



(10) **DE 20 2014 009 498 U1** 2015.02.26

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2014 009 498.5**  
(22) Anmeldetag: **28.11.2014**  
(47) Eintragungstag: **15.01.2015**  
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **26.02.2015**

(51) Int Cl.: **H01B 11/04 (2006.01)**  
**H01B 11/08 (2006.01)**  
**H01B 11/10 (2006.01)**

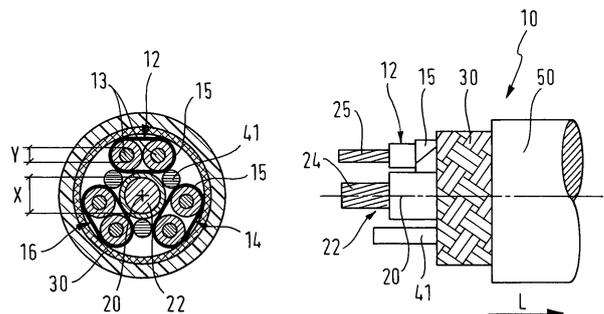
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**ROSENBERGER Hochfrequenztechnik GmbH &  
Co. KG, 83413 Fridolfing, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:  
**Zeitler Volpert Kandlbinder Patentanwälte  
Partnerschaft mbB, 80539 München, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kabel mit verseilten Aderpaaren**

(57) Hauptanspruch: Kabel (10) mit mindestens zwei Aderpaaren (12, 14, 16), die jeweils zur Übertragung eines differentiellen Datensignals eingerichtet sind, insbesondere USB-Kabel, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Aderpaare (12, 14, 16) in Kabellängsrichtung (L) schraubenlinienförmig um ein gemeinsames Verseilungszentrum (20) herum verlaufen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kabel mit mindestens zwei Aderpaaren, die jeweils zur Übertragung eines differentiellen Datensignals eingerichtet sind. Insbesondere betrifft die Erfindung ein USB-Kabel wie etwa ein USB-3.0-Kabel oder ein USB-3.1-Kabel.

**[0002]** Die Übertragung von USB-Signalen ist für verschiedenste technische Anwendungen erforderlich. Bspw. kann in einem hinteren Teil eines Fahrzeugs eine USB-Buchse zum Einstecken von USB-Endgeräten gewünscht sein, so dass ein USB-Kabel von vorne nach hinten durch das Fahrzeug geführt werden muss. Auch können USB-Buchsen bzw. USB-Anschlüsse an verschiedenen Orten (Büros, öffentliche Einrichtungen, Transportmittel etc.) zum Anschließen von USB-Endgeräten erforderlich sein, wobei zu diesem Zweck USB-Kabel zu verlegen sind.

**[0003]** Herkömmliche USB2-Schnittstellen (bspw. USB 2.0 Schnittstellen) weisen nur ein Signal-Aderpaar (D+ und D-) und ein Aderpaar zur Stromversorgung (GND, VBUS) auf. Die Datenübertragung erfolgt symmetrisch über das Signal-Aderpaar, wobei durch die eine Ader des Signal-Aderpaars das Datensignal („Signalteil“) und durch die andere Ader das dazu jeweils invertierte Datensignal („Referenzteil“) übertragen wird. Ein Kabel zur Übertragung von USB2-Signalen weist zu diesem Zweck als Signalleiterpaar zwei verdrehte und abgeschirmte Adern auf, um Übertragungsstörungen möglichst zu vermeiden. Der Signalempfänger ermittelt die Differenzspannung des über das Signal-Aderpaar differentiell übertragenen Datensignals, so dass auf beide Adern des Signal-Aderpaars in gleichem Umfang einwirkende Störungen eliminiert werden.

**[0004]** Vor einigen Jahren wurde der USB3-Standard eingeführt. USB3-Schnittstellen (bspw. USB3.0 Schnittstellen) weisen neben den oben erläuterten Anschlüssen (D+, D-, GND, VBUS) mindestens zwei zusätzliche Signal-Aderpaare (SSTX+ und SSTX-; SSRX+ und SSRX-) auf. Über jedes dieser beiden Signal-Aderpaare wird ein differentielles Datensignal übertragen. Insgesamt werden hierdurch höhere Datenraten erreicht als mit dem herkömmlichen USB2-Standard.

**[0005]** Ein herkömmliches USB-3.0-Kabel ist in **Fig. 2** dargestellt. Gezeigt sind drei jeweils verdrehte Aderpaare (twisted pairs **112**, **114**, **116**), die jeweils zur Übertragung eines differentiellen Datensignals eingerichtet sind. Angrenzend an die verdrehten Aderpaare kann jeweils ein Masseleiter in Form eines Drain Wire **115** vorgesehen sein. Hinzu kommen zwei (nicht verdrehte) Adern **122**, **124** zur Stromversorgung. Die einzelnen Aderpaare sind jeweils von einem Folienschirm umgeben, und alle Adern werden von einem gemeinsamen Schirm **130** und einem

Schutzmantel **150** umlaufen. Zusätzlich können Fülllemente **140** vorgesehen sein, um ein im Schnitt rundes Kabel sicherzustellen.

