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

(11) **EP 3 134 905 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.03.2020 Patentblatt 2020/12

(21) Anmeldenummer: **15723847.8**

(22) Anmeldetag: **27.04.2015**

(51) Int Cl.:
H01B 11/20 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/059078

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/162297 (29.10.2015 Gazette 2015/43)

(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

(30) Priorität: **25.04.2014 DE 102014207879**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.03.2017 Patentblatt 2017/09

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

(72) Erfinder:
- **DETTMER, Melanie**
  26892 Heede (DE)
- **JANSSEN, Bernd**
  26169 Friesoythe OT Neuscharrel (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 2 112 669
CN-U- 201 616 295
JP-A- 2014 017 131
US-A1- 2004 245 009
US-A1- 2012 145 429

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

EP 3 134 905 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Datenkabel für High-Speed Datenübertragungen mit dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein derartiges Datenkabel ist beispielsweise aus der US 2012/0145429 A1 zu entnehmen.

[0003] Im Bereich der Datenübertragung, beispielsweise in Computer-Netzwerken, werden zur Datenübertragung Datenkabel eingesetzt, bei denen typischerweise mehrere Datenleitungen in einem gemeinsamen Kabelmantel zusammengefasst sind. Bei High-Speed-Datenübertragungen werden als Datenleitungen jeweils geschirmte Adernpaare verwendet, wobei die beiden Adern insbesondere parallel zueinander verlaufen oder alternativ miteinander verdrillt sind. Eine jeweilige Ader besteht hierbei aus dem eigentlichen Leiter, beispielsweise ein massiver Leiterdraht oder auch ein Litzendraht, welcher jeweils von einer Isolierung umgeben ist. Das Adernpaar einer jeweiligen Datenleitung ist von einer (Paar-)Abschirmung umgeben. Die Datenkabel weisen typischerweise eine Vielzahl derartig geschirmte Adernpaare auf, die eine Leitungsseele bilden und die von einem gemeinsamen Außenschirm sowie einem gemeinsamen Kabelmantel umgeben sind. Derartige Datenkabel werden für High Speed-Datenverbindungen eingesetzt und sind für Datenraten von größer 5 Gbit/s, insbesondere >14Ghz ausgebildet. Der Außenschirm ist dabei für die EMV sowie die EMI-Eigenschaften wichtig, er transportiert keine Signale. Der jeweilige Paarschirm bestimmt demgegenüber die Symmetrie und die Signal-Eigenschaften eines jeweiligen Adernpaares.

[0004] Bei derartigen Datenkabeln handelt es sich typischerweise um so genannte symmetrische Datenleitungen, bei denen über die eine Ader das Signal und über die andere Ader das invertierte Signal übermittelt wird. Ausgewertet wird der differentielle Signalanteil zwischen diesen beiden Signalen, so dass äußere Effekte, die sich auf beide Signale auswirken, eliminiert sind.

[0005] Derartige Datenkabel werden häufig vorkonfektioniert an Steckern angeschlossen. Bei Anwendungen für Hochgeschwindigkeitsübertragungen sind die Stecker dabei häufig als sogenannte Small Form Pluggable-Stecker, kurz SFP-Stecker ausgebildet. Hierbei gibt es unterschiedliche Ausführungsvarianten beispielsweise sogenannte SFP-, SFP+, oder CXP- QSFP-Stecker. Diese Stecker weisen spezielle Steckergehäuse auf, wie sie beispielsweise aus der WO 2011 072 869 A1 oder der WO 2011 089 003 A1 zu entnehmen sind. Alternativ ist auch ein direkter sogenannter "back plane" Anschluss ohne Stecker möglich.

[0006] Im Inneren weisen derartige Steckergehäuse eine Leiterplatte oder Platine teilweise mit integrierter Elektronik auf. An dieser Platine ist das jeweilige Datenkabel an einer Steckerrückseite anzuschließen. Hierbei werden die einzelnen Adern des Datenkabels an die Platine angelötet oder angeschweißt. Am gegenüberliegenden Ende der Platine bildet diese typischerweise eine Steckzunge mit Anschlusskontakten aus, welche in einen Gegenstecker eingesteckt wird. Derartige Platinen werden auch als paddle cards bezeichnet.

[0007] Die Paarschirmung eines jeweiligen Adernpaares ist dabei - wie beispielsweise aus der EP 2 112 669 A2 zu entnehmen - als eine längs gefaltete Folienschirmung ausgebildet. Die Abschirmung ist daher in einer Längsrichtung des Kabels verlaufend um das Adernpaar gefaltet, wobei die beiden Enden in einem sich in Längsrichtung verlaufenden Überlappbereich überlappen. Bei der für die Abschirmung verwendeten Schirmfolie handelt es sich um eine mehrschichtige Abschirmung aus zumindest einer leitfähigen (Metall)-Schicht und einer isolierenden Schicht. Als leitfähige Schicht wird üblicherweise eine Aluminiumschicht und als isolierende Schicht eine PET-Folie verwendet. Die PET-Folie ist als ein Träger ausgebildet ist, auf dem zur Ausbildung der leitfähigen Schicht eine metallische Beschichtung aufgebracht ist.

[0008] Neben der längs gefalteten Schirmung bei parallel geführten Paaren gibt es grundsätzlich auch die Möglichkeit, eine derartige Schirmfolie helixförmig um das Adernpaar zu wickeln. Allerdings ist bei höheren Signalfrequenzen ab etwa 15 GHz eine solche Umspinnung des Adernpaars mit einer Schirmfolie aufgrund von Resonanzeffekten bauartbedingt nicht ohne Weiteres möglich. Für diese hohen Frequenzen wird daher die Schirmfolie als längs gefaltete Folie angebracht.

[0009] Mit einer derartigen längs aufgebrachten Folie geht jedoch ein unerwünschter, negativer Nebeneffekt einher. Das so genannte Common Mode-Signal, auch als Gleichtaktsignal bezeichnet, wird bei längs gefalteten Abschirmungen nicht mehr in ausreichendem Maße gedämpft, wie dies bei einer Umspinnung mit einer Schirmfolie der Fall ist.

[0010] Die Entstehung des Common Mode-Signals oder auch Gleichtaktsignals bei derartigen symmetrischen Leitungen mit parallelen Paaren ist grundsätzlich bekannt. Eine Dämpfung dieses unerwünschten Common Mode-Signals wird zudem dadurch erschwert, dass dieser Common Mode-Signalanteil in der Regel schneller propagiert wie der eigentlich interessierende differentielle Signalanteil. Die im Vergleich zu umsponnenen Aderpaaren fehlende oder stark verringerte Dämpfung dieses Common Mode-Signals führt daher zu einer Verschlechterung des so genannten Skew bzw. der so genannten Mode Conversion Performance.

