



(11) **EP 3 369 099 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**16.12.2020 Patentblatt 2020/51**

(51) Int Cl.:  
**H01B 7/18 (2006.01) H01B 11/10 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **16798654.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2016/075999**

(22) Anmeldetag: **27.10.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2017/072265 (04.05.2017 Gazette 2017/18)**

(54) **ELEKTRISCHE LEITUNG**

ELECTRIC CABLE

LIGNE ÉLECTRIQUE

(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: **28.10.2015 DE 102015221108**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.09.2018 Patentblatt 2018/36**

(73) Patentinhaber: **LEONI Kabel GmbH**  
**91154 Roth (DE)**

(72) Erfinder:  
• **KÖPPENDÖRFER, Erwin**  
**91126 Schwabach (DE)**  
• **PÖHMERER, Rainer**  
**90610 Winkelhaid (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A1-2013/159824 US-A- 5 208 426**

**EP 3 369 099 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 eine elektrische Leitung, insbesondere Datenleitung mit einem von einer Schirmung umgebenen Übertragungskern, wobei der Übertragungskern konzentrisch von einem Leitungsmantel umgeben ist.

**[0002]** Elektrische Leitungen weisen häufig eine Schirmung auf. Speziell bei Datenleitungen dient diese Schirmung zur Abschirmung gegen äußere Störeinflüsse auf die Signalübertragung innerhalb des Übertragungskerns. Ein Datenübertragungskabel mit einer Schirmung ist aus der Druckschrift WO 2013/159824 A1 bekannt. Gleichzeitig dient eine derartige Schirmung auch zur Abschirmung nach außen, sodass also von dem Übertragungskern keine Störfelder in die Umwelt austreten. Derartige Schirmungen sind speziell auch bei Leitungen zur Leistungsübertragung, speziell beispielsweise bei Hochvolt - Leitungen erforderlich.

**[0003]** Die Schirmung ist regelmäßig als ein elektrisch leitfähiges Element ausgebildet, welches den Leitungskern umgibt. Dabei stehen vielfältige Schirmvarianten zur Verfügung, wie beispielsweise Folienschirme, Geflechschirme (C-Schirme) oder Wendelschirme (D-Schirme) oder Kombinationen hiervon. Für die Wirksamkeit der Schirmung ist es dabei erforderlich, dass die Schirmung eine hohe Leitfähigkeit aufweist und in einem Anschlussbereich, wo also die elektrische Leitung mit einer elektrischen Komponente wie beispielsweise einen Stecker oder auch einem elektrischen Gerät, verbunden ist, mit einem Bezugspotential, beispielweise Massepotential elektrisch kontaktiert ist. Dies ist bei der Konfektionierung mit einem erhöhten Aufwand verbunden. Ein nicht oder nicht optimal mit dem Bezugspotential kontaktierter Schirm zeigt nur eine schlechte Schirmwirkung oder führt sogar zu zusätzlichen Störeinflüssen im Vergleich zu einer ungeschirmten Leitung.

**[0004]** Bei Leitungen, die häufigen Biegewechselbeanspruchungen ausgesetzt sind ist weiterhin ein Kompromiss zwischen guter Schirmwirkung und geringer Steifigkeit zu wählen.

**[0005]** Bei Datenleitungen sind neben geschirmten Leitungen auch sogenannte ungeschirmte Datenleitungen bekannt. Häufig sind hierzu verdrehte Aderpaare ohne Schirmung vorgesehen, die für eine symmetrische Datenübertragung herangezogen werden (sogenannte unshielded twisted pair, UTP). Derartige ungeschirmte Datenleitungen werden speziell bei low-cost Anwendungen beispielsweise auch im Kraftfahrzeugbereich eingesetzt und bei solchen Anwendungen, bei der keine übermäßig hohen Anforderungen an die Datenübertragungsqualität und insbesondere Geschwindigkeit (Frequenz der übertragenen Datensignale) gestellt werden.

**[0006]** Häufig werden symmetrische Datenleitungen für eine symmetrische Datenübertragung eingesetzt. Bei dieser wird über eine erste Ader ein Signal und über eine zweite Ader das invertierte Signal übermittelt und beide Signale gemeinsam ausgewertet. Zwei Adern bilden da-

bei ein jeweiliges Aderpaar für eine symmetrische Datenübertragung.

**[0007]** Es werden zukünftig vermehrt Datenübertragungssysteme speziell für einpaarige Datenleitungen ohne Schirmung verlangt. Durch die Beschränkung z.B. auf ein Paar und den Entfall der Schirmung werden sowohl Bauraum als auch Gewicht und Leitungskosten reduziert. Dasselbe gilt in ähnlicher Weise auch für den Stecker und den Konfektionsprozess. Besonders im Automobilbereich werden solche Übertragungssysteme gewünscht, da hier der Bauraum begrenzt ist und durch Gewichtseinsparung sowohl das Fahrverhalten verbessert als auch der Kraftstoff- bzw. Energiebedarf im Fahrbetrieb reduziert werden kann.

**[0008]** Allerdings liegen in einem Kabelkanal oder in einem Bordnetz eine Vielzahl von Leitungen dicht gepackt direkt aneinander. Durch die geringen Abstände wird ein Störsignal von der einen Leitung (Aggressor/Sender) auf die andere Leitung (OpferEmpfänger) überkoppeln (sogenanntes Fremdnebensprechen).

**[0009]** Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine elektrische Leitung mit einer Schirmung anzugeben, die kostengünstig herzustellen ist und gleichzeitig eine im Vergleich zu den herkömmlichen Leitungen verbesserte Schirmwirkung erzielt.

**[0010]** Die Aufgabe wird gemäß Erfindung gelöst durch eine elektrische Leitung mit dem Merkmal des Anspruchs 1. Die elektrische Leitung weist dabei einen Übertragungskern auf, welcher von einer Schirmung umgeben ist. Der Übertragungskern insgesamt ist von einem Leitungsmantel konzentrisch umgeben. Der Leitungsmantel selbst ist nunmehr zweilagig ausgebildet und weist eine äußere Lage aus einem elektrisch isolierenden Kunststoff, sowie eine darunter angeordnete zweite Lage aus einem halbleitfähigen Material auf.