**[0006]** Es hat sich herausgestellt, dass bei einer solchen herkömmlichen Aderanordnung je nach Verlauf und Abstand zwischen den Aderpaaren im Kabel ein unterschiedlich starkes Übersprechen zwischen den einzelnen Aderpaaren auftreten kann. Ferner ist ein herkömmliches USB-3.0-Kabel vergleichsweise dick, was eine einfache und raumsparende Montage schwierig macht.

**[0007]** In Anbetracht der beschriebenen Probleme ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein eingangs beschriebenes Kabel kompakter auszugestalten und gleichzeitig einen zufriedenstellenden Schutz gegenüber äußeren Störungen und Störungen durch benachbarte Aderpaare zu gewährleisten.

**[0008]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Kabel gemäß Schutzanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben. Bei dem erfindungsgemäßen Kabel verlaufen die mindestens zwei Aderpaare in Kabellängsrichtung schraubenlinienförmig um ein gemeinsames Verseilungszentrum herum.

**[0009]** Mit anderen Worten sind nicht die einzelnen Adern eines Aderpaars jeweils miteinander verdreht, sondern die Aderpaare sind um ein gemeinsames Verseilungszentrum herum miteinander verseilt. Ferner sind durch die erfindungsgemäße Verseilung der gegenseitige Verlauf der einzelnen Aderpaare und der Abstand zu den jeweils benachbarten Aderpaaren entlang des Kabels jeweils vorherbestimmt, so dass mit einer vorhersagbaren, konstanten Übersprechstärke pro Kabeleinheitslänge gerechnet werden kann. Im Übrigen kann das Kabel aufgrund des geordneten Verlaufs der einzelnen Aderpaare um das Verseilungszentrum herum kompakter und damit auch dünner und raumsparender ausgestaltet werden als herkömmliche Kabel, wodurch der Montageaufwand und die Transportkosten verringert werden können.

**[0010]** Gegenüber herkömmlichen Kabeln mit vergleichbaren Innenleiter- bzw. Aderquerschnitten wie etwa einem USB-3.x-Kabel, wie es in **Fig. 2** dargestellt ist, ist durch die erfindungsgemäße Anordnung der Aderpaare eine Verringerung des Kabeldurchmessers um etwa 20% bis etwa 40%, insbesondere um etwa 30% möglich. So haben herkömmliche USB-3-Kabel mit vergleichbaren Aderquerschnitten etwa einen Kabeldurchmesser zwischen 7 mm und 8 mm. Ein erfindungsgemäßes USB-3-Kabel hat dagegen einen Kabeldurchmesser zwischen 5 und 6 mm, insbesondere etwa 5,5 mm.

**[0011]** Vorzugsweise weist das erfindungsgemäße Kabel genau drei schraubenlinienförmig um das gemeinsame Verseilungszentrum herumverlaufende Aderpaare auf. Wenn das Kabel ein USB 3.x-Kabel ist, stellen die drei Aderpaare die eingangs beschriebenen Leiterpaare SSTX+ und SSTX-; SSRX+ und SSRX-; D+ und D- dar. Alternativ sind auch vier und mehr Aderpaare, die jeweils zur Übertragung eines differentiellen Signals eingerichtet sind, möglich.

**[0012]** Im Hinblick auf eine besonders kompakte Ausgestaltung des Kabels hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass das gemeinsame Verseilungszentrum eine vorzugsweise in der Kabelmitte verlaufende weitere Ader aufweist, insbesondere die stromführende Ader (VBUS) des USB-Kabels. Durch ein entlang der Kabelmitte verlaufendes Verseilungszentrum in Form einer weiteren Ader, die helixartig von den Aderpaaren umlaufen wird, kann ferner auf einfache Weise eine gewünschte Rundheit des Kabels sichergestellt werden, ohne dass zahlreiche Füllelemente erforderlich sind.

**[0013]** Vorzugsweise weist die weitere Ader einen Leiter mit größerer Querschnittsfläche auf als die Leiter der differentiellen Aderpaare. Hierdurch kann zum einen die Fertigung der Verseilung um die weitere Ader herum vereinfacht werden. Bspw. kann die weitere Ader eine umso größere Querschnittsfläche haben, je mehr Aderpaare um sie herum zu verseilen sind. Ferner können höhere Stromstärken bzw. höhere elektrische Leistungen über eine Ader mit größerem Leiterquerschnitt übertragen werden. Die Leiterdurchmesser der einzelnen Adern der Aderpaare sind vorzugsweise weniger als halb so groß wie der Leiterdurchmesser der weiteren Ader.