[0011] Bei derartigen High Speed-Datenverbindungen wird generell eine Steigerung der Übertragungsleistung angestrebt. Die Übertragungsraten und damit der Frequenzbereich solcher Datenkabel steigen daher immer mehr an und damit auch die Probleme im Zusammenhang mit den Common-Mode-Signalanteilen.

[0012] Gemäß der US 2012/0145429 A1 wird zur Verringerung von Resonanzeffekten unter anderem vorgeschlagen, zwei Schirmfolien gegenläufig zueinander zu wickeln, wobei deren elektrisch leitfähige Seiten einander zugewandt sind.

[0013] Aus der US 2004/245009 A1 ist ein Datenkabel mit einem Schirmaufbau zu entnehmen, wobei der Schirmaufbau zwei jeweils auf Lücke gewickelte leitende Folien aufweist.

[0014] In der JP 2014 017131 A ist ein Datenkabel beschrieben mit einem Schirmaufbau, der zwei leitende Folien aufweist, die gegensinnig zueinander und jeweils mit Überlapp gewickelt sind.

[0015] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, bei einer derartigen High Speed-Datenverbindung eine verbesserte Datenübertragung mit hohen Signalfrequenzen von größer 10 GHz zu ermöglichen.

[0016] Die Aufgabe wird gemäß Erfindung gelöst auf eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0017] Das für High Speed-Datenübertragungen ausgebildete Datenkabel umfasst zumindest ein und vorzugsweise mehrere Adernpaare aus zwei sich in Längsrichtung erstreckenden Adern, wobei ein jeweiliges Adernpaar jeweils von einer folienartigen Paarschirmung umgeben ist. Die Paarschirmung weist eine erste innere Schirmfolie sowie eine zweite äußere Schirmfolie auf, wobei die innere Schirmfolie um das Adernpaar gewickelt ist. Die beiden Schirmfolien sind elektrisch miteinander kontaktiert.

[0018] Diese Ausgestaltung beruht auf der Überlegung, die Vorteile einer helixförmig gewickelten Paarschirmung mit denen einer längs gefalteten Paarschirmung zu kombinieren. Diese Ausgestaltung setzt an der Erkenntnis an, dass die bei einer helixförmig gewickelten Paarschirmung auftretenden Resonanzeffekte bei hohen Signalfrequenzen darauf beruhen, dass bei einer herkömmlichen gewickelten Paarschirmung, die üblicherweise mehrschichtig ist, im Überlappbereich der gewickelten Schirmung die beiden Leitschichten zueinander isoliert sind und dadurch ein Kondensator gebildet ist. Gleichzeitig ergibt sich durch die helixförmige Wicklung eine Spule, so dass insgesamt ein Schwingkreis mit vorgegebener Resonanzfrequenz ausgebildet ist, welche sich durch konstruktive Maßnahmen beim herkömmlichen Aufbau nicht mehr zu höhere Frequenzen verschieben lässt.

[0019] Durch den Aufbau der Paarschirmung durch zwei Lagen, die elektrisch miteinander verbunden sind, ist die Entstehung eines solchen Schwingkreises zuverlässig unterbunden, da durch die elektrische Verbindung keine spulenartige Umwicklung vorliegt, die Spule wird daher quasi kurzgeschlossen. Die Resonanzfrequenz ist die Wurzel aus (1/(L*C)). Da die Induktivität also zumindest deutlich reduziert ist, kann die Resonanzfrequenz leicht auf größer 15GHz eingestellt werden. Im Unterschied hierzu ist diese Resonanz-oder Grenzfrequenz bei herkömmlichen Umspinnungen mit einer Metallfolie je nach Geometrie nach oben auf etwa 15GHz begrenzt. Insofern wird das Grundkonzept einer längsgefalteten Paarschirmung zumindest von dem funktionellen Ergebnis her übernommen. Gleichzeitig wird durch die Umwicklung- vorzugsweise mit Überlappung - der Nachteil einer längsgefalteten Paarschirmung, nämlich das hohe Common-Mode Signal, zuverlässig unterdrückt. Insgesamt ist daher durch die hier beschriebene Paarschirmung mit dem Aufbau aus den beiden Schirmfolien eine effiziente Schirmung ohne störende Nebeneffekte erreicht. Resonanzeffekte mit entsprechend hoher Dämpfung des Signals sowie - insbesondere bei einer Überlappung der inneren Schirmfolie - eine nur ungenügende Dämpfung des Common-Mode Signals sind wirksam vermieden. Im Vergleich zu einer längsgefalteten Folie zeichnet sich dieser Aufbau zudem durch eine einfachere Herstellung, bessere Symmetrie sowie eine erhöhte (Biege-) Flexibilität aus.

[0020] Die Adern eines jeweiligen Adernpaares verlaufen dabei insbesondere parallel zueinander, sind daher nicht verdrillt.

[0021] Die innere Schirmfolie ist in weiterhin mit einer Überlappung um das Adernpaar gewickelt. Durch die Überlappung wird in vorteilhafter Weise zuverlässig die gewünschte Dämpfung des Common Mode Signals erreicht.

[0022] Die Breite der Schirmfolien liegt typischerweise im Bereich von 4 bis 6 Millimeter.

[0023] Es ist ein vergleichsweise großer Überlapp im Bereich von 20% bis 40% der Breite eingestellt. Mit dieser Ausgestaltung wird zwar im Vergleich zu einer Variante mit einem geringen Überlapp eine geringere Grenzfrequenz erreicht. Gleichzeitig wird jedoch die Dämpfung des Common Mode Signalanteils verbessert, d.h. dieser unerwünschte Signalanteil wird besser Unterdrückt. Untersuchungen haben zudem gezeigt, dass sich die Resonanzfrequenz, mit Hilfe der zweiten äußeren Schirmfolie präzise einstellen lässt, so dass ein nutzbares Frequenzband bis z.B. genau 20GHz erreicht werden kann.

[0024] Zweckdienlicherweise ist zumindest eine und sind vorzugsweise beide Schirmfolien mehrschichtig ausgebildet mit einer leitfähigen Schicht sowie mit einer nicht leitenden Trägerschicht. Die beiden Schirmfolien sind dabei insbesondere als sogenannte Al-PET-Folien ausgebildet. Die äußere Folie kann prinzipiell auch als Metallfolie ausgebildet sein oder auch als Al-PET - Al-Folie, also mit einer Trägerschicht, die beidseitig mit einer leitfähigen Schicht versehen ist. Im Hinblick auf eine effektive elektrische Kontaktierung sind die beiden Schirmfolien dabei mit ihren leitfähigen Schichten bzw. Seiten einander zugewandt angeordnet.