**[0011]** Diese Ausgestaltung geht grundsätzlich von der Überlegung aus, dass durch äußere Störfelder hervorgerufene Störströme über die Schirmung in Längsrichtung der Leitung abgeleitet werden. Für eine effektive Schirmwirkung ist dabei herkömmlich ein zuverlässiger Abfluss der Störströme und insbesondere eine gute Kontaktierung des Schirmes mit Bezugspotential, beispielsweise mit Massepotential im Bereich eines Anschlusses (Stecker oder Gerät) erforderlich.

**[0012]** Der besondere Vorteil der hier vorgestellten Maßnahme mit der zweiten Lage aus einem halbleitfähigen Material besteht nunmehr darin, dass anstelle eines derartigen Ableitens der Störströme diese zumindest teilweise bereits innerhalb der zweiten Lage aufgrund deren geringen Leitfähigkeit gedämpft werden. Die Energie der Störströme wird daher zumindest teilweise und vorzugsweise vollständig in der zweiten Lage verbraucht. Diese bildet daher insofern einen "Sumpf" für Störfelder, insbesondere äußere HF-Störfelder.

**[0013]** Ergänzend dient die äußere, herkömmliche Isolierlage zur Isolierung gegenüber der Umgebung.

**[0014]** Durch die zweite halbleitende Lage ist daher insgesamt die Schirmeffektivität gegenüber herkömmli-

chen ungeschirmten Leitungen verbessert. Gleichzeitig ist eine derartige zweite Lage aus halbleitfähigem Material kostengünstig und in einfacher Weise aufzubringen.

**[0015]** Speziell wird die zweite Lage durch Extrusion, insbesondere durch Schlauchextrusion auf den Übertragungskern oder auch auf eine den Kern umgebende Schirmlage aufgebracht.

**[0016]** Weiterhin weist der halbleitfähige Mantel eine Wanddicke auf, die um den Umfang des Übertragungskerns insbesondere konstant ist. Die Wanddicke liegt zweckdienlicherweise im Bereich zwischen 0,05 mm bis 1,2 mm und insbesondere im Bereich von 0,1 mm bis 0,3 mm. Speziell wird eine Wanddicke von 0,2 mm im Falle eines beispielsweise extrudierten halbleitfähigen Mantels gewählt.

**[0017]** Der halbleitfähige Mantel weist alternativ oder ergänzend zum extrudierten Mantel eine insbesondere aufbandierte Folie und/oder ein Vlies und/oder einzelne, insbesondere nach Art einer Wicklung aufgebrachte Drähte mit entsprechend geringer Leitfähigkeit auf. Bei Verwendung einer Folie oder auch eines Vlieses liegt die Wandstärke typischerweise etwas unter den zuvor angegebenen 0,2 mm. Im Falle einer Folie wird beispielsweise eine geeignet geschlitzte Folie, insbesondere metallkaschierte Kunststoffolie verwendet. Durch die Schlitzte wird die geringe Leitfähigkeit eingestellt.

**[0018]** Bevorzugt ist weiterhin auch die äußere Lage aus dem isolierenden Kunststoff durch Extrusion aufgebracht. Die beiden Lagen werden dabei insbesondere durch Koextrusion aufgebracht.

**[0019]** Alternativ zu der Extrusion der zweiten Lage wird diese beispielsweise durch eine Bandierung aufgebracht. In jedem Fall erstrecken sich der Leitungsmantel sowie die zweite Lage kontinuierlich über die gesamte Länge der Leitung.

**[0020]** Bei der äußeren Lage handelt es sich insbesondere um einen Außenmantel der elektrischen Leitung, die von keinem weiteren Mantel konzentrisch umgeben ist.

**[0021]** Mehrere derartige elektrische Leitungen können zu einem Kabel oder Leitungsbündel zusammengefasst sein.

**[0022]** Bei dem Übertragungskern handelt es sich allgemein um einen elektrischen Übertragungskern, welcher vorzugsweise zur Datenübertragung oder alternativ zur Übertragung von elektrischer Leistung ausgebildet ist.

**[0023]** Unter halbleitfähiges Material wird vorliegend allgemein ein Material verstanden, dessen Leitfähigkeit deutlich geringer als die von Metallen ist, wie dies bei herkömmlichen Schirmlagen der Fall ist. Speziell ist die Leitfähigkeit um zumindest den Faktor 10, vorzugsweise um zumindest den Faktor 100 oder auch 1000 bis hin zum Faktor  $10^6$  geringer als die Leitfähigkeit von reinem Kupfer (jeweils bei 20°C).

**[0024]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist der Leitungsmantel unterhalb der zweiten Lage, also in Richtung zum Übertragungskern hin, eine leitfähige Lage

auf, welche an der zweiten Lage elektrisch kontaktierend anliegt.

**[0025]** Diese Ausgestaltung beruht auf der Überlegung, dass speziell bei höherfrequenten Störfeldern diese den Leitungsmantel und auch die zweite Lage durchdringen können, dass diese also in der zweiten Lage nur teilweise gedämpft werden. Diese Anteile der Störfelder treffen dann auf die leitfähige Lage auf und erzeugen in dieser Störströme. Aufgrund des Skin-Effektes verlaufen diese an der Außenseite der leitfähigen Lage und dringen daher wieder in die zweite Lage ein und werden dort weiter gedämpft. Insgesamt wird dadurch die über die Störfelder eingebrachte Energie möglichst vollständig in der zweiten Lage aufgebraucht.

**[0026]** Diese leitfähige Lage ist dabei in zweckdienlicher Weise als eine kostengünstig herzustellende und aufzubringende Folie ausgebildet. Sofern hier von leitfähiger Lage gesprochen wird, so wird hierunter allgemein eine Leitfähigkeit im Bereich von Metallen verstanden. Bei der leitfähigen Folie handelt es sich dabei typischerweise um eine übliche Schirmfolie, die häufig als eine metallkaschierte Kunststoffolie, speziell eine Alu kaschierte Kunststoffolie oder auch als Kupferolie ausgebildet ist. Die Alu-Schicht kann dabei ein oder auch beidseitig auf der Trägerfolie aufbracht sein. Die Gesamtdicke einer derartigen Folie liegt typischerweise im Bereich zwischen 20 bis 100  $\mu\text{m}$ , wobei die Dicke der zumindest einen Metallschicht zumindest etwa 7  $\mu\text{m}$  oder zumindest 10  $\mu\text{m}$  und beispielsweise bis hin zu 30 oder auch bis hin zu 50  $\mu\text{m}$  beträgt. Derartige vergleichsweise dünne Metallschichten im Bereich von 7 bis 20  $\mu\text{m}$  sind für den hier angestrebten Anwendungsfall ausreichend.

