nach innen erreicht, so dass die Datenübertragung insgesamt verlustärmer ist. Bei der Ummantelung handelt es sich insbesondere um den geschäumten Mantel.

[0033] Weiterhin weist die Ummantelung zumindest eine Wanddicke im Bereich von 0,25 mm bis 2,2 mm auf. Insbesondere durch die Mindestwandstärke ist gewährleistet, dass die in die Ummantelung eindringenden Hochfrequenz-Felder möglichst vollständig nur im Bereich der Ummantelung verlaufen.

[0034] Zweckdienlicherweise umfasst die Ummantelung weiterhin ein HF-geeignetes Material oder besteht aus einem solchen Material. Bei diesem handelt es sich insbesondere um ein unpolares Material, beispielsweise weist die Ummantelung Kunststoffe wie beispielsweise PE, PP, TPE-S oder FEP auf. Durch den hohen Luftanteil wird zudem die negative Auswirkung von polaren Materialien auch abgeschwächt.

[0035] Sofern vorliegend von HF-geeignetem Material gesprochen wird, so wird hierunter allgemein insbesondere ein Material verstanden mit einem nur geringen dielektrischen Verlustfaktor bei hohen Frequenzen. Insbesondere liegt der Verlustfaktor (bei 1 MHz) im Bereich von etwa unter $20 \cdot 10^{-4}$; insbesondere unter $5 \cdot 10^{-4}$ oder auch unter $1 \cdot 10^{-4}$ (gemäß IEC60250).

[0036] In zweckdienlicher Ausgestaltung ist die Ummantelung selbst als ein geschäumter Mantel ausgebildet. Durch diese Maßnahme wird daher durch den Schäumprozess in die Ummantelung ein hoher Luft- oder Gasanteil eingebracht. Im Vergleich zu einem massiven Mantel sind dadurch die Übertragungseigenschaften deutlich verbessert.

[0037] Zweckdienlicherweise weist sie dabei einen Schäumungsgrad im Bereich von 25 bis 80 % auf. Unter Schäumungsgrad wird hierbei das Verhältnis des Volumenanteils der eingeschlossenen Luft zu dem Volumenanteil des Materials verstanden.

[0038] Weiterhin weist die geschäumte Ummantelung eine Dichte im Bereich von 0,3 bis $0,75 \text{ g/cm}^3$ auf, insbesondere für leichtere Materialien wie PE, PP, oder eine Dichte im Bereich von $0,65$ bis $1,8 \text{ g/cm}^3$ auf, insbesondere für schwerere Materialien wie FEP.

[0039] Bevorzugt ist die Ummantelung aus mehreren Zonen, insbesondere zwei oder drei Zonen bestehend aus unterschiedlich (hoch) aufgeschäumten Kunststoffen aufgebaut, wobei bevorzugt die (radial) inneren Zonen mit einem höheren Schäumungsgrad ausgebildet sind (geringere Dichte) als die äußeren Zonen. Die unterschiedlichen Zonen können dabei auch einen Zwischenmantel und einen Außenmantel bilden.

[0040] Alternativ zu der Ausgestaltung der Ummantelung als geschäumter Mantel weist die Ummantelung zumindest ein Abstandselement auf, welches den Übertragungskern bevorzugt unmittelbar umgibt und typischerweise auch an diesem anliegt. Das Abstandselement selbst ist dabei unterbrochen und weist einen hohen Luftanteil auf, ist daher nicht als massives schlauchartiges Element oder mantelförmiges Element ausgebildet. Um dieses Abstandselement kann der Außenmantel angebracht sein, welcher das Abstandselement insbesondere unmittelbar ummantelt. Der Außenmantel ist dabei insbesondere wiederum aus einem massiven Material. Ein zusätzlicher Außenmantel muss jedoch nicht zwingend ausgebildet sein. Es besteht auch die Möglichkeit, dass lediglich das Abstandselement angeordnet ist und/oder dass das Abstandselement selbst einen Mantel bildet. Das Abstandselement selbst besteht aus einem HF-geeigneten Material.

[0041] Das Abstandselement ist nach Art eines schlauchförmigen Elements ausgebildet, beispielsweise eines (Seil-) Schirms oder Geflechts, und um den Übertragungskern angeordnet/gelegt. Vorzugsweise ist das Abstandselement dabei nach Art eines C-Schirms ausgebildet.

[0042] Der Schirm bzw. das schlauchförmige Element weist dabei einen lediglich geringen Überdeckungsgrad im Bereich von vorzugsweise unter 75 % auf. Insbesondere liegt der Überdeckungsgrad im Bereich von 10 % bis 60 %.

[0043] Bei dem schlauchförmigen Element handelt es sich insgesamt um miteinander verbundene (Kunststoff) Fäden oder -Stränge, vorzugsweise um einen Geflechtsschirm, welcher aus einzelnen Kunststofffäden ausgebildet ist. Die Kunststofffäden bestehen dabei wiederum aus dem HF-geeigneten Material.

[0044] In einer weiteren alternativen Ausgestaltung ist das Abstandselement schließlich nach Art eines schlauchartigen, den Übertragungskern umgebenden Gespinst ausgebildet. Dieses besteht dabei vorzugsweise aus massivem oder auch geschäumtem Kunststoff.

[0045] Das zumindest eine Abstandselement allgemein und insbesondere das Gespinst wird dabei zweckdienlicherweise durch Extrusion ausgebildet und ist insbesondere auch durch einen Extrusionsprozess unmittelbar auf den Übertragungskern aufgebracht. Bei dem

Gespinst handelt es sich dabei insbesondere um einzelne Kunststoffstränge, die durch einen speziellen Extrusionsvorgang eine Art Netz bilden. Derartige extrudierte Gespinste werden beispielsweise als Verpackungsmaterialien eingesetzt.