**[0014]** Im Hinblick auf ggf. erforderliche hohe Stromstärken von 2 A und mehr, die bspw. zum schnellen Laden mobiler Endgeräte über den USB-Port benötigt werden, hat es sich als zweckmäßig erwiesen, dass die Querschnittsfläche des Leiters der weiteren Ader größer ist als  $0,5 \text{ mm}^2$  und kleiner ist als  $1,5 \text{ mm}^2$ , insbesondere etwa  $0,75 \text{ mm}^2$  beträgt. Insbesondere bei einem Einsatz des erfindungsgemäßen Kabels im Automobilbereich kann in diesem Fall auf das Verlegen weiterer Stromkabel zusätzlich zu dem USB-Kabel verzichtet werden, da bereits über das erfindungsgemäße Kabel hohe elektrische Leistungen übertragbar sind.

**[0015]** Vorzugsweise weist der Leiter der weiteren Ader zehn oder mehr, insbesondere 15 oder mehr Kupferdrähte mit einem Durchmesser von jeweils weniger als  $0,5 \text{ mm}$ , insbesondere weniger als  $0,25 \text{ mm}$  auf. Die Isolierung der weiteren Ader kann aus einem aus HF-technischer Sicht „schlechten“ Material, also aus einem Material mit hohem Verlustfaktor bzw. hoher Dämpfung bestehen. Bspw. ist die Isolierung der weiteren Ader eine PVC-Isolierung. Auf die-

se Weise kann die Ausbreitung von Störungen innerhalb des Kabels, die bspw. zu einer erhöhten Verkopplung der SSTX/SSRX-Aderpaare untereinander führen können, zusätzlich bedampft werden.

**[0016]** USB-Kabel weisen regelmäßig eine Schirmung, bspw. in Form eines Geflechschirms auf. Auch bei dem erfindungsgemäßen Kabel ist vorzugsweise ein solcher alle Aderpaare umlaufender gemeinsamer Schirm vorgesehen. Dieser Schirm ist vorzugsweise geerdet und bildet besonders bevorzugt den Masseleiter (GND) des Kabels. Damit kann auf den bei herkömmlichen USB-Kabeln in Form einer weiteren Ader vorhandenen Masseleiter (Bezugszeichen **124** in **Fig. 2**) im Kabel verzichtet werden. Mit anderen Worten bildet der ohnehin vorhandene Schirm den Masseleiter, wodurch die Kompaktheit des Kabels bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Schirmwirkung weiter verbessert werden kann. Insbesondere ist es in diesem Fall möglich, das Verseilungszentrum in Form einer Einzelader, nämlich der stromführenden Ader des USB-Kabels, auszubilden, was die Herstellung des verseilten Kabels einfacher macht, da keine weiteren störenden Adern vorhanden sind.

**[0017]** Im Hinblick auf ein wirksames Unterdrücken von äußeren Störungen hat es sich als zweckmäßig erwiesen, dass die Schlaglänge des schraubenlinienförmigen Verlaufs der einzelnen Aderpaare größer ist als  $40 \text{ mm}$  und kleiner ist als  $120 \text{ mm}$ , bevorzugt größer ist als  $60 \text{ mm}$  und kleiner ist als  $100 \text{ mm}$ , insbesondere etwa  $80 \text{ mm}$  beträgt. Die Schlaglänge ist die Länge der Strecke in Kabellängsrichtung, die ein Aderpaar für eine Windung um  $360^\circ$  um das Verseilungszentrum benötigt.

**[0018]** Gleichzeitig ist vorzugsweise in (allen) durch das Kabel verlaufenden Querschnittebenen der Abstand zwischen den Adern eines Aderpaars kleiner als der Abstand zwischen benachbarten Aderpaaren. Insbesondere liegen die beiden Adern von zumindest zwei Aderpaaren unmittelbar aneinander an, während sie jeweils einen Abstand zu der nächst benachbarten Ader des nächstliegenden Aderpaars einhalten. Zu diesem Zweck können Abstandhalteelemente zwischen den einzelnen Aderpaaren vorgesehen sein, wobei die Abstandhalteelemente zusammen mit den Aderpaaren um das gemeinsame Verseilungszentrum herum verseilt sein können. Hierdurch verlaufen die einzelnen Aderpaare besonders geordnet und in kompakter Anordnung durch das Kabel.

**[0019]** Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung sind die beiden Adern von zumindest zwei Aderpaaren jeweils benachbart zueinander angeordnet, während die beiden Adern zumindest eines dritten Aderpaars voneinander beabstandet angeordnet sind. Bspw. sind die beiden Adern des dritten Aderpaars auf einander entgegengesetzten Seiten des

Verseilungszentrums und/oder jeweils um etwa 90° versetzt zu den beiden anderen Aderpaaren angeordnet. Vorzugsweise ist das dritte Aderpaar das High-Speed-Aderpaar (D+ und D-) des USB-Kabels, und die anderen beiden Aderpaare sind die Super-Speed-Aderpaare (SSTX+ und SSTX-; SSRX+ und SSRX-) des USB-Kabels. Wichtig ist dabei, dass auch die Adern des zumindest einen dritten Aderpaars um das gemeinsame Verseilungszentrum herum verseilt sind. Vorzugsweise weisen zumindest zwei Aderpaare eine eigene Schirmung, bevorzugt in Form eines das Aderpaar umhüllenden Folienschirms auf. Die Folienschirme der einzelnen Aderpaare können dabei im Hinblick auf eine kompakte Anordnung jeweils tangential an der das Verseilungszentrum bildenden weiteren Ader anliegen.