**[0027]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist zusätzlich zum Leitungsmantel, d.h. insbesondere zusätzlich zu der zweiten Lage und der leitfähigen Lage, keine weitere Schirmlage vorgesehen. Eine derartige elektrische Leitung besteht daher aus dem Übertragungskern, einer diesen gegebenenfalls umgebende Folie als leitfähige Lage, der zweiten Lage aus halbleitfähigem Material sowie der äußere Isolierlage.

**[0028]** Eine derartige Leitung ist insbesondere als Ersatz von bisher ungeschirmten Datenleitungen, beispielsweise ungeschirmte verdrehte Datenleitungen (UTP-Leitungen) verwendet. Durch die Schirmwirkung der aufextrudierten zweiten Lage aus halbleitfähigem Material und der damit einhergehenden Dämpfung von unerwünschten Störströmen wird eine erhebliche Verbesserung bei der Datenübertragung erzielt.

**[0029]** Durch die Dämpfung der Störströme in der zweiten Lage wird dabei die eingetragene Störenergie vorzugsweise vorständig innerhalb der zweiten Lage verbraucht. Allgemein wird ergänzend der besondere Vorteil erzielt, dass für die angestrebte Schirmwirkung - anders als bei herkömmlichen Schirmen - keine Kontaktierung der Schirmung im Anschlussbereich erforderlich ist.

**[0030]** In zweckdienlicher Ausgestaltung ist daher auch im konfektionierten Zustand, wenn also endseitig an einem Ende der elektrischen Leitung eine elektrische

Komponente angeschlossen ist, die Schirmung gerade nicht elektrisch kontaktiert, also beispielsweise nicht mit einem Massepotential verbunden. Die Schirmung ist in diesem Fall durch die zweite Lage ggf. in Kombination mit der darunter liegenden leitfähigen Lage gebildet. Dies hat den entscheidenden Vorteil dass der Konfektionierungsaufwand gering gehalten ist und dass insbesondere auf herkömmliche (Anschluss-)Komponenten zurückgegriffen wird, die auch für herkömmliche, ungeschirmte Leitungen herangezogen werden. Sämtliche Prozessschritte, Komponenten, wie Stecker etc. können unverändert (im Vergleich zu bisherigen ungeschirmten Leitungen) beibehalten bleiben bei gleichzeitig deutlich verbesserter Schirmwirkung.

**[0031]** Bei den Komponenten handelt es sich dabei insbesondere um Kontaktstecker oder aber auch direkt um Verbraucher, die unmittelbar an der Leitung fest angeschlossen sind. Allgemein ist daher bei dieser speziellen Ausführungsvariante auf eine Schirmkontaktierung im Bereich der Komponenten und damit auf ein dezidiertes Anschlusskonzept für die Schirmung verzichtet.

**[0032]** Bei diesen Datenleitungen handelt es sich dabei insbesondere um symmetrische Datenleitungen mit zumindest einen Aderpaar, über das im Betrieb ein symmetrisches Signal übertragen wird. Hierbei handelt es sich insbesondere um ein verdrehtes Aderpaar. Daneben werden alternativ Viererverseilungen, wie beispielsweise der sogenannte der Sternvierer-Verseilverbund als Übertragungskern eingesetzt.

**[0033]** Alternativ zu dieser low-cost Anwendung ohne Schirmkontaktierung wird der Leitungsmantel mit der halbleitfähigen zweiten Lage bei herkömmlichen, geschirmten Leitungen, insbesondere bei Koax-Leitung eingesetzt. Speziell in diesem Fall ist der Übertragungskern zumindest von einer Schirmlage umgeben, um die dann wiederum der Leitungsmantel aufgebracht, insbesondere auf extrudiert ist. Diese Schirmlage ist im konfektionierten Zustand insbesondere über eine Schirmkontaktierung im Bereich der Komponente angeschlossen und mit Bezugspotential verbunden. Eine derartige Schirmlage bildet dabei insbesondere einen Außenleiter einer Koax-Leitung.

**[0034]** Bei der Schirmlage handelt es sich um eine herkömmliche, auch mehrschichtige Schirmlage, die beispielsweise als Schirmgeflecht (C-Schirm) als ein durch Drahtumwicklungen gebildeter Schirm (D-Schirm oder Wendelschirm) ausgebildet ist. Daneben werden auch Folienschirmungen oder eine Kombination dieser Schirmtypen für einen mehrschichtigen Aufbau eingesetzt.

**[0035]** Auch bei einer derartigen herkömmlichen geschirmten Leitung wird mit dem speziellen Leitungsmantel-Aufbau mit der halbleitfähigen zweiten Lage eine verbesserte Schirmwirkung erzielt aufgrund der Dämpfung der Störströme in der zweiten Lage. Auch hier wird der zuvor beschriebene Effekt ausgenutzt, dass Störströme aufgrund der höherfrequenten Felder und durch den Skineffekt sich an der Außenseite der Schirmlage aus-

breiten und dadurch von der zweiten Lage gedämpft werden.

**[0036]** Bei der ersten Variante mit dem Übertragungskern aus ein oder mehreren Aderpaaren ohne dezidierte (im konfektionierten Zustand mit Bezugspotential verbundener) Schirmlage wird die Schirmung der Leitung ausschließlich durch den Leitungsmantel, nämlich ausschließlich der zweiten halbleitfähigen Lage oder ggf. auch im Zusammenspiel mit der leitfähigen Lage gebildet. Bei der zweiten Variante mit der zusätzlichen Schirmlage wird die (Gesamt-)Schirmung durch die zweite Lage des Leitungsmantels (ggf. mit der zusätzlichen leitfähigen Lage) in Kombination mit der Schirmlage gebildet.

**[0037]** Der spezifische Widerstand des halbleitfähigen Materials ist allgemein vorzugsweise größer  $1 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  und vorzugsweise größer  $10 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ . Der spezifische Widerstand ist dabei typischerweise um zumindest zwei Zehnerpotenzen höher beispielsweise im Vergleich zum spezifischen Widerstand von Kupfer (bezogen auf eine Umgebungstemperatur von  $20^\circ\text{C}$ ). Weiterhin ist der spezifische Widerstand vorzugsweise kleiner als  $1000 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  und insbesondere kleiner als  $100 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ . Damit liegt der spezifische Widerstand deutlich unterhalb der Widerstände von typischen Isoliermaterialien. Speziell liegt daher der spezifische Widerstand im Bereich zwischen 10 bis  $100 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ . Hierdurch ist eine gute Dämpfung gewährleistet.