[0025] Weiterhin ist die äußere Schirmfolie ebenfalls gewickelt und insbesondere gegenläufig zu der inneren Schirmfolie. Dadurch wird eine gute elektrische Kontaktierung und Überbrückung der Stoßstellen der inneren Schirmfolie zuverlässig erreicht. Die Paarschirmung kann daher auch als doppelt gewickelte Helix-Paarschirmung bezeichnet werden.

[0026] Die äußere Schirmfolie ist weiterhin auf Lücke gewickelt, d.h. benachbarte Wicklungsabschnitte sind in Längsrichtung zueinander beabstandet. Der Abstand, al-

so die Lücke liegt dabei im Bereich von 1 bis 10% der Breite der Schirmfolie. Diese Ausführungsvariante wird in Kombination mit der mit großem Überlapp (20-40% der Breite) gewickelten inneren Schirmfolie eingesetzt. Durch die spezielle Wahl des Aufbaus und der Wicklung der zweiten Schirmfolie lässt ist die Resonanzfrequenz genau einstellbar. Zudem bleibt der Vorteil der besonders guten Common Mode Dämpfung.

[0027] Weiterhin ist vorzugsweise zumindest ein Beidraht angeordnet, welcher mit zumindest einer, vorzugsweise beiden Schirmfolien elektrisch leitend verbunden ist. Ein derartiger Beidraht dient beispielsweise zur sicheren elektrischen Kontaktierung der Paarschirmung an einem Kontaktteil, beispielsweise an einen Stecker. Gemäß einer ersten Variante ist dieser Beidraht zwischen den beiden Schirmfolien angeordnet und verläuft insbesondere parallel zu den einzelnen Adern, beispielsweise in einem Zwickelbereich. Gemäß einer zweiten Variante ist der Beidraht außen an der äußeren Schirmfolie kontaktiert. Bevorzugt sind allgemein zwei Beidrähte symmetrisch zu einer Symmetrieebene des Adernpaares angeordnet. Im Falle der äußeren Beidrähte liegen diese auf der Verbindungsachse der beiden Leiter des Adernpaares.

[0028] Weiterhin ist in zweckdienlicher Weiterbildung für ein jeweiliges Adernpaar um die Paarschirmung ergänzend eine Fixierfolie gewickelt. Bei dieser handelt es sich insbesondere um eine Klebefolie, die auf die Paarschirmung aufgeklebt ist. Hierdurch wird der Schirmaufbau der Paarschirmung fixiert. Bei der Fixierfolie handelt es sich insbesondere um eine isolierende Folie, so dass eine jeweilige Paarschirmung nach außen hin elektrisch isoliert ist, insbesondere z.B. zu einer gemeinsamen Außenschirmung.

[0029] Allgemein weist das Datenkabel in bevorzugter Ausgestaltung eine Kabelseele oder einen Kabelkern auf, welcher mehrere elektrische Leitungskomponenten umfasst, wobei zumindest eine und vorzugsweise mehrere der Leitungen durch das mit der Paarschirmung versehene Adernpaar gebildet sind.

[0030] Zweckdienlicherweise weist der Kabelkern ausschließlich derartige Adernpaare auf. Der Kabelkern ist weiterhin von einer gemeinsamen Außenschirmung umgeben. Diese ist insbesondere mehrschichtig ausgebildet. Sie weist wahlweise oder auch in Kombination als Bestandteile ein Geflecht oder Schirmfolien, insbesondere metallisierte Folien etc. auf. Um die Außenschirmung ist wiederum üblicherweise ein Kabelaußenmantel angeordnet.

[0031] Durch den hier beschriebenen Aufbau sind das Datenkabel und insbesondere die Paarschirmung auch geeignet zu einer besonders effizienten Kontaktanbindung der Paarschirmung an einer Leiterplatte eines typischen Steckers (small form pluggable SFP+, SFP28, QSFP28....) für eine Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung (sogenannte Paddle card). In der zum Anmeldezeitpunkt unveröffentlichten DE 10 2013 225 794.5 mit dem Titel "Kontaktanbindung von geschirmten Datenleitungen an einer Platine sowie Verfahren zur Kontaktierung mehrerer geschirmter Datenleitungen an einer Platine" ist eine solche bevorzugte Kontaktanbindung beschrieben. In einem konfektionierten Zustand ist daher das Datenkabel an einem solchen Stecker angeschlossen.

[0032] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert.

[0033] Die Figuren zeigen dabei jeweils in vereinfachten Darstellungen:

- Figur 1 eine Querschnittdarstellung eines mit einer Paarschirmung versehenen Adernpaares,
- Figur 2 eine Seitenansicht des in Figur 1 gezeigten Adernpaares,
- Figur 3 eine ausschnittsweise vergrößerte Darstellung der Paarschirmung in einem Überlappbereich,
- Figur 4 eine Querschnittsdarstellung eines Datenkabels gemäß einer ersten Ausführugsvariante
- Figur 5 eine Querschnittsdarstellung eines Datenkabels gemäß einer zweiten Ausführugsvariante sowie
- Figur 6 ein Diagramm, bei dem die Einfügedämpfung I gegenüber der Frequenz in GHz für unterschiedliche Paarschirmung bei einem symmetrischen Adernpaar dargestellt ist.

[0034] In den Figuren sind gleichwirkende Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0035] Ein für ein High-Speed Datenkabel 2 (vgl. hierzu Figuren 4,5) verwendetes Adernpaar 4, welches mit einer Paarschirmung 6 versehen ist, ist in Figur 1 dargestellt. Das Adernpaar 4 besteht dabei aus zwei Adern 8, die jeweils wiederum gebildet sind durch einen zentralen Leiter 10, welcher von einer Isolierung 12 ummantelt ist. Bei dem Leiter 10 handelt es sich üblicherweise um einen massiven Vollleiter. Alternativ können auch Litzenleiter eingesetzt werden.

[0036] Die beiden Adern 8 verlaufen vorzugsweise parallel zueinander, sind daher nicht miteinander verdrillt.

[0037] Das Adernpaar 4 ist insgesamt von einer mehrlagigen Paarschirmung 6 umgeben, welche eine innere Schirmfolie 14 sowie eine äußere Schirmfolie 16 aufweist. Die Paarschirmung 6 ist dabei insbesondere abschließend durch diese beiden Schirmfolien 14, 16 gebildet. Die Paarschirmung 6 ist schließlich noch von einer Fixierfolie 18 umgeben, insbesondere umwickelt, welche insbesondere als Klebefolie ausgebildet ist. Die Fixierfolie 18 besteht dabei aus Kunststoff und ist elektrisch nicht leitend, also elektrisch isolierend.