[0046] Grundsätzlich können auch andere den Übertragungskern umgebende, schlauchartige Gebilde herangezogen werden, die einen nur geringen Überdeckungsgrad und damit einen hohen Luftanteil aufweisen. Die Dicke der schlauchartige Elemente und damit die radiale Ausdehnung des Abstandselements liegt dabei insbesondere im Bereich der oben angegebenen Wanddicke der Ummantelung, also insbesondere im Bereich von 0,2 mm bis 2,2 mm.

[0047] Diese Dicke gilt auch für die nachfolgend angeführten Ausführungsvarianten für das Abstandselement.

[0048] Dieses weist gemäß einer alternativen Ausführungsvariante zumindest einen um den Übertragungskern gewendelten Strang insbesondere aus Kunststoff aus einem HF-geeigneten Material auf. Der Kunststoffstrang ist dabei zweckdienlicherweise im Gegensatz zu einer Verseilrichtung des Adernpaares bzw. des Übertragungskerns ausgebildet, sodass der Strang nicht in den Zwickelbereich zwischen den Adern gelangt. Der Strang ist bevorzugt von einem Außenmantel, insbesondere ein schlauchförmig extrudierter Mantel, umgeben.

[0049] Das vorzugsweise aufextrudierte Abstandselement ist dabei allgemein massiv oder aus einem geschäumten Material. Es wird - beispielsweise bei einer Ausbildung als gewendelter Strang - bei der Herstellung insbesondere dadurch erzeugt, dass ein Extruder bzw. ein Extrusionskopf rotiert.

[0050] Zweckdienlicherweise stehen eine Schlaglänge des Übertragungskerns sowie eine Schlaglänge des gewendelten Kunststoffstrangs im Verhältnis einer Primzahl zueinander. Hierdurch werden zuverlässig periodische Störungen vermieden.

[0051] In einer alternativen Ausgestaltung sind die Abstandselemente Teil eines Mantels und sind bevorzugt an einer Innenseite des Mantels radial nach innen abstehend angeordnet. Sie weisen dabei vorzugsweise eine ausreichend große radiale Länge auf, sodass in Umfangsrichtung betrachtet zwischen zwei aufeinander folgenden Abstandselementen ein ausreichender freier Raum ausgebildet ist. Im Querschnitt betrachtet sind die Abstandselemente beispielsweise halbrund, dreieck- oder auch trapezförmig ausgebildet. Allgemein verjüngen sie sich daher in Richtung zum Übertragungskern. Durch diese Ausgestaltung zentrieren und halten die Abstandselemente daher den Übertragungskern zentrisch. Die radiale Länge der Abstandselemente entspricht dabei vorzugsweise wiederum der oben angegebenen Wanddicke der Ummantelung. Sie liegt vorzugsweise im Bereich von dem 0,2 bis 0,8 -fachen der maximalen Wandstärke des Mantels

[0052] Um einen möglichst großen Lufteinschluss zu gewährleisten, sind weiterhin nur einige wenige Abstand-

selemente angeformt. Insbesondere sind lediglich vier, sechs oder maximal acht Abstandselemente um den Innenumfang des Mantels verteilt angeordnet. Die Abstandselemente sind dabei vorzugsweise gleichmäßig verteilt angeordnet. Aus Symmetriegründen ist die Anzahl der Abstandselemente zweckdienlicherweise geradzahlig.

[0053] Um eine möglichst hochgenaue konzentrische Führung des Übertragungskerns, und insbesondere lediglich eines Adernpaares relativ zum Mantel zu gewährleisten, ist der Übertragungskern relativ zum Mantel mit den angeformten Abstandselementen verdreht geführt. Die einzelnen Adern sind daher innerhalb des Mantels wendelartig verlaufend geführt, sodass sie sich periodisch an den einzelnen Abstandselementen abstützen und über diese dadurch zuverlässig zentrisch geführt sind.

[0054] In einer weiteren alternativen Ausgestaltung umfasst die Ummantelung einen Hohlschlauch, in dem der Übertragungskern/das Adernpaar nicht geradlinig gestreckt, sondern vielmehr in Wellen oder zackenförmig geführt ist, sodass insbesondere periodisch wiederkehrende Abstützpunkte des Übertragungskerns an der Innenwandung des Hohlschlauchs ausgebildet sind. Der Übertragungskern liegt daher nur an Scheitelpunkten an.

[0055] Verschiedene Ausgestaltungen eines Datenkabels werden anhand der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang auch mit den nachfolgenden Figuren näher erläutert: Diese zeigen jeweils in schematischen Darstellungen:

- Fig. 1 in einer Querschnittsdarstellung ein Datenkabel mit einem geschäumten Außenmantel,
- Fig. 2 eine Seitenansicht des in Fig. 1 dargestellten Datenkabels mit angedeutetem angeschlagenem Stecker,
- Fig. 3A eine Querschnittsdarstellung eines Datenkabels, bei dem ein Gespinst als Ummantelung mit hohem Luftanteil einen Übertragungskern unmittelbar umgibt und zugleich den Außenmantel definiert,
- Fig. 3B eine Seitenansicht des Datenkabels gemäß Fig. 3A,
- Fig. 4A eine weitere Ausführungsvariante mit einer unmittelbar um den Übertragungskern geschäumte Ummantelung mit zusätzlichem Außenmantel,
- Fig. 4B eine weitere Ausführungsvariante, bei der zur Ausbildung der Ummantelung mit hohem Luftanteil zwischen Übertragungskern und Außenmantel ein im Gegensatz gewendelter Kunststoffstrang angeordnet ist sowie
- Fig. 4C eine Querschnittsdarstellung durch eine weitere Variante, bei der am Außenmantel radial nach innen gerichtete Abstandshalter angeformt sind, welche den Übertragungskern zentrieren.