**[0038]** Bei dem halbleitfähigen Material handelt es sich beispielsweise um einen leitfähigen Kunststoff, also ein Kunststoff mit intrinsischer Leitfähigkeit.

**[0039]** Alternativ hierzu wird die geringe Leitfähigkeit durch einen isolierenden Kunststoff mit darin eingebetteten leitfähigen Partikeln gebildet. Bei den Partikeln handelt es sich dabei insbesondere um Kohlenstoff- oder Rußpartikel, oder auch um Kohlenstoff-Nanopartikeln. Hierunter werden sogenannte Nanoflocken als auch Nanotubes etc. verstanden. Durch die Kohlenstoffpartikel wird die gewünschte Leitfähigkeit erreicht. Der Anteil der Partikel wird dabei derart gewählt, dass die obige gewünschte Leitfähigkeit beziehungsweise der gewünschte spezifische Widerstand eingestellt ist. Je nach Partikel und nach gewünschtem spezifischen Widerstand liegt der Füllgrad der Partikel beispielsweise im Bereich zwischen 8 und 55 Vol% und insbesondere im Bereich zwischen 10 und 40 Vol% bezogen auf das Gesamtvolumen der zweiten halbleitfähigen Lage.

**[0040]** Vorzugsweise werden für das halbleitfähige Material keine Metallteilchen und/oder keine magnetischen, insbesondere keine ferromagnetischen oder magnetisierbaren Teilchen verwendet. Derartige vergleichsweise harte Metallteilchen würden zu einem Werkzeugverschleiß bei der Extrusion führen. Von daher wird auf diese Teilchen verzichtet.

**[0041]** Die halbleitfähige zweite Lage ist bei einer ersten Variante unmittelbar um den durch die Adern gebildeten Übertragungskern angeordnet. Sie ist dabei ins-

besondere nach Art eines (aufextrudierten) Schlauches ausgebildet.

**[0042]** Erfindungsgemäß ist zwischen dem Übertragungskern, der genau ein Aderpaar oder auch mehrere Aderpaare aufweist, und dem halbleitfähigen Mantel ein Zwischenmantel angeordnet, sodass der halbleitfähige Mantel zum Aderpaar einen (Mindest-)Abstand aufweist. Dieser liegt bei zumindest etwa 0,5 mm und beträgt insbesondere maximal 1,5 mm. Unter Abstand wird hierbei der geringste Abstand zu einer jeweiligen Ader verstanden.

**[0043]** Der Zwischenmantel selbst besteht zweckdienlicherweise aus einem insbesondere massiven Isolierwerkstoff, wie beispielsweise Polypropylen. Der Zwischenmantel bildet daher ein geeignetes Dielektrikum aus, was sich positiv auf die Übertragung des insbesondere symmetrischen Signals auswirkt.

**[0044]** Außenseitig ist die Datenleitung von einem weiteren äußeren Mantel aus einem Isolierwerkstoff umgeben. Dies kann ein massiver Mantel oder auch ein geschäumter Mantel sein. Es können auch Abstandselemente vorgesehen sein, sodass einander benachbarte Datenleitungen auf definiertem Abstand zueinander gehalten sind.

**[0045]** Eine derartige Datenleitung weist daher insgesamt vorzugsweise ein (einziges) Aderpaar auf, wobei das Aderpaar durch zwei Adern gebildet ist, bestehend aus einem Leiter, insbesondere einem Litzenleiter aus miteinander verseilten Einzellitzen aus einem leitfähigen Material, insbesondere Kupfer, einer Kupferlegierung oder auch Aluminium, einer Aluminiumlegierung etc. Der Leiter ist von einer Aderisolierung umgeben. Der Leiter weist typischerweise einen Durchmesser im Bereich von 0,3 mm bis maximal 1,2 mm, bevorzugt in einem Bereich von 0,3 mm bis 0,9 mm auf. Der Durchmesser der Ader liegt typischerweise im Bereich zwischen 0,7 mm bis 2,5 mm. Die beiden Adern sind miteinander verseilt und von dem Zwischenmantel umgeben. Dieser weist typischerweise einen Durchmesser auf, der dem 2-Fachen des Aderdurchmessers plus zuzüglich der Mindestwandstärke des Zwischenmantels von vorzugsweise 0,5 mm entspricht.

**[0046]** Bei kleinen Leiterdurchmessern (0,3 mm) und entsprechend kleinem Aderdurchmesser (0,7 mm) liegt daher der Durchmesser des Zwischenmantels bei etwa 2,4 mm. Dieser ist anschließend von dem halbleitfähigen Mantel umgeben, der eine Wandstärke von etwa 0,2 mm aufweist, sodass sich ein Außendurchmesser dieses halbleitfähigen Mantels vorzugsweise von etwa 3 mm ergibt. Schließlich ist dieser noch von einem Außenmantel umgeben, welcher wiederum eine Wandstärke von beispielsweise 0,5 mm bis 1,5 mm aufweist.

**[0047]** Wie bereits ausgeführt, handelt es sich bei der Leitung gemäß einer ersten Ausführungsvariante um eine symmetrische Datenleitung, bei der der Übertragungskern durch zumindest ein Aderpaar für die Übertragung eines symmetrischen Datensignals gebildet ist. Hierbei ist der Übertragungskern vorzugsweise durch zu-

mindest ein verseiltes Paar oder auch durch mehrere verseilte Paare oder auch eine Viererverseilung etc. gebildet. Gemäß einer ersten Ausführungsvariante keine Paarschirmung vorgesehen. Vorzugsweise wird bei dieser symmetrischen Datenleitung keine Schirmkontaktierung im Anschlussbereich zu einer Komponente vorgenommen.

**[0048]** Schließlich kann die elektrische Leitung gemäß einer weiteren Ausführungsvariante als Versorgungsleitung zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Leistung im Bereich von beispielsweise zumindest mehreren 10 W oder 100 W oder auch im KW-Bereich ausgebildet sein. Der Übertragungskern kann hierbei mehrere Leistungsadern mit einem isolierten Leiter mit ausreichend großem Leiterquerschnitt aufweisen. Der Leiterquerschnitt ist beispielsweise zur Übertragung von Strömen im Amper-Bereich ausgelegt.