**[0020]** Bei einer ersten möglichen Ausführungsform der Erfindung weisen alle Aderpaare des Kabels, im Falle eines USB-3-Kabels alle drei Aderpaare, eine eigene Schirmung auf. Bei einer zweiten möglichen Ausführungsform der Erfindung weisen zumindest zwei Aderpaare des Kabels, im Falle eines USB-3-Kabels die beiden Super-Speed-Paare, eine eigene Schirmung auf, aber zumindest ein drittes Aderpaar des Kabels, im Falle eines USB-3-Kabels das High-Speed-Paar D+, D-, weist keine eigene Schirmung auf. In diesem letztgenannten Fall ist es vorteilhaft, wenn die Adern des dritten Aderpaars im Kabel weit voneinander beabstandet, bevorzugt auf einander entgegengesetzten Seiten des Verseilungszentrums angeordnet sind. Insbesondere ist es in diesem letztgenannten Fall vorteilhaft, wenn die beiden Adern des dritten Aderpaars angrenzend an den alle Aderpaare umlaufenden gemeinsamen Schirm („Summenschirm“) angeordnet sind, so dass eine maximale Kopplung dieser Adern zu dem geerdeten Summenschirm sichergestellt ist. In diesem Fall kann von einer „quasi-massebezogenen Übertragung“ über das dritte Aderpaar gesprochen werden, bei guter Entkopplung zu der zentral im Kabel verlaufenden stromführenden Ader. Das von den Adern des dritten Aderpaars ausgehende elektrische Feld orientiert sich nämlich jeweils zu dem nahegelegenen Summenschirm hin, nicht jedoch in Richtung der Kabelmitte, in der die stromführende Ader verläuft.

**[0021]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kontaktieren die die Aderpaare umlaufenden Schirmungen wie etwa die Folienschirme jeweils elektrisch den oben erläuterten gemeinsamen Schirm des Kabels, der alle Aderpaare umläuft („Summenschirm“). Wenn der Summenschirm geerdet ist, sind damit auch die einzelnen Aderpaarschirme geerdet bzw. auf einem gemeinsamen elektrischen Niveau. Dabei hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, wenn herstellungsbedingt vorhandene Spalte in den Folienschirmen jeweils radial nach außen weisen und damit dem Summenschirm zugewandt sind. Ferner kann in diesem

Fall auf Masseleiter wie etwa Drain Wires verzichtet werden, die bei herkömmlichen Kabeln regelmäßig zusätzlich zu den beiden Adern des Aderpaars innerhalb der Folienschirme vorgesehen sind.

**[0022]** Ferner hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, dass in (allen) durch das Kabel verlaufenden Querschnittebenen die einzelnen Adern der Aderpaare jeweils im Wesentlichen denselben Abstand zu dem Verseilungszentrum aufweisen. Mit anderen Worten liegen die Zentren der einzelnen Adern der Aderpaare jeweils auf einem Kreis um das Verseilungszentrum.

**[0023]** Die Kompaktheit des Kabels kann weiter verbessert werden, indem die Aderpaare in (allen) durch das Kabel verlaufenden Querschnittebenen im Wesentlichen drehsymmetrisch bzgl. des Verseilungszentrums angeordnet sind. Besonders bevorzugt liegen die Aderpaare (bzw. die Zentren der Adern der Aderpaare) jeweils im Wesentlichen auf Seiten eines gleichseitigen Dreiecks oder eines Quadrats, das das Verseilungszentrum einschließt. Im Falle eines gleichseitigen Dreiecks sind maximal drei Aderpaare – jedes auf einer Seite des Dreiecks – vorgesehen, und im Falle eines Quadrats sind maximal vier Aderpaare – jedes auf einer Seite des Quadrats – vorgesehen.

**[0024]** Ein vorgesehener Abstand zwischen den einzelnen Aderpaaren kann durch seilartig in Längsrichtung des Kabels verlaufende Füllelemente sichergestellt werden, die zusammen mit den Aderpaaren schraubenlinienförmig um das gemeinsame Verseilungszentrum herum verlaufen können. Alternativ oder zusätzlich können die Füllelemente derart im Kabel angeordnet sein, dass sich insgesamt ein im Wesentlichen kreisrunder Kabelquerschnitt ergibt. Alternativ oder zusätzlich können Füllelemente vorgesehen sein, deren Querschnitt im Wesentlichen dem Querschnitt der Adern der Aderpaare entspricht, so dass nicht nur Aderpaare, sondern auch Paare von Füllelementen schraubenlinienförmig um das Verseilungszentrum herum verlaufen und insgesamt eine drehsymmetrische Anordnung ausbilden. Bspw. liegen in durch das Kabel verlaufenden Querschnittebenen drei Aderpaare und ein Paar Füllelemente auf den vier Seiten eines Quadrats und sind um das gemeinsame Verseilungszentrum herum verseilt.