[0038] Ergänzend ist in Figur 1 beispielhaft ein fakultativer Beidraht 20 dargestellt, welcher vorzugsweise in einem Zwickelbereich der beiden Adern 8 platziert ist. Der Beidraht 20 ist weiterhin insbesondere zwischen den beiden Schirmfolien 14, 16 angeordnet. Alternativ sind vorzugsweise zwei Beidrähte 20 außen mit der äußeren Schirmfolie 16 kontaktiert, wie dies z.B. in Fig. 5 darge-

stellt ist. Die beiden Beidrähte 20 liegen dabei auf einer gedachten Symmetrieebene bzw. Verbindungslinie der beiden Leiter 10. Bei einer äußeren Platzierung des zumindest einen Beidrahtes 20 ist dieser insbesondere zwischen der äußeren Schirmfolie 16 und der Fixierfolie 18 gehalten.

[0039] Das Adernpaar 4 zusammen mit der Paarschirmung 6 und der Fixierfolie 18 sowie ggf. den Beidrähten 20 wird nachfolgend auch als geschirmtes Paar 30 bezeichnet.

[0040] Bei den beiden Schirmfolien 14, 16 handelt es sich vorzugsweise jeweils um metallbeschichtete Kunststofffolien, insbesondere sogenannte AL-PET-Folien. Diese weisen jeweils eine als Isolierschicht ausgebildete Trägerschicht 22 auf, auf der eine leitfähige Schicht 24 aufgebracht ist (vgl. hierzu insbesondere Figur 3). Bei außenliegenden Beidrähten muss die äußere Seite der äußeren Schirmfolie 16 ebenfalls als eine leitfähige Schicht 24 ausgebildet sein. Die äußere Schirmfolie 16 ist dann beispielsweise eine Trägerschicht 22 mit beidseitig aufgebrachten leitfähigen Schichten 24 oder eine Metallfolie, die beidseitig grundsätzlich leitfähige Schichten 24 hat.

[0041] Die beiden Schirmfolien 14, 16 sind dabei derart orientiert, dass ihre jeweils leitfähigen Schichten 24 einander zugewandt sind und sich insbesondere wechselseitig berühren, sodass also die beiden leitfähigen Schichten 24 elektrisch leitend kontaktiert sind.

[0042] Wie aus Figur 2 hervorgeht ist die innere Schirmfolie 14 helixförmig um das Adernpaar 4 gewickelt. Die Schirmfolie 14 ist dabei üblicherweise mit einer sehr geringen Steigung, also sehr eng gewickelt. Je geringer die Steigung, desto mehr verschiebt sich der unerwünschte Resonanzeffekt zu höheren Frequenzen. Typischerweise beträgt die Steigung nur wenige mm, beispielsweise im Bereich von 2 bis 6 mm, d.h. pro 360° Umwicklung propagiert die Schirmfolie um 2 bis 6 mm in Längsrichtung 28.

[0043] Die innere Schirmfolie 14 ist mit einem Überlapp 26 gewickelt, das heißt einander in Längsrichtung 28 aneinander anschließende Wicklungsabschnitte überdecken sich. Dieser Überlapp 26 liegt gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung bei etwa einem Drittel der Breite B der inneren Schirmfolie 14.

[0044] Die äußere Schirmfolie 16 ist vorzugsweise ebenfalls, jedoch gegensinnig zur inneren Schirmfolie 14 gewickelt. Sie weist beispielsweise die gleiche Steigung auf wie die innere Schirmfolie 14. Alternativ weicht die Steigung hiervon ab und ist beispielsweise geringer oder auch größer. Auch die äußere Schirmfolie 16 kann einen Überlapp aufweisen oder auf Stoß gewickelt sein.

[0045] In bevorzugter Ausgestaltung ist sie jedoch auf Lücke gewickelt, so dass ein Abstand A zwischen zwei benachbarten Wicklungsabschnitten ausgebildet ist. Der Abstand A liegt beispielsweise im Bereich von 1 bis 5% der Breite B der äußeren Schirmfolie 16.

[0046] Bei der Fixierfolie 18 handelt es sich insbesondere um eine mit einer Klebeschicht versehene Kunststoff-Trägerfolie. Diese ist vorzugsweise auch gewickelt (in Figur 2 nicht dargestellt).

[0047] Anhand der vergrößerten, ausschnittsweisen Darstellung gemäß Figur 3 der Paarschirmung 6 in einem Überlappbereich ist zu erkennen, dass die innere Schirmfolie 14 in ihren gegenüberliegenden Randbereichen, also im Überlappbereich 26 mit der leitfähigen Schicht 24 nach außen zeigt. In den Randbereichen ist daher die innere Schirmfolie 14 nicht umgeschlagen. Im Überlappbereich 26 weist die innere Schirmfolie 14 daher eine alternierende Schichtfolge zwischen Trägerschicht 22 und leitfähiger Schicht 24 auf. Hierdurch sind daher die Randbereiche der leitfähigen Schicht 24 der inneren Schirmfolie 14 im Überlappbereich 26 zueinander isolierend getrennt, was zu dem eingangs beschriebenen Schwingkreis mit der unerwünschten Resonanzfrequenz führt, wodurch insbesondere bei höheren Frequenzen > 5 Ghz unerwünschte Dämpfungen in Folge der Resonanzeffekte auftreten. Durch die hier beschriebene zusätzliche Maßnahme der äußeren Schirmfolie 16 werden diese unerwünschten Effekte zumindest verringert. Gleichzeitig wird durch die im Ausführungsbeispiel der Figur 3 gewählte Überlappung 26 das unerwünschte Common-Mode Signal gedämpft.

[0048] Üblicherweise sind in einem Datenkabel 2 mehrere Leitungen 30 in einem Kabelkern 32 zusammengefasst, wie dies in den Figuren 4, 5 dargestellt ist. Bei den beiden Varianten handelt es sich bei den Leitungen jeweils um geschirmte Paare 30. Daneben können jedoch auch andere Leitungstypen integriert sein.

[0049] Die beiden in den Figuren 4, 5 dargestellten Varianten des Datenkabels 2 unterscheiden sich insbesondere im Hinblick auf den Aufbau der einzelnen geschirmten Paare 30. Bei der Variante gemäß Figur 4 werden geschirmte Paare 30 verwendet, wie sie zu der Fig. 1 beschrieben wurden.

[0050] Bei der Variante gemäß der Figur 5 wird eine alternative Ausgestaltung verwendet. Bei dieser sind zwei Beidrähte 20 außen zwischen der äußeren Schirmfolie 16 und der Fixierfolie 18 angeordnet.