[0056] Bei sämtlichen nachfolgend beschriebenen Datenkabel 2 handelt es sich um Kabel bevorzugt für eine symmetrische Signalübertragung, bei der über einen Leiter eines Leitungspaares das Signal und über den anderen Leiter eines Leitungspaares ein invertiertes Signal übermittelt wird. Das Datenkabel 2 ist vorzugsweise ein ungeschirmtes Datenkabel 2, weist also keinerlei Abschirmung auf. Es weist einen vergleichsweise einfachen Aufbau auf. Als einen Übertragungskern 4 weist das Datenkabel 2 in den Ausführungsbeispielen lediglich ein einziges Adernpaar auf. Das Adernpaar besteht dabei aus zwei Adern 6, welche jeweils gebildet sind durch einen Leiter 8 und eine diese konzentrisch umgebende Aderisolierung 10. Die beiden Adern 6 sind miteinander mit einer Schlaglänge verseilt, also miteinander verdreht.

[0057] Die Aderisolierung 10 besteht bevorzugt aus Polypropylen und bei dem Leiter 8 handelt es sich insbesondere um einen Litzenleiter. Die Einzeldrähte des Litzenleiters sind insbesondere als Kupferdrähte ausgebildet und vorzugsweise verzinkt.

[0058] Alternativ kann der Übertragungskern 4 durch einen Vierer-Verseilverbund gebildet sein, insbesondere einem sogenannten Sternvierer, bei dem zwei diagonal gegenüberliegende Adern 6 das Adernpaar für die symmetrische Datenübertragung definieren. Die vier Adern 6 sind gemeinsam miteinander verseilt. Die Adern 6 liegen mit ihren Aderisolierungen 10 unmittelbar aneinander an. Im Zentrum kann ein Füllstrang angeordnet sein, um die für eine störungsfreie Signalübertragung gewünschte hohe Symmetrie zu gewährleisten.

[0059] Insgesamt wird mit einem derartigen, ungeschirmten Datenkabel 2 eine hohe Symmetrie angestrebt und verwirklicht, um eine störungsfreie Signalübertragung zu gewährleisten.

[0060] Bei der in der Fig. 1 dargestellten Variante ist der Übertragungskern 4 zunächst unmittelbar von einem Zwischenmantel 12 umgeben, welcher anschließend von einem geschäumten Außenmantel 14 umgeben ist. Weitere Lagen weist das Datenkabel 2 vorzugsweise nicht auf. Bei dem Zwischenmantel 12 handelt es sich vorzugsweise um einen massiven Zwischenmantel 12. Alternativ kann es sich hierbei auch um einen geschäumten Zwischenmantel 12 handeln. Sowohl der Zwischenmantel 12 als auch der Außenmantel 14 werden vorzugsweise durch ein Extrusionsverfahren aufgebracht.

[0061] Der Zwischenmantel besteht beispielsweise aus TPE-S. Im Ausführungsbeispiel besteht der geschäumte Außenmantel 14 aus Polypropylen.

[0062] Aufgrund der geschäumten Ausbildung bildet der Außenmantel 14 eine Ummantelung mit hohem Luftanteil aus. Der Schäumungsgrad beträgt dabei insbesondere zumindest etwa 50 %.

[0063] Der Außenmantel 14 weist eine Wandstärke w_1 auf, welche im Bereich von 0,2 bis 0,8 mm und vorzugsweise im Bereich von 0,5 mm liegt. Der Zwischenmantel 12 weist eine mittlere Wandstärke w_2 auf, welche im Bereich von 0,3 bis 1 mm und insbesondere bei etwa 0,5 mm liegt. Sie ist vorzugsweise etwas größer als die

Wandstärke w_1 des Außenmantels 14. Unter mittlerer Wandstärke w_2 wird hierbei die Differenz der Radien des Übertragungskerns 4 und des Außenradius des Zwischenmantels 12 verstanden, wie sich dies aus Fig. 1 ergibt. Der Zwischenmantel 12 umgibt im Hinblick auf die gewünschte hohe Symmetrie den Übertragungskern 4 streng konzentrisch. Hierbei dringt beim Extrudieren auch Mantelmaterial des Zwischenmantels 12 in die Zwischenbereiche zwischen den beiden Adern 6 ein. Auch der Außenmantel 14 ist streng konzentrisch angeordnet.

[0064] Das gesamte Datenkabel 2 weist einen Außendurchmesser d_1 auf, welcher durch den Außendurchmesser des Außenmantels 14 definiert ist. Weiterhin weist der Zwischenmantel 12 einen Durchmesser d_2 und der Übertragungskern einen Durchmesser d_3 auf. Letzterer liegt üblicherweise im Bereich zwischen 1,5 und 2,2 mm und insbesondere bei etwa 1,8 mm. Der Durchmesser d_2 des Zwischenmantels 12 liegt im Bereich von 2,8 bis 3,4 mm und vorzugsweise bei etwa 3 mm. Der Gesamtaußendurchmesser d_1 liegt etwa 0,8 bis 2 mm und insbesondere etwa 1 mm darüber, sodass sich insgesamt ein Gesamtaußendurchmesser d_1 von etwa 3,6 bis 5,5 mm und vorzugsweise von etwa 4 mm ergibt.

[0065] Von besonderer Bedeutung ist nunmehr, dass der Durchmesser d_2 des Zwischenmantels einem Standard-Außendurchmesser entspricht, wie er für Standard-Stecker bei derartigen Ethernet-Leitungen erforderlich ist, die im automobilen Bereich eingesetzt werden.

[0066] Bei der Konfektionierung eines Steckers 16, wie er beispielsweise in Fig. 2 stark vereinfacht angedeutet ist, wird zunächst lediglich der Außenmantel 14 im Endbereich von beispielsweise wenigen Zentimetern entfernt und das Datenkabel 2 wird lediglich mit dem Zwischenmantel 12 in den Stecker 16 eingeführt. Für die erforderliche Konfektionierung ist dabei vorzugsweise der Außenmantel 14 leicht vom Zwischenmantel 12 trennbar. Dies wird beispielsweise durch unterschiedliche Materialien für diese beiden Mäntel 12, 14 und/oder eine Trennlage zwischen diesen beiden Mänteln 12, 14 erreicht.