**[0025]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform verlaufen neben den Aderpaaren und der zentral angeordneten weiteren Ader noch weitere Leiter in dem Kabel. Diese weiteren Leiter können je nach Bedarf zum Übertragen von Datensignalen, Steuersignalen, elektrischen Strömen o. dgl. vorgesehen sein. Die weiteren Leiter umlaufen nicht notwendigerweise das gemeinsame Verseilungszentrum schraubenlinienförmig, sondern sie können je nach Bedarf auch einen linearen Verlauf haben. Alternativ oder zusätz-

lich können die zusätzlichen Leiter anstelle der oben genannten seilartigen Füllelemente vorgesehen sein und deren Position im Kabel einnehmen.

**[0026]** Vorzugsweise kann in jeder Querschnittsebene des Kabels jedem Aderpaar eine durch das Verseilungszentrum und zwischen den Adern des Paares durchlaufende Gerade zugeordnet werden, die die Adern des Paares nicht schneidet.

**[0027]** In der nun folgenden Beschreibung wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, die erfindungswesentliche und in der Beschreibung nicht näher herausgestellte Einzelheiten der Erfindung zeigen. Dabei zeigen:

**[0028]** Fig. 1a eine Schnittansicht (links) und eine Seitenansicht (rechts) einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kabels,

**[0029]** Fig. 1b eine Schnittansicht (links) und eine Seitenansicht (rechts) einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kabels,

**[0030]** Fig. 2 eine Schnittansicht eines herkömmlichen USB-3.0-Kabels, und

**[0031]** Fig. 3 eine Schnittansicht einer dritten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kabels.

**[0032]** In Fig. 1a ist links eine Querschnittsansicht einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und rechts eine Längsansicht dieser Ausführungsform in einer teilweise aufgeschnittenen Seitenansicht dargestellt. Gezeigt ist ein USB-3.x-Kabel **10** mit insgesamt drei Aderpaaren **12**, **14**, **16**, die jeweils zur Übertragung eines differentiellen Datensignals eingerichtet sind. Jedes Aderpaar weist zwei aneinander angrenzende und nebeneinander verlaufende Adern **13** auf und ist von einem separaten Schirm **15** wie etwa einem Folienschirm umgeben.

**[0033]** Die einzelnen Adern **13** bestehen aus verzinnnten Kupferdrähten, haben einen Leiterquerschnitt zwischen 0,05 und 0,2 mm<sup>2</sup> und eine PP-Isolierung.

**[0034]** Die Aderpaare verlaufen in Längsrichtung L des Kabels **10** schraubenlinienförmig bzw. helixförmig um ein gemeinsames Verseilungszentrum **20** herum, wobei das Verseilungszentrum durch eine in der Kabelmitte verlaufende weitere Ader **22** mit großem Leiterdurchmesser X gebildet wird. Mit anderen Worten sind nicht die Adern der einzelnen Aderpaare miteinander verdreht, sondern die Aderpaare sind zum Erhalt eines Gesamtverseilungsstrangs miteinander verseilt, was zu einem besonders kompakten und stabilen Kabel führt. Die Schlaglänge der Verseilung beträgt etwa 80 mm, wobei je nach Bedarf und in Abhängigkeit von der Anzahl der Aderpaare

und des Durchmessers des Verseilungszentrums **20** andere Schlaglängen möglich sind. Der Gesamtdurchmesser des Kabels liegt zwischen 5 mm und 6 mm. Vergleichbare herkömmliche USB-Kabel haben einen Gesamtdurchmesser, der um etwa 20% bis 40% größer ist.

**[0035]** Die Querschnittsfläche des Leiters **24** der weiteren Ader **22** beträgt hier etwa 0,75 mm<sup>2</sup>, während die Querschnittsfläche der Leiter **25** der Aderpaare **12**, **14**, **16** hier etwa 0,14 mm<sup>2</sup> beträgt. Damit ist der Durchmesser Y der Leiter **25** der Aderpaare weniger als halb so groß wie der Durchmesser X des Leiters **24**. Die zentrale weitere Ader **22** ist zur Übertragung hoher Ströme von mehr als 2 A eingerichtet. Sie bildet die stromführende Ader des USB-Kabels.

**[0036]** Ferner weist das Kabel **10** einen alle Adern umlaufenden gemeinsamen Schirm **30** in Form eines Geflechts aus verzinnnten Cu-Drähten auf, der den Masseleiter des USB-Kabels bildet. Auf eine im Kabelinneren verlaufende, zusätzliche Masseader kann damit verzichtet werden. Die Folienschirme **15** der einzelnen Aderpaare kontaktieren den Summenschirm **30** elektrisch. Dabei sind nicht notwendigerweise zusätzliche Drain Wires erforderlich, die innerhalb der Folienschirme **15** verlaufen. Wie in der links dargestellten Querschnittsansicht gut erkennbar ist, sind die drei Aderpaare **12**, **14**, **16** im Wesentlichen drehsymmetrisch mit einer dreizähligen Drehsymmetrie um die weitere Ader **22** herum angeordnet. Mit anderen Worten schließen die Aderpaare jeweils einen Winkel von etwa 120° bzgl. des Verseilungszentrums **20** zwischen sich ein. Diese drehsymmetrische Anordnung wird durch jeweils zwischen den Aderpaaren **12**, **14**, **16** angeordnete, ebenfalls um das Verseilungszentrum **20** verseilte Füllelemente **41** sichergestellt.