[0051] In beiden Varianten sind bevorzugt - wie im Ausführungsbeispiel dargestellt - zunächst zwei geschirmte Paare 30 von einer Plastikfolie umwickelt. Dieser Kernbereich ist anschließend umfangsseitig von mehreren weiteren, im Ausführungsbeispiel 6 geschirmten Paaren 30 umgeben.

[0052] Diese und damit der Kabelkern 32 ist vorzugsweise von einem mehrlagigen Mantelaufbau umgeben. Der Kabelkern 32 ist bei derartigen Datenkabeln 2 generell von einem gemeinsamen Außenschirm 34 umgeben. Im Ausführungsbeispiel ist zusätzlich noch eine innere Lage aus einer Plastikfolie um den Kabelkern 32 gewickelt.

[0053] Der Außenschirm 34 ist im Ausführungsbeispiel mehrlagig ausgebildet mit einer Kombination aus einer Folienschirmung 36 und beispielsweise einem Geflechtschirm 38. Schließlich ist dieser Außenschirm 34 von einem gemeinsamen Kabelmantel 40 umgeben.

[0054] In Figur 6 ist die sogenannte Einfügedämpfung I von verschiedenen geschirmten Paaren unterschiedlichen Typs gegenüber der Frequenz des übertragenen Datensignals (in GHz) gegenübergestellt. Die Kurven A und B zeigen hierbei herkömmliche Ausführungsvarianten. Die Kurve A repräsentiert ein geschirmtes Paar, welches lediglich von einer einlagigen Schirmfolie umwickelt ist. Die Kurve B repräsentiert demgegenüber ein geschirmtes Paar, welches mit einer längs gefalteten Schirmfolie umgeben ist.

[0055] Die Kurve B gibt darüber hinaus tendenziell auch einen Verlauf an, wie er sich bei der zuvor beschriebenen Wicklungsvariante mit der mit nur geringem Überlapp 26 gewickelten inneren Folie 14 ergibt.

[0056] Kurve C zeigt eine Variante zeigt einen Verlauf, wie er beispielsweise mit der kürzesten Steigung der Wicklung einer Al-PET Folie z.B. bei der Verwendung eines 26AWG-Drahtes (American Wire Gauge). Durch eine extrem kurze Wicklung lässt sich daher die Grenzfrequenz zu höheren Frequenzen verschieben.

[0057] Kurve D gibt den Verlauf der an, wie er sich bei der zuvor beschriebenen zweiten Variante ergibt, bei der die die äußere Schirmfolie 16 vorzugsweise mit einem kleinen Abstand A im Bereich von beispielsweise etwa 3% der Breite der Schirmfolie 16 auf Lücke gewickelt ist, wie dies zu Figur 2 beschrieben wurde. Gleichzeitig ist die innere Schirmfolie 14 vorzugsweise mit großem Überlapp 26 von beispielsweise etwa 30% der Breite gewickelt.

[0058] Wie gut zu erkennen ist, nimmt die Einfügedämpfung für ein herkömmliches mit einer gewickelten Paarschirmung versehenes Adernpaar (Kurve A) ab einer Signalfrequenz von etwa 5 GHz stark zu. Ein derartiges Datenkabel eignet sich daher für höhere Signalfrequenzen daher nur noch bedingt.

[0059] Dem gegenüberliegend zeigt ein mit einer längs gefalteten Schirmfolie versehenes Adernpaar 4 (Kurve B) auch bei höheren Frequenzen > 5 Ghz eine deutlich geringere Zunahme der Dämpfung auch bis in hohe Frequenzbereiche von weit über 25 GHz. Wie eingangs jedoch ausgeführt wurde, wird dies mit einer unerwünschten Zunahme des sogenannten Common-Mode Signals erkauft.

[0060] Durch die hier beschriebene spezielle Paarschirmung 6 nähert sich der Verlauf der Einfügedämpfung demjenigen Verlauf an, wie er bei längs gefalteten Paarschirmungen (Kurve B) erzielt wird. Eine derartige aus den beiden Schirmfolien 14, 16 gebildete Paarschirmung 16 zeigt daher auch bei höheren Frequenzen oberhalb von 10 Ghz weiterhin noch eine vertretbare Dämpfung, sodass sich ein derartiges Datenkabel 2 auch für die Übertragung von hochfrequenten Datensignalen eignet.

[0061] In Summe ergeben sich durch den hier beschriebenen speziellen Aufbau der Paarschirmung 6 folgende Vorteile: Der Resonanzeffekt (welcher eine Art Bandsperre bildet) ist verhindert oder zumindest zu deutlich höheren Frequenzen verschoben. Gleichzeitig wird eine wirksame Unterdrückung des Common Mode Signals durch die Überlappung 26 erreicht. Es werden insgesamt die Nachteile einer längsgefalteten Paarschirmung deutlich reduziert, gleichzeitig wird der unerwünschte Resonanzeffekt bei gewendelten Schirmungen zumindest auf einen nicht störenden Frequenzbereich größer 10 GHz und bevorzugt größer 15 oder 20 GHz ausgeweitet. Auch wird durch die helixförmige Umwicklung eine vereinfachte Herstellung erreicht. Bei längsgefalteten Paarschirmungen erfordert die Folienformung nämlich einen höheren Verschleiß. Auch erzeugt die Überlappungsstelle eine Asymmetrie und insgesamt sind die Paare durch die Längsfolie weniger flexibel. Weiterhin weist für die Fertigung die längslaufende Folie Nachteile auf. So erfordert jede einzelnen Abmessungen eine eigene Formeinheit.

Bezugszeichenliste

[0062]

2	Datenkabel
4	Adernpaar
6	Paarschirmung
8	Ader
10	Leiter
12	Isolierung
14	innere Schirmfolie
16	äußere Schirmfolie
18	Fixierfolie
20	Beidraht
22	Trägerschicht
24	leitfähige Schicht
26	Überlapp
28	Längsrichtung
30	Leitung
32	Kabelkern
34	Außenschirm
36	Folienschirmung
38	Geflechtschirm
40	Kabelmantel
B	Breite
A	Abstand

Patentansprüche

1. Datenkabel (2) für High-Speed Datenübertragungen mit zumindest einem Adernpaar (4), das aus zwei Adern (8) besteht, die von einer folienartigen Paarschirmung (6) umgeben sind, wobei
die Paarschirmung (6) eine innere Schirmfolie (14) sowie eine äußere Schirmfolie (16) aufweist und die beiden Schirmfolien (14,16) einander elektrisch kontaktieren und die innere Schirmfolie (14) um das Adernpaar (4) gewickelt ist, die äußere Schirmfolie (16) mit Lücke um die innere Schirmfolie (14) gewickelt ist

dadurch gekennzeichnet,
dass die Lücke im Bereich von 1 bis 10% der Breite der äußeren Schirmfolie (16) liegt und dass die innere Schirmfolie (14) mit einer Überlappung (26) im Bereich zwischen 20% bis 40% der Breite (B) der inneren Schirmfolie (14) gewickelt ist.