**[0049]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Diese zeigen jeweils in schematischen Darstellungen:

FIG 1 eine Querschnittsdarstellung einer ersten beispielhaften Variante einer elektrischen Leitung nicht gemäß der Erfindung,

FIG 2 eine Querschnittsdarstellung einer zweiten beispielhaften Variante einer elektrischen Leitung nicht gemäß der Erfindung,

FIG 3 eine Querschnittsdarstellung der elektrischen Leitung gemäß einer Ausführungsvariante mit einem Zwischenmantel sowie

FIG 4 die elektrische Leitung der ersten beispielhaften Variante nach Fig. 1 in teilweise geschnittener Ansicht und angeschlossen an einer Komponente.

**[0050]** In den Figuren sind gleichwirkende Teile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0051]** Die in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Leitungen 2 sind im Beispiel jeweils als Datenleitungen ausgebildet und weisen einen zentralen Übertragungskern 4 auf, welcher von einem Leitungsmantel 6 umgeben ist. In allen Varianten weist der Leitungsmantel 6 eine äußere erste Lage 8 aus einem elektrisch isolierenden Kunststoff sowie eine unmittelbar darunter angeordnete zweite Lage 10 aus einem halbleitfähigen Material auf. Der Leitungsmantel 6 liegt in den Beispielen der Figuren 1 und 2 unmittelbar am Übertragungskern 4 an. Speziell handelt es sich bei dem Leitungsmantel 6 um einen durch Extrusion ausgebildeten Leitungsmantel 6. Die beiden Lagen 8, 10 sind dabei speziell durch Koextrusion ausgebildet. Der Leitungsmantel 6 ist nach Art einer Schlauchextrusion auf den Übertragungskern 4 aufgebracht.

**[0052]** Die Leitung 2 gemäß der beispielhaften Variante der FIG 1 ist als eine symmetrische Datenleitung mit im Beispiel vorzugsweise 2 Aderpaaren ausgebildet. Ein jeweiliges Aderpaar 12 dient bei der Datenübertragung eines symmetrischen Datensignals zum Übertragen einerseits des Signals und andererseits des invertierten Signals. Speziell handelt es sich beim jeweiligen Ader-

paar 12 um ein verdichtetes Aderpaar. Eine jeweilige Ader 14 ist gebildet durch einen zentralen Leiter 16, welcher von einem Isoliermantel 18 als Adermantel umgeben ist.

**[0053]** Bei der beispielhaften Variante gemäß der FIG 1 weist der Leitungsmantel 6 zusätzlich noch eine leitfähige Lage 20 auf, welche insbesondere durch eine Folie, speziell eine herkömmliche Schirmfolie gebildet ist. Es handelt sich speziell um eine Alu-kaschierte Kunststofffolie. Die Metallseite ist dabei in Richtung zu der zweiten Lage 10 orientiert und kontaktiert diese elektrisch leitend. Bei einer alternativen Variante ist auf diese leitfähige Lage 20 verzichtet.

**[0054]** Im Unterschied hierzu handelt es sich bei der beispielhaften Variante gemäß der FIG 2 um eine Koax-Leitung, bei der der Übertragungskern 4 durch einen Innenleiter 22, ein diesen unmittelbar umgebendes Dielektrikum 24 aus isolierendem Kunststoffmaterial sowie durch einen am Dielektrikum 24 unmittelbar anliegenden Außenleiter 26 gebildet ist. Der Außenleiter 26 definiert dabei zugleich eine Schirmlage 28. Diese Schirmlage 28 weist im Beispiel einen mehrschichtigen Aufbau mit einem Geflecht 30 und einer Schirmfolie 32 auf. Die Schirmfolie 32 ist vorzugsweise außenseitig angeordnet, kann alternativ jedoch auch innenseitig zum Geflecht 30 angeordnet sein. Auch hier ist wiederum von Bedeutung, dass die Schirmlage 28 mit der zweiten halbleitfähigen Lage 10 in elektrischen Kontakt steht. Die zweite halbleitfähige Lage 10 umgibt die Schirmlage 28 unmittelbar und ist insbesondere als aufextrudierter Mantel ausgebildet.

**[0055]** Bei Auftreten von äußeren Störfeldern im Hochfrequenzbereich, speziell im Bereich von 1 bis 5000 MHz dringen diese Hochfrequenten Störfelder in den Leitungsmantel 6 ein und durchdringen diesen. Aufgrund der Leitfähigkeit der zweiten Lage 10 werden die hochfrequenten Störfelder in dieser zweiten Lage 10 stark gedämpft, d. h. ihre Energie wird zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig in der zweiten Lage 10 in Wärme umgesetzt.

**[0056]** Anteile des äußeren Störfeldes, die durch die zweite Lage 10 hindurch dringen, treffen dann im Falle der beispielhaften Variante gemäß der FIG 1 auf die leitfähige Lage 20 beziehungsweise auf die Schirmlage 28 bei der, beispielhaften Variante der FIG 2 auf. In dieser werden dann Störströme erzeugt, die in Längsrichtung der Leitung 2 propagieren. Aufgrund des Skineffekts breiten diese sich an der äußeren Seite der leitfähigen Lage 20 beziehungsweise der Schirmlage 28 aus und gelangen aufgrund der unmittelbaren Nachbarschaft in die zweite Lage 10 und werden dort weiter gedämpft.

**[0057]** Durch den speziellen Aufbau des Leitungsmantels 6 ist daher allgemein eine verbesserte Schirmwirkung durch eine Schirmdämpfung erzielt. Eingebrachte Störenergie wird in der zweiten Lage 10 in Wärme umgewandelt.

**[0058]** Auch wird dadurch ein Fremdnabensprechen vermieden. Die in der leitfähigen Schicht durch elektromagnetische Kopplung eingepprägten Ströme führen zu

einer Abschwächung des elektromagnetischen Feldes nach außen und dadurch zu einer geringeren Überkopplung in benachbarte Leitungen (Fremdnabensprechen). Dies gilt speziell auch für die Ausführungsvariante der Figur 3. Die Leitung 2 weist als Übertragungskern lediglich ein insbesondere verdichtetes Aderpaar 12 auf, welches unmittelbar von einem Zwischenmantel 40 umgeben ist. Bei diesem handelt es sich um einen insbesondere aufextrudierten Kunststoffmantel, der ein Dielektrikum 24 bildet.