**[0037]** Das Kabel **10** ist von einem Schutzmantel **50** umgeben, der bspw. aus PVC bestehen kann.

**[0038]** In Fig. 1b ist links eine Querschnittsansicht einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und rechts eine Längsansicht dieser Ausführungsform in einer teilweise aufgeschnittenen Seitenansicht dargestellt. Dieses Kabel **10'** ist ebenfalls ein USB-Kabel (USB-3.x-Kabel) mit insgesamt drei Aderpaaren **12**, **14**, **16** zur Übertragung jeweils eines differentiellen Datensignals. Mit Ausnahme der im Folgenden beschriebenen Merkmale entspricht das Kabel **10'** gemäß der zweiten Ausführungsform dem Kabel **10** gemäß der ersten Ausführungsform, so dass auf die obigen Ausführungen verwiesen werden kann.

**[0039]** Die drei Aderpaare **12**, **14**, **16** verlaufen ebenfalls in einer im Schnitt im Wesentlichen drehsymmetrischen Anordnung schraubenlinienförmig um das gemeinsame Verseilungszentrum **20**, das durch die

stromführende Ader **22** gebildet ist. Anders als bei der ersten Ausführungsform ist die Drehsymmetrie hier jedoch vierzählig, wobei ein Paar Füllelemente **40** den Platz eines (nicht vorhandenen) vierten Aderpaars einnimmt. Mit anderen Worten liegen die drei Aderpaare **12, 14, 16** und das Paar Füllelemente **40** in jeder Querschnittebene jeweils auf einer Seite eines das Verseilungszentrum **20** einschließenden Quadrats. Der Durchmesser der Füllelemente **40** entspricht dabei im Wesentlichen dem Durchmesser der Adern **13** der Aderpaare **12, 14, 16**.

**[0040]** Bzgl. des Verseilungszentrums **20** schließen die Aderpaare jeweils einen Winkel von etwa  $90^\circ$  zwischen sich ein.

**[0041]** Je nach Bedarf können weitere Füllelemente **40, 41** vorgesehen sein, um eine vorgegebene gegenseitige Anordnung der Aderpaare **12, 14, 16** sicherzustellen und/oder um insgesamt ein rundes Kabel ohne Dellen o. dgl. bereitzustellen. Anstelle der (nichtleitenden) Füllelemente **40, 41** können weitere Leiter im Kabel vorgesehen sein, die zur Übertragung von Daten, Signalen, Strömen o. dgl. vorgesehen sein können. Alternativ oder zusätzlich können nichtverseilte Leiter wie etwa linear verlaufende weitere Leiter im Kabel vorgesehen sein.

**[0042]** In Fig. 3 ist eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen USB-3.x-Kabels **10''** im Querschnitt dargestellt. Dieses Kabel **10''** weist zwei Aderpaare **112, 114** auf (die beiden Super-Speed-Paare des USB-Kabels), die jeweils von einem eigenen Folienschirm **15** umgeben sind, der den Summenschirm **30** elektrisch kontaktiert. Diese beiden Aderpaare **112, 114** sind auf einander entgegengesetzten Seiten der zentralen stromführenden Ader **22** angeordnet und verlaufen schraubenlinienförmig um das gemeinsame Verseilungszentrum **20** herum, das von der Ader **22** gebildet ist. Die beiden Adern eines dritten Aderpaars **116** (des High-Speed-Paars D+, D-) sind voneinander beabstandet im Kabel vorgesehen, und zwar auf einander entgegengesetzten Seiten der zentralen stromführenden Ader **22** jeweils um  $90^\circ$  versetzt zu den beiden Aderpaaren **112, 114**. Auch die Adern des dritten Aderpaars **116** verlaufen verseilt um das Verseilungszentrum **20** herum, so dass das Kabel – abgesehen von einer Verdrehung um das Verseilungszentrum **20** – in beliebigen Querschnittebenen dieselbe Anordnung von Adern hat. Die beiden Adern des dritten Aderpaars **116** sind dabei unmittelbar angrenzend an den geerdeten Summenschirm **30** angeordnet, so dass sich eine quasi-massebezogene Übertragung praktisch ohne Kopplung in Richtung auf die zentrale stromführende Ader **22** ergibt.