2. Datenkabel (2) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet,**
dass es mehrere Adernpaare (4) aufweist, und jedes der Adernpaare (4) mit der Paarschirmung (6) aus den beiden Schirmfolien (14,16) umgeben ist.

3. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Adern (8) parallel zueinander verlaufen.

4. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest die innere Schirmfolie (14) mehrschichtig ausgebildet ist mit einer leitfähigen Schicht (24) und mit einer Trägerschicht (22).

5. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden Schirmfolien (14,16) mit leitfähigen Schichten (24) einander zugewandt sind.

6. Datenkabel (2) nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass die äußere Schirmfolie (16) gegenläufig zu der inneren Schirmfolie (14) gewickelt ist.

7. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein mit zumindest einer der Schirmfolien (14,16) kontaktierter Beidraht (20) angeordnet ist, der wahlweise zwischen den Schirmfolien (14,16) oder außerhalb der äußeren Schirmfolie (16) angeordnet ist.

8. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass für ein jeweiliges Adernpaar (4) um die Paarschirmung (6) ergänzend eine Fixierfolie (18) gewickelt ist.

9. Datenkabel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass es einen Kabelkern (32) mit mehreren Leitungen (30) aufweist, wobei zumindest eine, vorzugweise mehrere der Leitungen (30) durch ein jeweiliges mit der Paarschirmung (6) versehenes Adernpaar (4) gebildet ist und dass der Leitungskern (32) von einem Außenschirm (34) umgeben ist.

Claims

1. Data cable (2) for high-speed data transmissions having at least one core pair (4) comprised of two cores (8), which are surrounded by a film-like pair shield (6), wherein
the pair shield (6) is provided with an inner shielding film (14) and an outer shielding film (16) and the two shielding films (14, 16) are in mutual electrical contact, and the inner shielding film (14) is wound around the core pair (4), the outer shielding film (16) is wound around the inner shielding film (14) in a gapped arrangement, **characterized in that** the gapped arrangement lies within a range from 1 to 10% of the width of the outer shielding film (16) and **in that** the inner shielding film (14) is wound with an overlap (26) within a range between 20% and 40% of the width (B) of the inner shielding film (14).

2. Data cable (2) according to the preceding claim, **characterized in that**
it comprises a plurality of core pairs (4), and each of the core pairs (4) is surrounded by the pair shielding (6) comprised of the two shielding films (14, 16).

3. Data cable (2) according to one of the preceding claims, **characterized in that**
the cores (8) are configured in a mutually parallel arrangement.

4. Data cable (2) according to one of the preceding claims, **characterized in that**
at least the inner shielding film (14) is configured in a multi-layer arrangement, and comprises a conductive layer (24) and a substrate (22) .

5. Data cable (2) according to one of the preceding claims, **characterized in that**
the two shielding films (14, 16) are configured with conductive layers (24) in a mutually facing arrangement.

6. Data cable (2) according to the preceding claim, **characterized in that** the outer shielding film (16) is wound in the opposite direction to the inner shielding film (14).

7. Data cable (2) according to one of the preceding claims, **characterized in that**
one sheath wire (20), which is bonded to at least one of the shielding films (14, 16), is arranged either between the shielding films (14, 16) or on the outer side

of the outer shielding film (16).

8. Data cable (2) according to one of the preceding claims, **characterized in that**
a fixing film (18) is additionally wound around the pair shielding (6) of each respective core pair (4).

9. Data cable (2) according to one of the preceding claims, **characterized in that**
it comprises a cable core (32) with a plurality of conductors (30), wherein at least one, and preferably a plurality of conductors (30) are constituted respectively by a core pair (4) provided with the pair shielding (6), and **in that** the conductor core (32) is surrounded by an outer shielding (34).

Revendications

1. Câble de données (2) pour transmissions de données à haut débit, comprenant au moins une paire de conducteurs (4), qui se compose de deux conducteurs (8) qui sont entourés par un blindage de paire (6) de type à film,
le blindage de paire (6) possédant un film de blindage interne (14) ainsi qu'un film de blindage externe (16) et les deux films de blindage (14, 16) étant mis en contact électrique l'un avec l'autre et le film de blindage interne (14) étant enroulé autour de la paire de conducteurs (4), le film de blindage externe (16) étant enroulé avec un interstice autour du film de blindage interne (14)
caractérisé en ce
que l'interstice est compris dans la plage de 1 à 10 % de la largeur du film de blindage externe (16) et **en ce que** le film de blindage interne (14) est enroulé avec un chevauchement (26) dans la plage de 20 % à 40 % de la largeur (B) du film de blindage interne (14).

2. Câble de données (2) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'**il possède plusieurs paires de conducteurs (4) et chacune des paires de conducteurs (4) est entourée par le blindage de paire (6) constitué des deux films de blindage (14, 16).

3. Câble de données (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les conducteurs (8) suivent un tracé parallèle les uns aux autres.

4. Câble de données (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins le film de blindage interne (14) est de configuration multicouche avec une couche conductrice (24) et une couche porteuse (22).

5. Câble de données (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les deux films de blindage (14, 16) se font mutuellement face avec des couches conductrices (24).

6. Câble de données (2) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le film de blindage externe (16) est enroulé en sens inverse du film de blindage interne (14).

7. Câble de données (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un fil de masse (20) mis en contact avec au moins l'un des films de blindage (14, 16) est disposé, lequel est disposé au choix entre les films de blindage (14, 16) ou en-dehors du film de blindage externe (16).

8. Câble de données (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pour une paire de conducteurs (4) respective, un film de blocage (18) est enroulé en complément autour du blindage de paire (6).

9. Câble de données (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il possède une âme de câble (32) comprenant plusieurs lignes (30), au moins une, de préférence plusieurs des lignes (30) étant formées par une paire de conducteurs (4) respective munie du blindage de paire (6) et **en ce que** l'âme de câble (32) est entourée par un blindage externe (34).