[0067] Durch das in den Fig. 1 und 2 beschriebene Datenkabel 2 wird insgesamt der besondere Vorteil erzielt, dass durch die Anordnung des Außenmantels 14 mit dem hohen Luftanteil und der speziellen Dimensionierung des Zwischenmantels 12 auf das Standardmaß von 3 mm eine im Hinblick auf die Signalübertragungsqualität verbessertes Datenkabel 12 bereitgestellt wird und gleichzeitig auf Standard-Konfektionierelemente wie die Stecker 16 zurückgegriffen werden kann. Durch den Außenmantel 14 und der dadurch vergrößerten Dimensionierung und Oberfläche des Datenkabels 2 wird insbesondere ein von außen kommender Energieeintrag einer Störquelle zumindest verringert. Gleichzeitig ist durch den geschäumten Außenmantel 14 der Materialbedarf und das zusätzliche Gewicht möglichst gering gehalten. Die Empfindlichkeit gegenüber dem sogenannten Alien-Next ist daher reduziert.

[0068] Die in den weiteren Figuren dargestellten Aus-

führungsvarianten zeigen Varianten, bei denen die Ummantelung mit dem hohen Luftanteil unmittelbar um den Übertragungskern 4 herum angeordnet ist.

[0069] Bei der Ausführungsvariante der Fig. 3A und 3B bildet diese Ummantelung zugleich einen Außenmantel 18. Das gesamte Datenkabel 2 ist daher lediglich durch den Übertragungskern 4 und dessen Außenmantel 18 gebildet.

[0070] Bei dem Außenmantel 18 handelt es sich insbesondere um ein auf den Übertragungskern 4 aufextrudiertes schlauchförmiges Element in Form eines Gespinstes 20. Charakterisiert wird dieser Außenmantel 18 daher durch einander kreuzende einzelne Stränge, die also beispielsweise gitterförmig ausgebildet sind und zwischen sich freie Lufträume 22 einschließen. Als Material für das Gespinst 20 wird hierbei ein massiver oder auch ein geschäumter HF-geeigneter Kunststoff verwendet. Derartige extrudierte Gespinnste sind als Verpackungsmaterialien bekannt. Sie werden durch zwei gegenläufig rotierende Lochscheiben in einem Extruder erzeugt. Zur Ausbildung werden insbesondere zwei gegenläufige sogenannte D-Umspinnungen an den Kreuzungspunkten miteinander verklebt.

[0071] Die Adern 6 des Übertragungskerns 4 sind grundsätzlich geeignet, auch ohne einen massiven Außenmantel verwendet zu werden. Dies macht sich die Ausführungsvariante der Fig. 3A, 3B zunutze, da ein zusätzlicher Schutz durch einen massiven Außenmantel nicht zwingend erforderlich ist. Gleichzeitig wird durch den als Ummantelung mit hohem Luftanteil ausgebildeten Außenmantel 18 eine verbesserte Datenübertragung aufgrund einer geringeren Signaldämpfung erreicht.

[0072] Die Dimensionen des Datenkabels 2 sind wiederum vergleichbar mit denen gemäß der Fig. 1. Dabei ist der Übertragungskern 4 identisch ausgebildet und der Außenmantel 18 weist dabei einen Durchmesser d2 auf, welcher dem Durchmesser d2 des Zwischenmantels 12 bei der Ausführungsvariante der Fig. 1 entspricht. Der Außenmantel 18 gemäß der Fig. 3A weist daher einen Durchmesser d2 von etwa 3 mm auf, so dass das Datenkabel 2 für Standard-Stecker 16 geeignet ist.

[0073] Durch das Gespinst 20 ist insgesamt ein Abstandselement gebildet. Durch dieses Gespinst 20 ist also ein Abstandshalter zu beispielsweise benachbarten Datenkabeln 2 oder auch Grundpotentialen (Karosserie) und sonstigen Komponenten ausgebildet. Durch die Ausbildung des Außenmantels 18 als Gespinst wird im Vergleich zu massiven Außenmanteilen Material und Gewicht eingespart.

[0074] Bei der weiteren Ausführungsvariante gemäß den Fig. 4A, 4B, 4C ist die Ummantelung mit hohem Luftanteil ergänzend noch von einem insbesondere massiven Außenmantel 24 umgeben.

[0075] Bei der Ausführungsvariante gemäß der Fig. 4A ist dabei ein geschäumter Zwischenmantel 26 konzentrisch auf den Übertragungskern 4 aufgebracht, bevor dieser von einem vorzugsweise massiven Außenmantel 24 umgeben ist.

[0076] Bei der Fig. 4B ist zur Ausbildung der Ummantelung mit dem hohen Luftanteil ein Kunststoffstrang 28 angebracht, welcher wendelförmig um den Übertragungskern 4 angeordnet ist und somit den Außenmantel 24 auf Abstand zum Übertragungskern 4 hält. Der Zwischenraum zwischen dem Übertragungskern 4 und Außenmantel 24 ist durch den freien Luftraum 22 gebildet. Durch das Aufbringen des Kunststoffstrangs 28 im Gegenschlag zur Verseilrichtung der Adern 6 wird zuverlässig ein Einsinken des Kunststoffstrangs 28 in einem Zwickelbereich zwischen den Adern 6 vermieden. Hierdurch wird die gewünschte hohe Symmetrie gewährleistet. Auf diese mit dem Kunststoffstrang 28 versehenen Übertragungskern 4 wird anschließend der Außenmantel 24 als vorgefertigter Schlauch aufgeschlachtet. Insgesamt ist bei dieser Ausführungsvariante ein sehr geringer Materialeinsatz bei gleichzeitig hohem Luftanteil in der Ummantelung ermöglicht.

[0077] Alternativ zu der Ausführung des Kunststoffstrangs 28 als Abstandselement ist in hier nicht näher dargestellter Weise ein schlauchartiges Element, ähnlich beispielsweise wie das Gespinst 20, um den Übertragungskern 4 angebracht. Hierbei kann es sich um das in Fig. 3B gezeigte Gespinst 20 oder auch um ein Geflecht oder sonstiges schlauchartiges Gebilde mit freien Lufträumen 22 handeln. Insbesondere wird ein sogenannter C-Schirm als Geflecht aus Kunststofffäden aufgebracht. Auch hier wird der Außenmantel 24 bevorzugt in einer Schlauch- oder Halbschlauchextrusion aufgebracht.