**[0059]** Der Zwischenmantel 40 ist wiederum von der zweiten halbleitfähigen Lage 10 unmittelbar umgeben, die schließlich noch vom Außenmantel 8 umgeben ist. Letzterer dient der elektrischen Isolation, dem Schutz vor Umwelteinflüssen oder auch als Abstandshalter. In einer alternativen Variante kann noch eine leitfähige Lage 20 ausgebildet sein.

**[0060]** Speziell bei low-cost Anwendungen, vorzugsweise im Kraftfahrzeugbereich, wird der hier beschriebene Aufbau mit dem Zwischenmantel 40 dazu ausgenutzt, um herkömmliche ungeschirmte Leitungen, speziell Datenleitungen, insbesondere ungeschirmte symmetrische Datenleitungen durch eine mit einem derartigen Leitungsmantel 6 versehene Leitung 2 (symmetrische Datenleitung) zu ersetzen. Gleichzeitig werden hierbei aber die herkömmlichen Komponenten für die ungeschirmte Datenleitung sowie die herkömmlichen Prozessschritte beibehalten. Insbesondere erfolgt in einem Anschlussbereich zu einer Komponente 34 keine Schirmkontaktierung. Der jeweilige Schirm der Leitung 2 wird daher an der Komponente 34 gerade nicht - wie sonst üblich - mit einem Bezugspotenzial, insbesondere Massepotential elektrisch verbunden.

**[0061]** Dieses Konzept illustriert die FIG 4. Aus dieser ist zu entnehmen, dass die Leitung 2 beispielsweise gemäß der FIG 1 oder der FIG 3 in die lediglich stark vereinfachte dargestellte Komponente 34 durch eine Eintrittsöffnung eingeführt wird. Dabei wird der Leitungsmantel 6 beispielsweise mit durch die Öffnung hindurch geführt. Die Öffnung ist üblicherweise abgedichtet, beispielsweise durch einen Dichtring, eine Tülle oder durch umlaufende Stege, die in den Leitungsmantel 6 eingepresst sind. Bei der Komponente 34 handelt es sich beispielsweise um einen Stecker, welcher zum Anschluss an einen Verbraucher dient. Alternativ handelt es sich bei der Komponente 34 direkt um einen Verbraucher. In beiden Fällen wird die Leitung 2 durch die Öffnung eines Gehäuses hindurch geführt.

**[0062]** Die einzelnen Adern 14 sind innerhalb der Komponente 34 vom Leitungsmantel 6 befreit und auch der jeweilige Leiter 16 der jeweiligen Ader 14 ist abisoliert und endseitig an einem Kontaktelement 36 angeschlossen. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Kontaktbuchsen oder Kontaktstifte, die beispielsweise als Crimpkontakte ausgebildet sind. Alternativ kann auch eine Schraubkontaktierung erfolgen.

**Patentansprüche**

1. Elektrische Leitung (2), insbesondere Datenleitung, mit einem von einer Schirmung umgebenen Übertragungskern (4), der konzentrisch von einem Leitungsmantel (6) umgeben ist, der eine äußere Lage (8) aus einem elektrisch isolierenden Kunststoff sowie eine darunter angeordnete zweite Lage (10) aus einem halbleitfähigen Material aufweist, wobei der Übertragungskern (4) durch zumindest ein Aderpaar (12) gebildet ist und das zumindest eine Aderpaar keine Paarschirmung aufweist, wobei zwischen dem Übertragungskern (4) und der zweiten Lage (10) ein Zwischenmantel (40) angeordnet ist, so dass die zweite Lage (10) zum Übertragungskern (4) einen Mindestabstand aufweist, der zumindest etwa 0,5mm beträgt.
2. Elektrische Leitung nach dem vorhergehenden Anspruch, bei der die zweite Lage (10) durch Extrusion, insbesondere zusammen mit der äußeren Lage (8) durch Koextrusion ausgebildet ist.
3. Elektrische Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite halbleitfähige Lage (10) eine Wanddicke im Bereich von 0,05 bis 1,2mm, insbesondere im Bereich von 0,1mm bis 0,3 mm aufweist.
4. Elektrische Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Leitungsmantel (6) unterhalb der zweiten Lage (10) eine leitfähige Lage (20) aufweist, welche an der zweiten Lage (10) elektrisch kontaktierend anliegt.
5. Elektrische Leitung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Schirmung ausschließlich durch die zweite Lage (10) gebildet ist.
6. Elektrische Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die an zumindest einem Ende an einer elektrischen Komponente (34) angeschlossen ist, wobei die Schirmung an der Komponente (34) nicht elektrisch kontaktiert ist.
7. Elektrische Leitung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der zusätzlich zum Leitungsmantel (6) zumindest eine Schirmlage um den Übertragungskern (4) angeordnet ist.
8. Elektrische Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der spezifische Widerstand des halbleitfähigen Materials größer ist als 1 Ohm\*mm<sup>2</sup>/m und vorzugsweise größer als 10 Ohm\*mm<sup>2</sup>/m ist.
9. Elektrische Leitung nach dem vorhergehenden Anspruch, bei der der spezifische Widerstand kleiner

ist als 1000 Ohm\*mm<sup>2</sup>/m und insbesondere kleiner als 100 Ohm\*mm<sup>2</sup>/m.