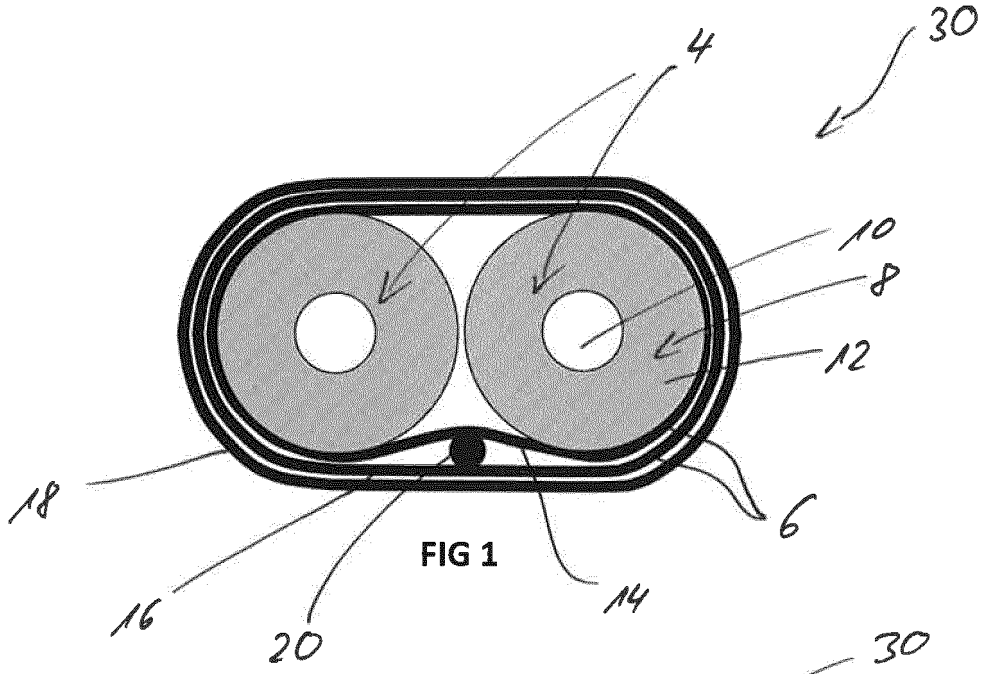


FIG 1

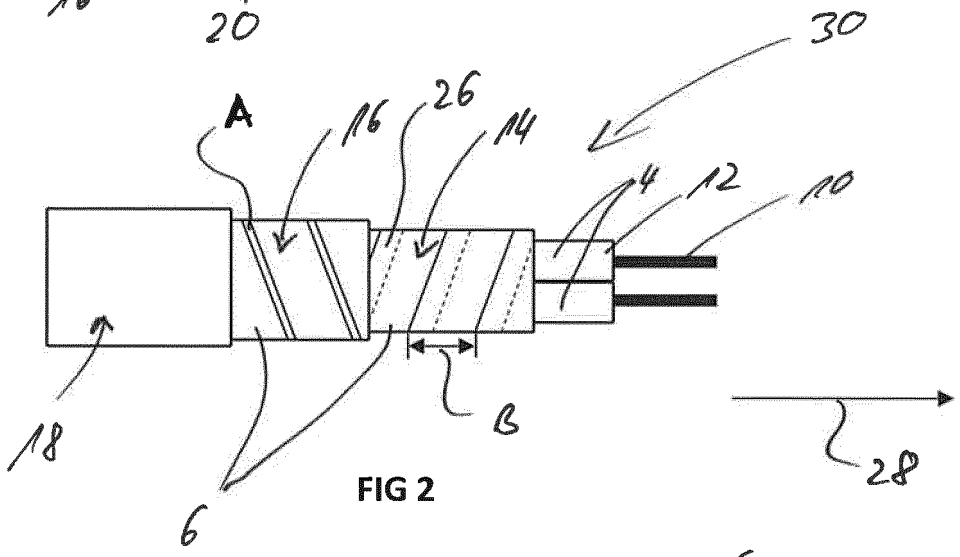


FIG 2

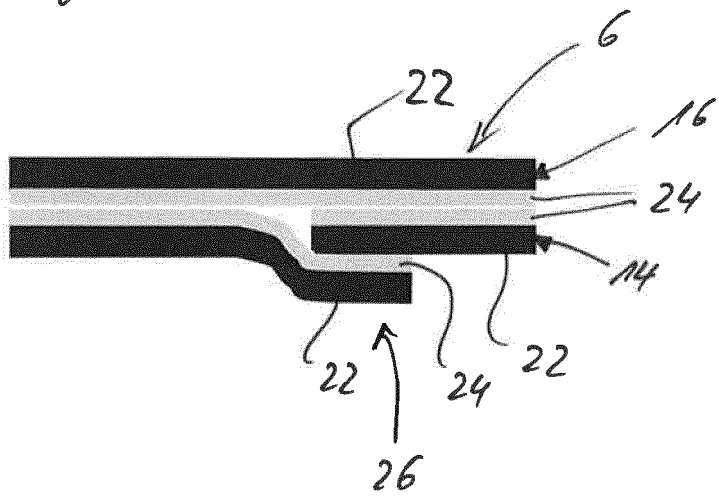


FIG 3

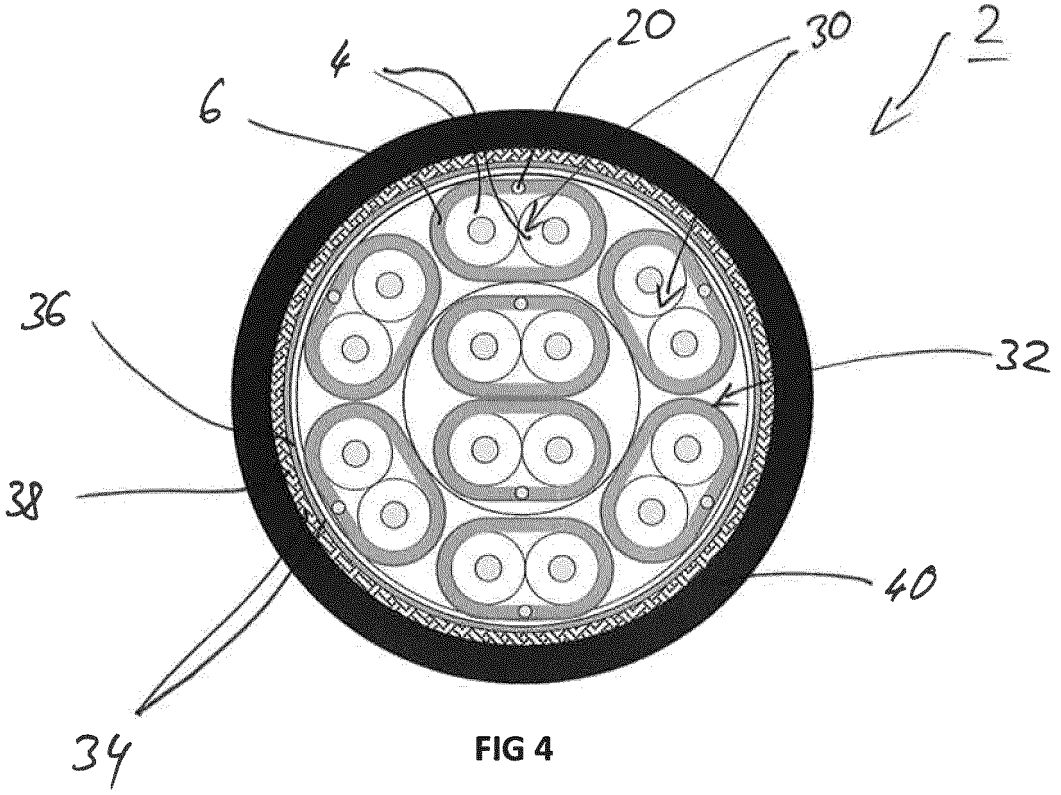


FIG 4

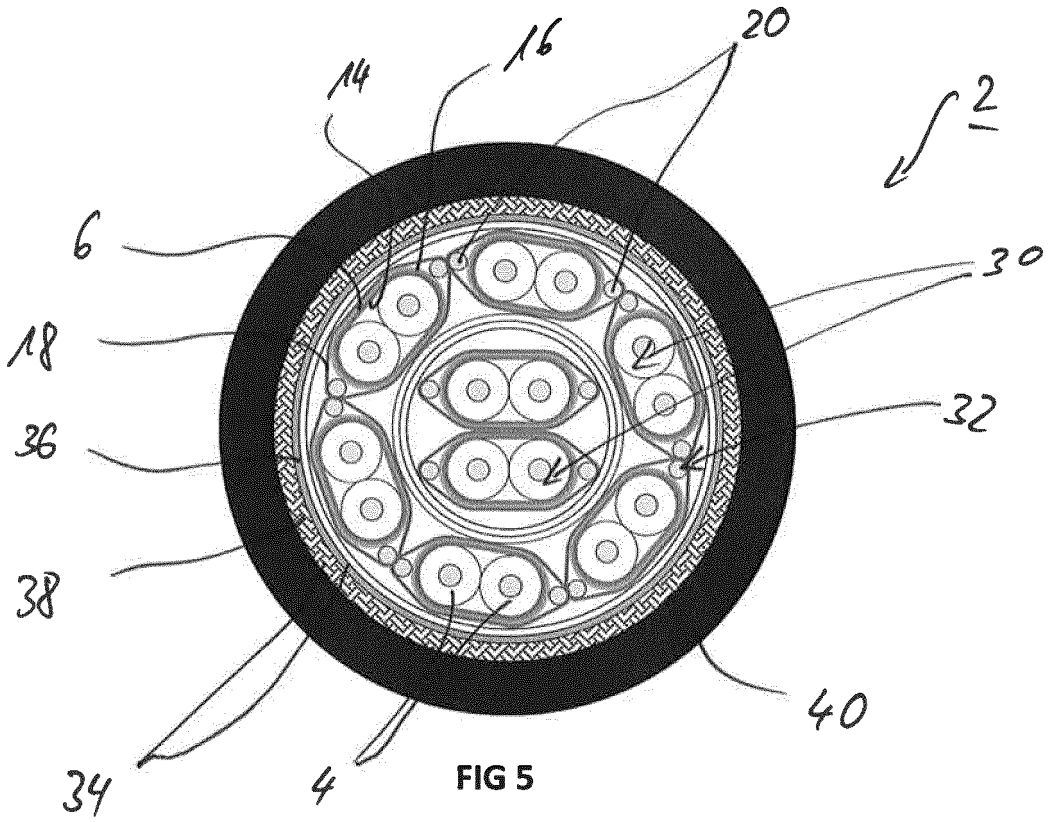


FIG 5

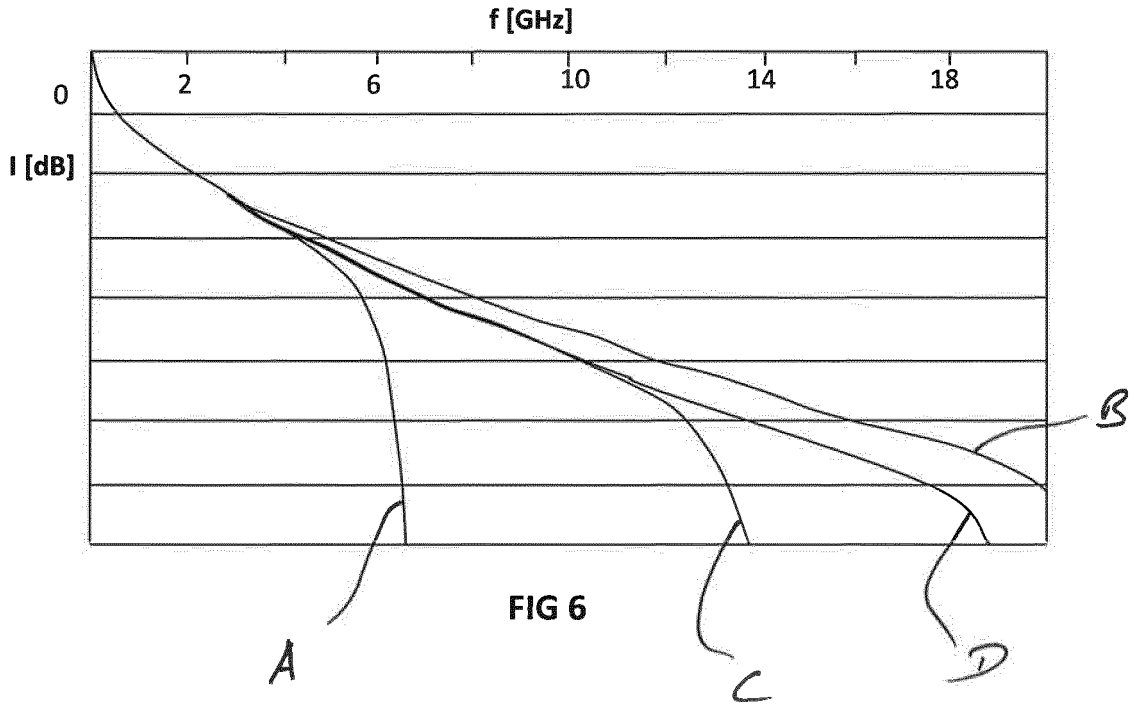


FIG 6

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 20120145429 A1 **[0002] [0012]**
- WO 2011072869 A1 **[0005]**
- WO 2011089003 A1 **[0005]**
- EP 2112669 A2 **[0007]**
- US 2004245009 A1 **[0013]**
- JP 2014017131 A **[0014]**
- DE 102013225794 **[0031]**