[0078] Fig. 4C zeigt eine Ausführungsvariante, bei der einzelne Abstandselemente 30 am Außenmantel 24 radial nach innen erstreckend angeformt sind. Die Abstandselemente 30 verjüngen sich dabei in Richtung zum Übertragungskern 4, sodass sie eine vorzugsweise gerundete Spitze aufweisen, sodass sie die Adern 6 möglichst nur punktförmig kontaktieren. Zur Ausbildung der Abstandselemente 30 sind in einem Extrusionsmundstück, welches für die Extrusion des Außenmantels 24 herangezogen wird, entsprechende Ausbuchtungen eingearbeitet. Diese Ausbuchtungen bleiben beim Herstellungsprozess an der identischen Stelle. Gleichzeitig dreht sich aufgrund der Verseilung das Adernpaar, sodass durch die Verdrehung des Adernpaares dieses exakt in der Mitte des Außenmantels 24 geführt ist. Es kann dabei nicht in die Lücken im Außenmantel 24 hineinrutschen.

[0079] Um einen möglichst hohen Luftanteil zu erreichen, sind dabei zweckdienlicherweise nur wenige Abstandselemente 30, insbesondere maximal acht und vorzugsweise lediglich vier Abstandselemente 30 verwendet. Im Hinblick auf die gewünschte hohe Symmetrie ist dabei eine geradzahlige Anzahl verwendet. Diese Ausführungsform ist herstellungstechnisch auf herkömmlichen Extrudern fertigbar, zeichnet sich durch eine hohe mechanische Stabilität sowie wie gute Verarbeitbarkeit aus, da für die Konfektionierung eines Steckers 16 keine zusätzlichen Arbeitsschritte erforderlich sind. Der Durch-

messer des Außenmantels 24 entspricht dabei vorzugsweise wiederum dem Standard-Durchmesser von etwa 3 mm.

[0080] Schließlich kann in einer alternativen, hier nicht näher dargestellten Ausführungsvariante der Außenmantel als ein Hohlschlauch ausgeführt sein, in den das verseilte Aderpaar wellen- oder zickzackförmig abgelegt ist. Dadurch liegt der Übertragungskern 4 nur an den Scheitelpunkten der wiederkehrenden Verformung am Außenmantel an.

[0081] Bei den hier beschriebenen Ausführungsvarianten wird ein HF-geeignetes Material für die jeweilige Ummantelung gewählt. Bei den Ausführungsvarianten mit dem geschäumten Mantel wird Gas bzw. Luft quasi als Einschlüsse entweder durch chemische oder physikalische Schäumungsprozesse eingebracht. Insbesondere bei der Ausführungsvariante der Fig. 1 weist der geschäumte Außenmantel 14 zumindest noch eine dünne Skin-Schicht gegen mechanische Beanspruchungen auf. Diese Skin-Schicht ist dicht. Zum Herstellen des geschäumten Mantels wird eine Extrusionslinie mit der Möglichkeit zum physikalischen Schäumen oder ein mit Treibmitteln versehenes Mantelmaterial bei der Extrusion eingesetzt.

[0082] Das hier beschriebene Datenkabel 2 wird - beispielsweise mit weiteren Kabeln oder Leitungen in einem gemeinsamen Kabelbaum - in einem Kraftfahrzeug als Teil des Bordnetzes eingesetzt.

Bezugszeichenliste

[0083]

2	Datenkabel
4	Übertragungskern
6	Adern
8	Leiter
10	Aderisolierung
12	Zwischenmantel
14	Außenmantel
16	Stecker
18	Außenmantel
20	Gespinst
22	freier Luftraum
24	Außenmantel
26	geschäumter Zwischenmantel
28	Kunststoffstrang
30	Abstandselement
d1	Außendurchmesser
d2	Durchmesser
w1	Wandstärke
w2	Wandstärke

Patentansprüche

1. Datenkabel (2) mit einem Übertragungskern (4), der

ein einziges verseiltes Aderpaar oder vier zu einer Viererverseilung verseilte Adern aufweist und eine jede Ader (6) einen von einer Aderisolierung (10) ummantelten Leiter (8) umfasst, wobei der Übertragungskern (4) umgeben ist von einer Ummantelung (14, 18, 26, 20) mit hohem Luftanteil, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die Ummantelung (14, 18, 20, 26) mit hohem Luftanteil gebildet ist durch einen geschäumten Mantel (14, 26), wobei der geschäumte Mantel (14, 26) entweder unter Zwischenlage eines Zwischenmantels (12) als Außenmantel (14) angeordnet ist oder unmittelbar um den Übertragungskern (4) angebracht und von einem zusätzlichen Außenmantel umgeben ist oder

- **dass** die Ummantelung (18, 20) mit hohem Luftanteil gebildet ist durch zumindest ein Abstandselement (18, 20), welches einen Mantelringraum mit freien Lufträumen (22) um den Übertragungskern (14) definiert und als ein schlauchartiges Element (20) ausgebildet ist, welches den Übertragungskern (4) umgibt.

2. Datenkabel (2) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Ummantelung (14) sich vom Zwischenmantel (12) abisolieren lässt und hierzu die Ummantelung (14) und der Zwischenmantel (12) aus unterschiedlichen Materialien bestehen, die sich nicht oder nur wenig miteinander verbinden und/oder zwischen der Ummantelung (14) und dem Zwischenmantel (12) ein Trennmittel eingebracht ist.

3. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem endseitig ein Stecker (16) angeschlagen ist und die Ummantelung (14) vor dem Stecker (16) entfernt ist und nur der Zwischenmantel (12) in den Stecker (16) hineingeführt ist.

4. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die geschäumte Ummantelung (14, 26) zumindest auf einer Außenseite eine geschlossene Skin-Schicht aufweist.

5. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das schlauchartige Element (20) einen Außenmantel (18) bildet.

6. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das schlauchartige Element (20) auf den Übertragungskern (4) aufextrudiert und insbesondere als ein auf den Übertragungskern aufextrudiertes Gespinst (20) ausgebildet ist.

7. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Verhältnis zwischen einem Dielektrizitätswert der Aderisolierung (10) und der Um-

mantelung im Bereich von 1,4 bis 1,8 und insbesondere bei etwa 1,5 liegt.

8. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Aderisolierung (10) einen Dielektrizitätswert im Bereich von 2,0 bis 2,6 und die Ummantelung (18, 26) einen Dielektrizitätswert im Bereich von 1,4 bis 1,7 aufweist. 5
9. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Ummantelung (14, 18, 26) eine Wanddicke (w1) im Bereich von 0,25 mm bis 2,2 mm aufweist. 10
10. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Ummantelung (14, 26) einen Schäumungsgrad im Bereich von 25 % bis 80 %, insbesondere von etwa 50 % aufweist. 15
11. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Ummantelung (14, 18, 26) aus einem HF-geeigneten unpolaren Material besteht, beispielsweise aus PE, PP, TPES, FEP. 20
12. Datenkabel (2) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem der geschäumte Mantel eine Dichte im Bereich von 0,3 bis 0,75 g/cm³ für leichtere Materialien wie PE, PP, oder eine Dichte im Bereich von 0,65 bis 1,8 g/cm³ für schwerere Materialien wie FEP aufweist. 25
13. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Mantel aus mehreren Zonen, insbesondere zwei oder drei Zonen unterschiedlich aufgeschäumter Kunststoffe besteht, wobei bevorzugt die inneren Zonen mit einem höheren Schäumungsgrad ausgebildet sind als die äußeren Zonen. 30
14. Datenkabel (2) nach dem vorhergehenden Anspruch bei dem das schlauchartige Element (20) einen geringen Überdeckungsgrad im Bereich von unter 75 % aufweist, insbesondere im Bereich von 10 % bis 60 %, bevorzugt unter 50 %. 35
15. Kraftfahrzeug mit einem Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 40

Claims

1. Data cable (2) with a transmission core (4), which has a single stranded conductor pair or four conductors stranded together to form a quad stranding and each conductor (6) comprises a line (8) which is sheathed by conductor insulation (10), wherein the transmission core (4) is surrounded by a sheathing (14, 18, 26, 20) with a high proportion of air, **characterized** 55

- **in that** the sheathing (14, 18, 20, 26) is formed with a high proportion of air by a foamed sheath (14, 26), wherein the foamed sheath (14, 26) is either arranged as an outer sheath (14) with an intermediate sheath (12) interposed or is provided directly around the transmission core (4) and is surrounded by an additional outer sheath or - **in that** the sheathing (18, 20) is formed with a high proportion of air by at least one spacer element (18, 20), which defines an annular sheath space with air gaps (22) around the transmission core (4) and is formed as a tube-like element (20), which surrounds the transmission core (4).

2. Data cable (2) according to the preceding claim, in which the sheathing (14) can be stripped from the intermediate sheath (12) and for this purpose the sheathing (14) and the intermediate sheath (12) consist of different materials which do not bond to one another, or only a little, and/or a release agent is incorporated between the sheathing (14) and the intermediate sheath (12). 20
3. Data cable (2) according to one of the preceding claims, in which a connector (16) is fitted at the end and the sheathing (14) ahead of the connector (16) is removed and only the intermediate sheath (12) is led into the connector (16). 25
4. Data cable (2) according to one of the preceding claims, in which the foamed sheathing (14, 26) has a closed skin layer, at least on an outer side. 30
5. Data cable (2) according to one of the preceding claims, in which the tube-like element (20) forms an outer sheath (18). 35
6. Data cable (2) according to one of the preceding claims, in which the tube-like element (20) is extruded onto the transmission core (4) and in particular is formed as a spunbonded fabric extruded onto said transmission core. 40
7. Data cable (2) according to one of the preceding claims, in which the ratio between a dielectric value of the conductor insulation (10) and the sheathing lies in the range from 1.4 to 1.8 and in particular at approximately 1.5. 45
8. Data cable (2) according to one of the preceding claims, in which the conductor insulation (10) has a dielectric value in the range from 2.0 to 2.6 and the sheathing (18, 26) has a dielectric value in the range from 1.4 to 1.7. 50
9. Data cable (2) according to one of the preceding claims, in which the sheathing (14, 18, 26) has a wall thickness (w1) in the range from 0.25 mm to 2.2 mm. 55

10. Data cable (2) according to one of the preceding claims, in which the sheathing (14, 26) has a degree of foaming in the range from 25% to 80%, in particular of approximately 50%.
11. Data cable (2) according to one of the preceding claims, in which the sheathing (14, 18, 26) consists of an HF-compatible, nonpolar material, for example of PE, PP, TPES, FEP.
12. Data cable (2) according to the preceding claim, in which the foamed sheath has a density in the range from 0.3 to 0.75 g/cm³ for relatively lightweight materials such as PE, PP, or a density in the range from 0.65 to 1.8 g/cm³ for relatively heavy materials such as FEP.
13. Data cable (2) according to one of the preceding claims, in which the sheath consists of a number of zones, in particular two or three zones, of differently foamed plastics, wherein the inner zones are preferably formed with a greater degree of foaming than the outer zones.
14. Data cable (2) according to the preceding claim, in which the tube-like element (20) has a small degree of coverage in the range of below 75%, in particular in the range from 10% to 60%, preferably below 50%.
15. Motor vehicle with a data cable (2) according to one of the preceding claims.