**[0043]** Insgesamt ergibt sich eine im Wesentlichen 4-zählig drehsymmetrische Anordnung der Adern um das Verseilungszentrum **20** herum, wobei sich zum

einen zwei Aderpaare **112, 114** und zum anderen zwei Einzeladern eines dritten Aderpaars **116** im Kabel **10''** gegenüberliegen.

**[0044]** Im Übrigen wird auf die oben beschriebenen Merkmale der ersten und zweiten Ausführungsformen der Erfindung verwiesen, die auch bei der dritten Ausführungsform vorgesehen sein können.

**[0045]** Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Insbesondere ist das erfindungsgemäße Kabel nicht notwendigerweise ein USB-Kabel. Ferner kann das erfindungsgemäße Kabel auch nur zwei oder mehr als drei verseilte Aderpaare aufweisen. Um einen drehsymmetrischen Aufbau sicherzustellen, kann mehr als ein Aderpaar durch ein Paar Füllelemente ersetzt sein. Erfindungsgemäß besonders wichtig ist die Verseilung der Aderpaare um ein gemeinsames Verseilungszentrum herum, wobei das Verseilungszentrum bevorzugt durch die zentral angeordnete, stromführende Ader eines USB-Kabels gebildet ist.

### Schutzansprüche

1. Kabel (**10**) mit mindestens zwei Aderpaaren (**12, 14, 16**), die jeweils zur Übertragung eines differentiellen Datensignals eingerichtet sind, insbesondere USB-Kabel, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens zwei Aderpaare (**12, 14, 16**) in Kabel-längsrichtung (L) schraubenlinienförmig um ein gemeinsames Verseilungszentrum (**20**) herum verlaufen.
2. Kabel nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch drei schraubenlinienförmig um das gemeinsame Verseilungszentrum (**20**) herumverlaufende Aderpaare (**12, 14, 16**), wobei das Kabel (**10**) bevorzugt ein USB 3-Kabel ist.
3. Kabel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das gemeinsame Verseilungszentrum (**20**) eine vorzugsweise in der Kabelmitte verlaufende weitere Ader (**22**) aufweist, insbesondere die stromführende Ader des USB-Kabels.
4. Kabel nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die weitere Ader einen Leiter (**24**) mit größerer Querschnittsfläche aufweist als die Leiter (**25**) der Aderpaare (**12, 14, 16**).
5. Kabel nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnittsfläche des Leiters (**24**) der weiteren Ader (**22**) größer ist als  $0,5 \text{ mm}^2$  und kleiner ist als  $1 \text{ mm}^2$ , insbesondere etwa  $0,75 \text{ mm}^2$  beträgt.
6. Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen alle Aderpaare (**12, 14, 16**) umlaufenden, gemeinsamen geerde-

ten Schirm (30), der bevorzugt den Ground-Leiter des USB-Kabels bildet.

7. Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schlaglänge des schraubenlinienförmigen Verlaufs der Aderpaare (12, 14, 16) größer ist als 40 mm und kleiner ist als 120 mm, bevorzugt größer ist als 60 mm und kleiner ist als 100 mm, insbesondere etwa 80 mm beträgt.

8. Kabel nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in durch das Kabel verlaufenden Querschnittebenen der Abstand zwischen den Adern (13) eines Aderpaars (12) jeweils kleiner ist als der Abstand zwischen benachbarten Aderpaaren (12, 14).

9. Kabel nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Aderpaare (12, 14, 16), insbesondere alle Aderpaare, jeweils eine eigene Schirmung (15), bevorzugt in Form eines das Aderpaar einschließenden Folienschirms aufweisen.

10. Kabel (10") nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein weiteres Aderpaar (116) keine eigene Schirmung aufweist, wobei die Adern des weiteren Aderpaars (116) voneinander beabstandet, insbesondere auf einander entgegengesetzten Seiten des Verseilungszentrums (20) angeordnet sind.

11. Kabel (10") nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum einen zwei Aderpaare (112, 114) und zum anderen die zwei Adern des weiteren Aderpaars (116) auf einander gegenüberliegenden Seiten des Verseilungszentrums (20) angeordnet sind, wobei die Adern des weiteren Aderpaars (116) bevorzugt an einen gemeinsamen geerdeten Schirm (30) angrenzen.

12. Kabel nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in durch das Kabel verlaufenden Querschnittebenen die einzelnen Adern (13) der Aderpaare (12, 14, 16) jeweils im Wesentlichen denselben Abstand zu dem Verseilungszentrum (20) aufweisen.

13. Kabel nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aderpaare (12, 14, 16) in durch das Kabel verlaufenden Querschnittebenen im Wesentlichen dreh-symmetrisch bzgl. des Verseilungszentrums (20) angeordnet sind, bevorzugt jeweils auf Seiten eines gleichseitigen Dreiecks oder eines Quadrats liegen, das das Verseilungszentrum (20) einschließt.