- 5 10. Elektrische Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der es sich bei dem halbleitfähigen Material um einen leitfähigen Kunststoff handelt
- 10 11. Elektrische Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das halbleitfähige Material durch einen isolierenden Kunststoff mit darin eingebetteten leitfähigen Partikeln gebildet ist, insbesondere Kohlenstoff-Partikel, wie Rußpartikel oder Kohlenstoff-Nanopartikel.
- 15 12. Elektrische Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das halbleitfähige Material keine Metallteilchen und / oder keine magnetische, insbesondere keine ferromagnetischen oder magnetisierbare Teilchen aufweist.
- 20 13. Elektrische Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Übertragungskern (4) durch genau ein Aderpaar (12) gebildet ist, welches unmittelbar von dem Zwischenmantel (40) umgeben ist, welcher als ein aufextrudierter Kunststoffmantel ausgebildet ist.
- 25 14. Elektrische Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Abstand zum Übertragungskern (4) maximal 1,5mm beträgt.
- 30 15. Elektrische Leitung nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei der Zwischenmantel (40) aus einem vorzugsweise massiven Isolierwerkstoff, wie beispielsweise Polypropylen besteht.
- 35

**Claims**

- 40 1. Electrical line (2), in particular data line, having a transmission core (4) surrounded by a shielding, said transmission core (4) being concentrically surrounded by a line sheath (6), which has an outer layer (8) made of an electrically insulating plastic and a second layer (10) made of a semiconductive material arranged below said outer layer (8), wherein the transmission core (4) is formed by at least one core pair and the at least one core pair does not comprise any pair shielding, wherein an intermediate sheath (40) is arranged between the transmission core (4) and the second layer (10), so that the second layer (10) has a minimum distance from the transmission core (4), which is at least about 0.5 mm.
- 45
- 50
- 55 2. Electrical line according to the preceding claim, in which the second layer (10) is formed by means of extrusion, in particular together with the outer layer (8) by means of co-extrusion.

3. Electrical line according to one of the preceding claims, wherein the second semiconductive layer (10) has a wall thickness in the range from 0.05 to 1.2 mm, in particular in the range from 0.1 mm to 0.3 mm.
4. Electrical line according to one of the preceding claims, in which the line sheath (6) below the second layer (10) comprises a conductive layer (20), which lies against the second layer (10) in an electrically contacting manner.
5. Electrical line according to one of the claims 1 to 3, in which the shielding is formed exclusively by the second layer (10).
6. Electrical line according to one of the preceding claims, which is connected at at least one end to an electrical component (34), wherein the shielding is not electrically contacted at the component (34).
7. Electrical line according to one of claims 1 to 4, in which at least one shielding layer is arranged around the transmission core (4) in addition to the line sheath (6).
8. Electrical line according to one of the preceding claims, in which the specific resistance of the semi-conductive material is greater than  $1 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  and preferably greater than  $10 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .
9. Electrical line according to the preceding claim, in which the specific resistance is less than  $1000 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  and in particular less than  $100 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .
10. Electrical line according to any of the preceding claims, in which the semiconductive material is a conductive plastic
11. Electrical line according to one of the preceding claims, in which the semiconductive material is formed by an insulating plastic with conductive particles embedded therein, in particular carbon particles, such as soot particles or carbon nanoparticles.
12. Electrical line according to one of the preceding claims, in which the semiconductive material does not contain any metal particles and/or no magnetic, in particular no ferromagnetic or magnetizable particles.
13. Electrical line according to one of the preceding claims, wherein the transmission core (4) is formed by exactly one core pair (12), which is directly surrounded by the intermediate sheath (40), said intermediate sheath (40) being designed as an extruded-on plastic sheath.

14. Electrical line according to one of the preceding claims, wherein the distance to the transmission core (4) is a maximum of 1.5 mm.
- 5 15. Electrical line according to one of the two preceding claims, wherein the intermediate sheath (40) consists of a preferably solid insulating material, such as polypropylene.

10

#### Revendications

1. Ligne électrique (2), en particulier ligne de données, avec un noyau de transmission (4) entouré d'un blindage, noyau de transmission (4) étant entouré concentriquement par une gaine de ligne (6), qui comprend une couche extérieure (8) en matière plastique électriquement isolante et une deuxième couche (10) en matériau semi-conducteur disposée en dessous, dans laquelle le noyau de transmission (4) est formé par au moins une paire de noyaux et la au moins une paire de noyaux ne comprend pas de blindage de paire, dans laquelle une gaine intermédiaire (40) est disposée entre le noyau de transmission (4) et la deuxième couche (10), de sorte que la deuxième couche (10) a une distance minimale d'au moins environ 0,5 mm par rapport au noyau de transmission (4).
2. Ligne électrique selon la revendication précédente, dans laquelle la deuxième couche (10) est formée par extrusion, en particulier avec la couche extérieure (8) par coextrusion.
3. Ligne électrique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la deuxième couche semi-conductrice (10) a une épaisseur de paroi comprise entre 0,05 et 1,2 mm, en particulier entre 0,1 et 0,3 mm.
4. Ligne électrique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la gaine de ligne (6) sous la deuxième couche (10) comprend une couche conductrice (20), qui s'appuie contre la deuxième couche (10) de manière à établir un contact électrique.
5. Ligne électrique selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle le blindage est formé exclusivement par la deuxième couche (10).
6. Ligne électrique selon l'une des revendications précédentes, qui est reliée à au moins une extrémité à un composant électrique (34), dans laquelle le blindage n'est pas en contact électrique avec le composant (34).
7. Ligne électrique selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle au moins une couche de blindage

est disposée autour du noyau de transmission (4)  
en plus de la gaine du ligne (6).

8. Ligne électrique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la résistance spécifique du matériau semi-conducteur est supérieure à 1 Ohm\*mm<sup>2</sup>/m et de préférence supérieure à 10 Ohm\*mm<sup>2</sup>/m. 5
9. Ligne électrique selon la revendication précédente, dans laquelle la résistance respective est inférieure à 1000 Ohm\*mm<sup>2</sup>/m et en particulier inférieure à 100 Ohm\*mm<sup>2</sup>/m. 10
10. Ligne électrique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le matériau semi-conducteur est un plastique conducteur. 15
11. Ligne électrique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le matériau semi-conducteur est formé par un plastique isolant, dans lequel sont noyées des particules conductrices, en particulier des particules de carbone, telles que des particules de suie ou des nanoparticules de carbone. 20  
25
12. Ligne électrique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le matériau semi-conducteur ne comporte pas de particules métalliques et/ou de particules magnétiques, en particulier ferromagnétiques ou magnétisables. 30
13. Ligne électrique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le noyau de transmission (4) est formé par exactement une paire de noyaux (12), qui est directement entourée par la gaine intermédiaire (40), ladite gaine intermédiaire (40) étant conçue comme une gaine en plastique appliqué par extrusion. 35
14. Ligne électrique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la distance au noyau de transmission (4) est au maximum de 1,5 mm. 40
15. Ligne électrique selon l'une des deux revendications précédentes, dans laquelle la gaine intermédiaire (40) est constituée d'un matériau isolant de préférence solide, comme par exemple du polypropylène. 45