Revendications

1. Câble de données (2) avec une âme conductrice (4), qui comporte une seule paire de fils ou quatre fils toronnés en toronnage quadruple et chaque fil (6) comprend un conducteur (8) enveloppé d'une isolation de fil (10), l'âme conductrice (4) étant entourée d'une gaine (14, 18, 26, 20) à part d'air élevée, **caractérisé**
 - en ce que la gaine (14, 18, 20, 26) à part d'air élevée est formée d'une enveloppe expansée (14, 26), l'enveloppe expansée (14, 26) étant placée sous intercalage d'une enveloppe intermédiaire (12) en tant qu'enveloppe extérieure (14) ou étant montée directement autour de l'âme conductrice (4) et étant entourée d'une enveloppe extérieure supplémentaire ou
 - en ce que la gaine (18, 20) à part d'air élevée est formée par au moins un élément espaceur (18, 20), lequel définit un espace annulaire d'enveloppe avec des espaces d'air (22) libres autour de l'âme conductrice (14) et est conçu sous la forme d'un élément en forme de flexible (20), lequel entoure l'âme conductrice (4).

2. Câble de données (2) selon la revendication précédente, sur lequel la gaine (14) peut se dénuder de l'enveloppe intermédiaire (12) et à cet effet, la gaine (14) et l'enveloppe intermédiaire (12) sont constituées de matières différentes, qui ne se lient pas ou uniquement dans une faible mesure l'une à l'autre et/ou un agent séparateur est intégré entre la gaine (14) et l'enveloppe intermédiaire (12).
3. Câble de données (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, sur lequel sur le côté extrémité est accroché un connecteur (16) et la gaine (14) est éloignée du connecteur (16) et seule l'enveloppe intermédiaire (12) est introduite dans le connecteur (16).
4. Câble de données (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, sur lequel sur au moins une face extérieure, la gaine expansée (14, 26) comporte une couche d'enveloppe fermée.
5. Câble de données (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, sur lequel l'élément en forme de flexible (20) forme une enveloppe extérieure (18).
6. Câble de données (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, sur lequel l'élément en forme de flexible (20) est extrudé sur l'âme conductrice (4) et est conçu notamment sous la forme d'un cocon (20) extrudé sur l'âme conductrice.
7. Câble de données (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, sur lequel le rapport entre une valeur diélectrique de l'isolation de fil (10) et de la gaine se situe dans l'ordre de 1,4 à 1,8 et notamment à environ 1,5.
8. Câble de données (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, sur lequel l'isolation de fil (10) présente une valeur diélectrique de l'ordre de 2,0 à 2,6 et la gaine (18, 26) présente une valeur diélectrique de l'ordre de 1,4 à 1,7.
9. Câble de données (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, sur lequel la gaine (14, 18, 26) présente une épaisseur de paroi (w1) de l'ordre de 0,25 mm à 2,2 mm.
10. Câble de données (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, sur lequel la gaine (14, 26) présente un taux d'expansion de l'ordre de 25 % à 80 %, notamment d'environ 50 %.
11. Câble de données (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, sur lequel la gaine (14, 18, 26) est constituée d'une matière non polaire, adaptée à la HF par exemple de PE, de PP, de TPE-

S, de FEP.

12. Câble de données (2) selon la revendication précédente, sur lequel l'enveloppe expansée présente une densité de l'ordre de 0,3 à 0,75 g/cm³ pour des matières assez légères comme le PE, le PP, ou une densité de l'ordre de 0,65 à 1,8 g/cm³ pour des matières assez lourdes, comme le FEP. 5
13. Câble de données (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, sur lequel l'enveloppe est constituée de plusieurs zones, notamment de deux ou trois zones de matières plastiques différemment expansées, sachant que de préférence, les zones intérieures sont conçues avec un taux d'expansion plus élevé que les zones extérieures. 10 15
14. Câble de données (2) selon la revendication précédente, sur lequel l'élément en forme de flexible (20) présente un faible taux de recouvrement de l'ordre de moins de 75 %, notamment de l'ordre de 10 % à 60 %, de préférence de moins de 50 %. 20
15. Véhicule automobile comportant un câble de données (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes. 25

30

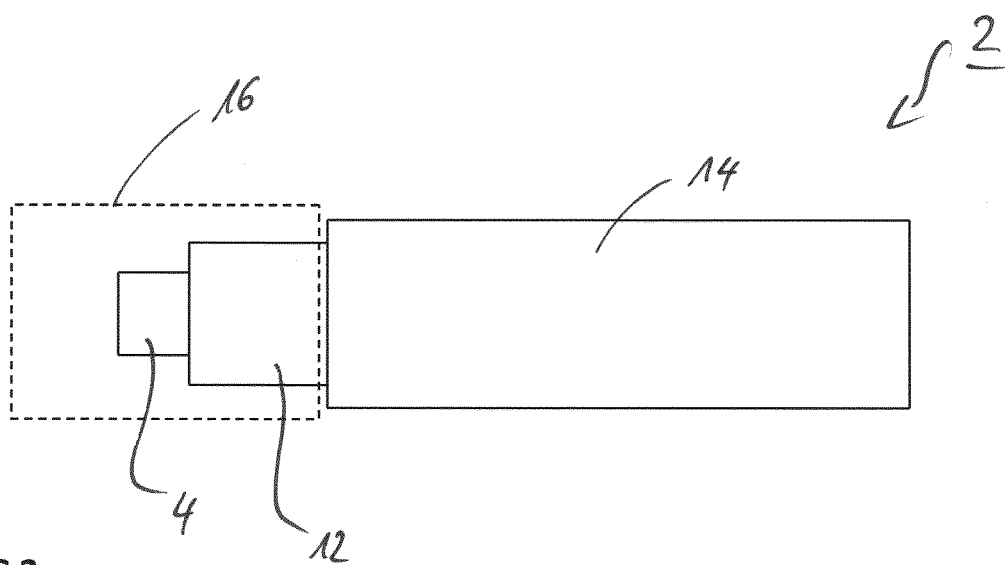
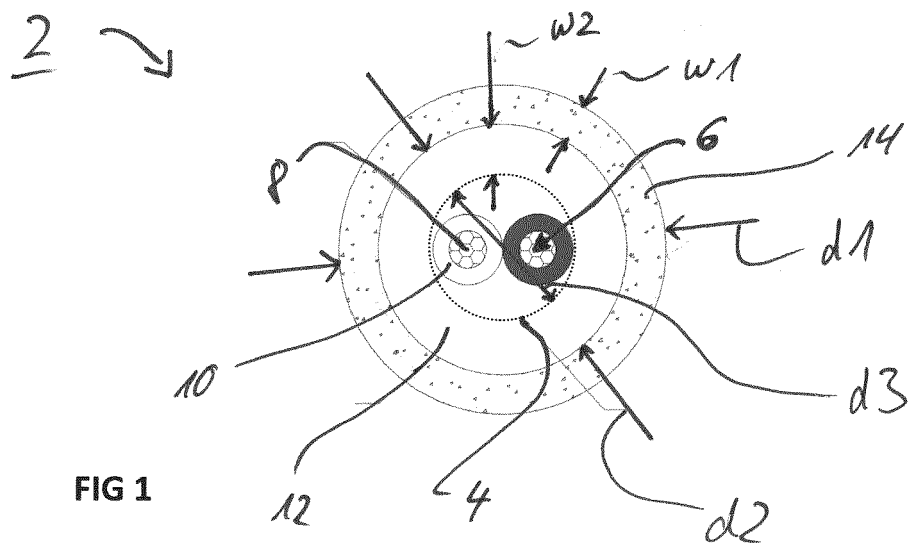
35