50

55

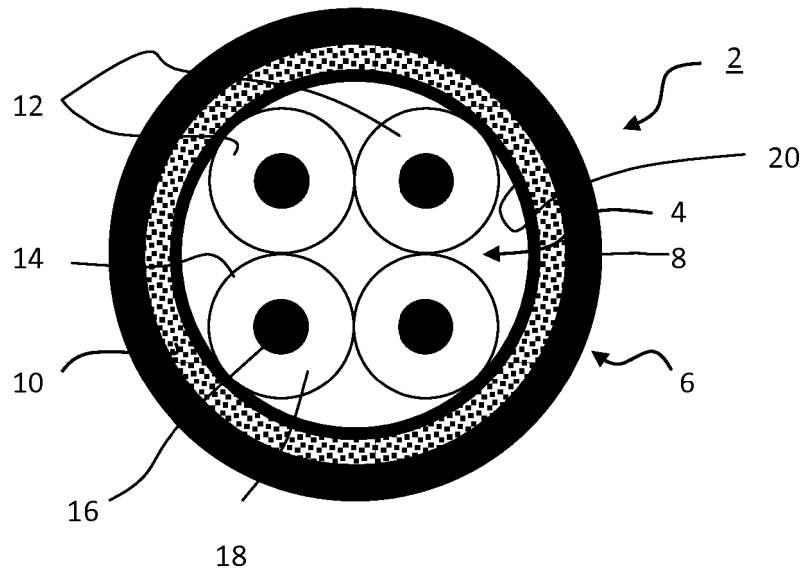


FIG 1

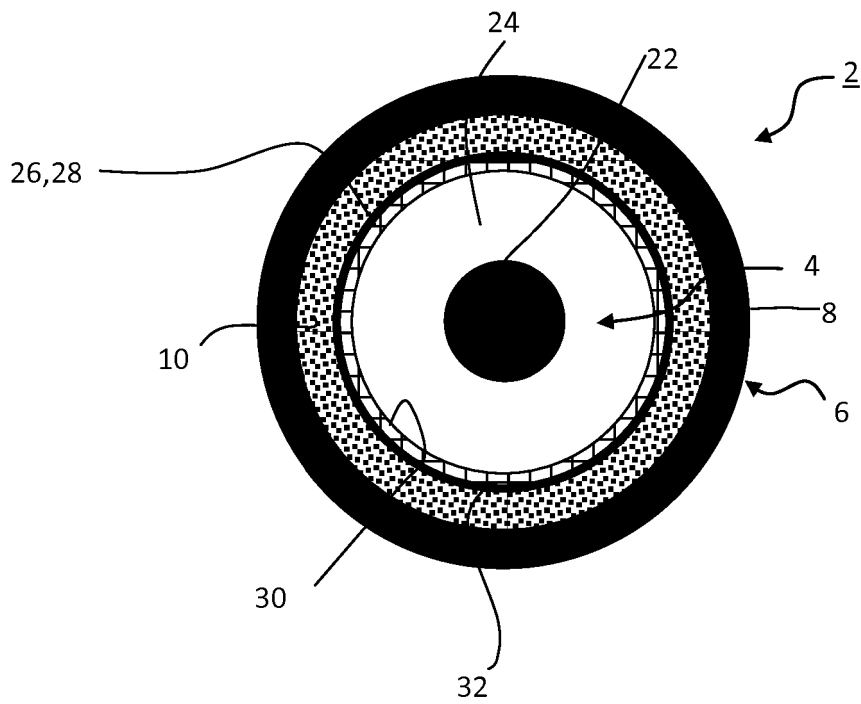


FIG 2

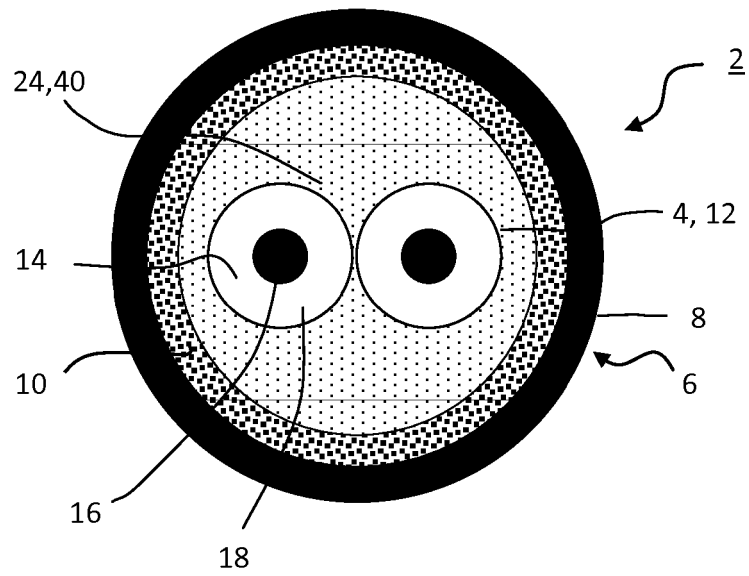


FIG 3

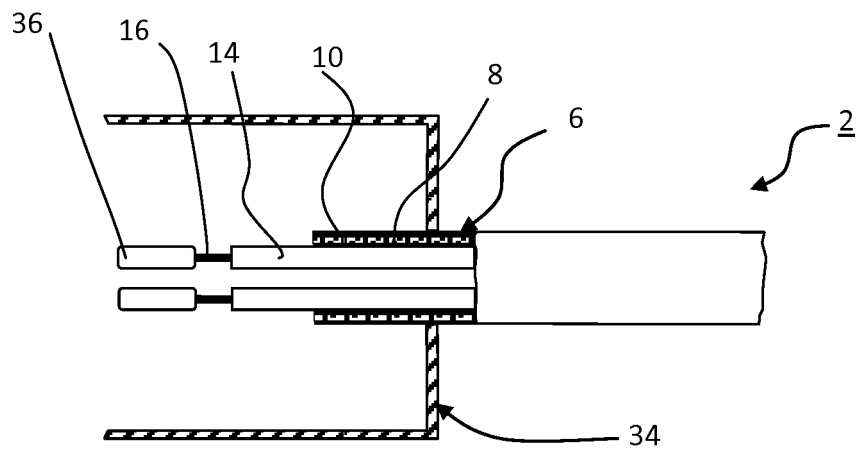


FIG 4

**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**

- WO 2013159824 A1 [0002]