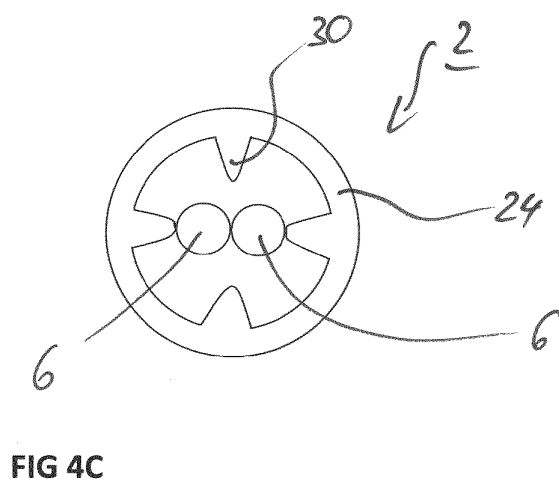
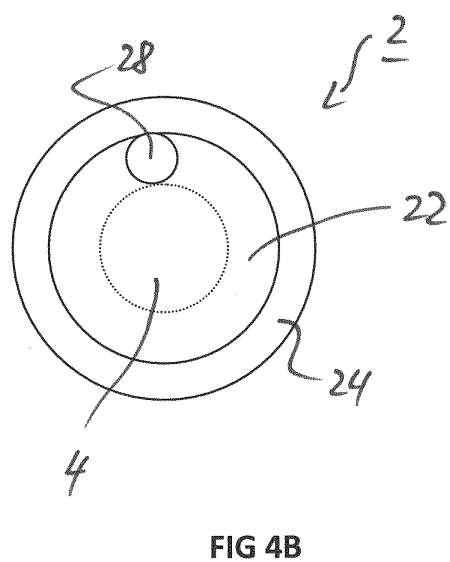
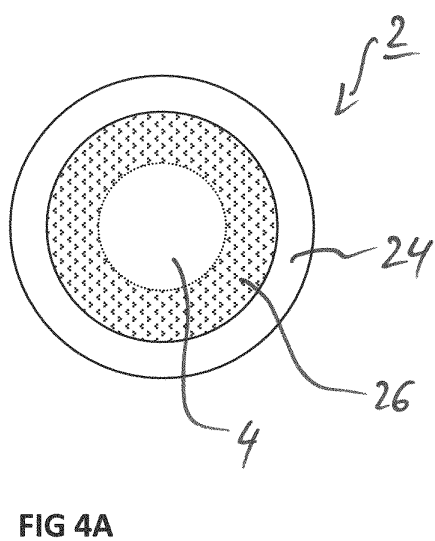
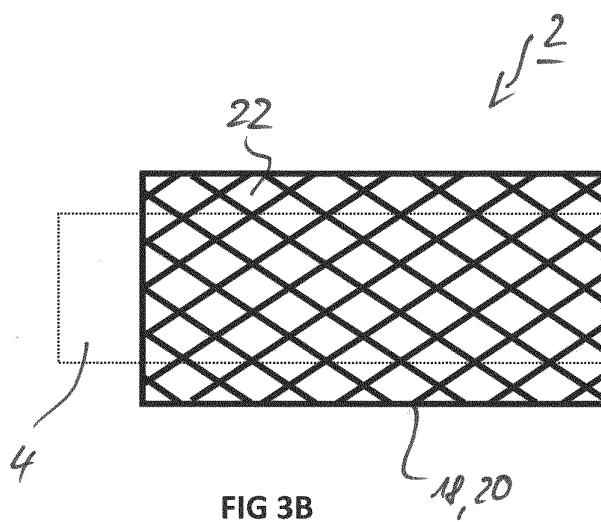
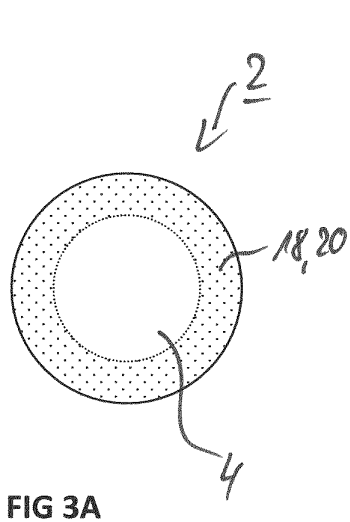
40

45

50

55





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20110005806 A1 [0006]
- US 20060169479 A1 [0007]
- DE 19940229 A1 [0008]