14. Kabel nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch seilartig

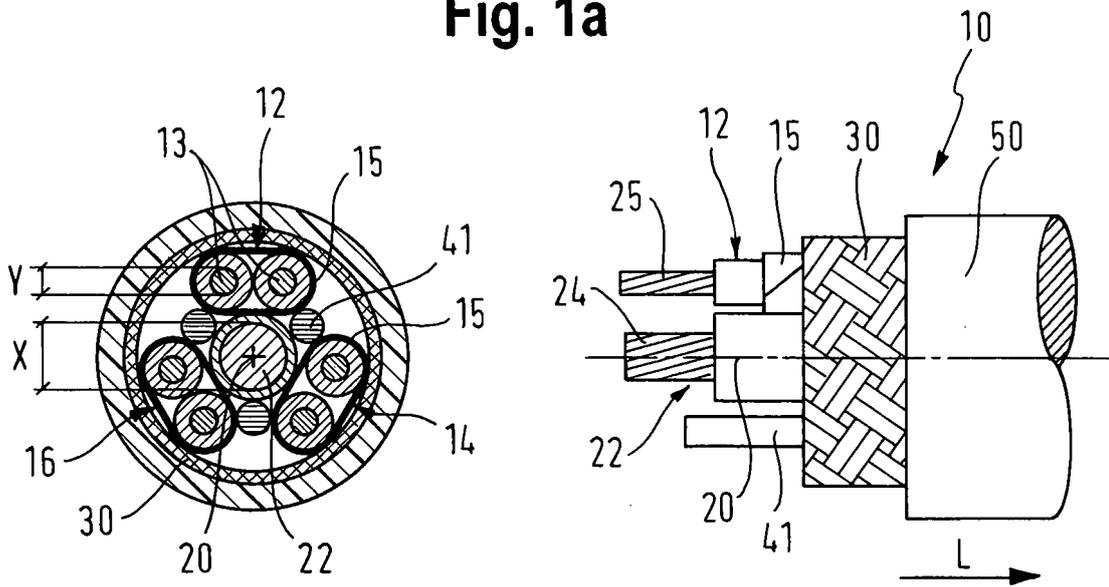
in Längsrichtung (L) des Kabels verlaufende Füllelemente (40, 41), die zusammen mit den Aderpaaren (12, 14, 16) schraubenlinienförmig um das gemeinsame Verseilungszentrum (20) herum verlaufen und einen vorgesehenen Abstand zwischen den Aderpaaren (12, 14, 16) sicherstellen.

15. Kabel nach den Ansprüchen 13 und 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass in durch das Kabel verlaufenden Querschnittebenen drei Aderpaare (12, 14, 16) und ein Paar Füllelemente (40) auf den vier Seiten eines Quadrats liegen und um das gemeinsame Verseilungszentrum (20) herum verseilt sind.

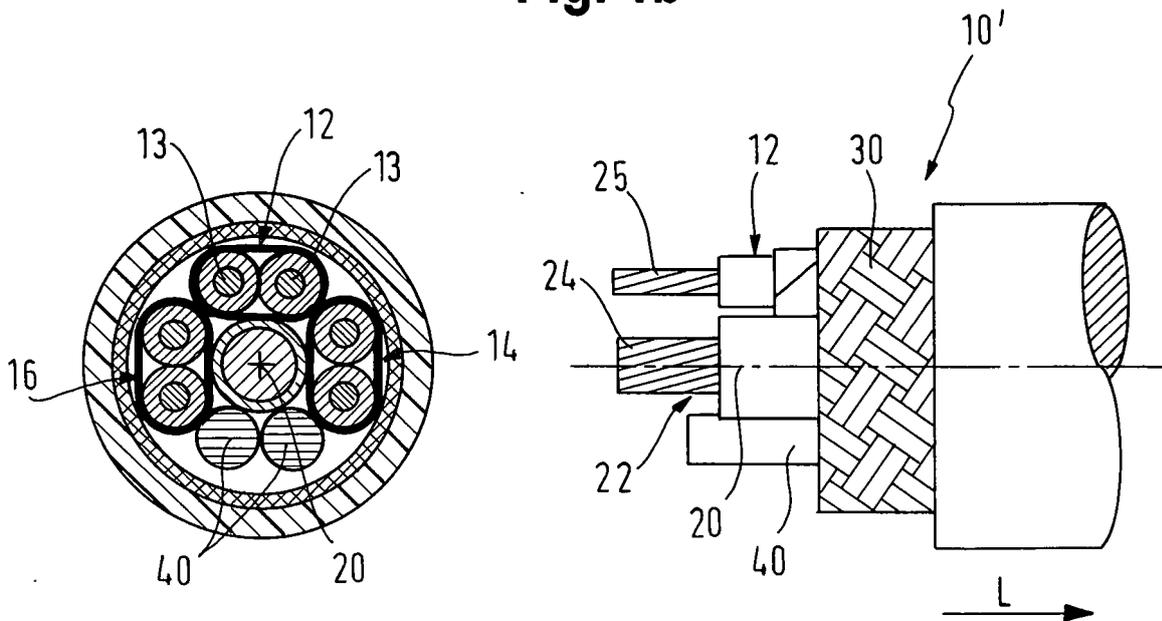
Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

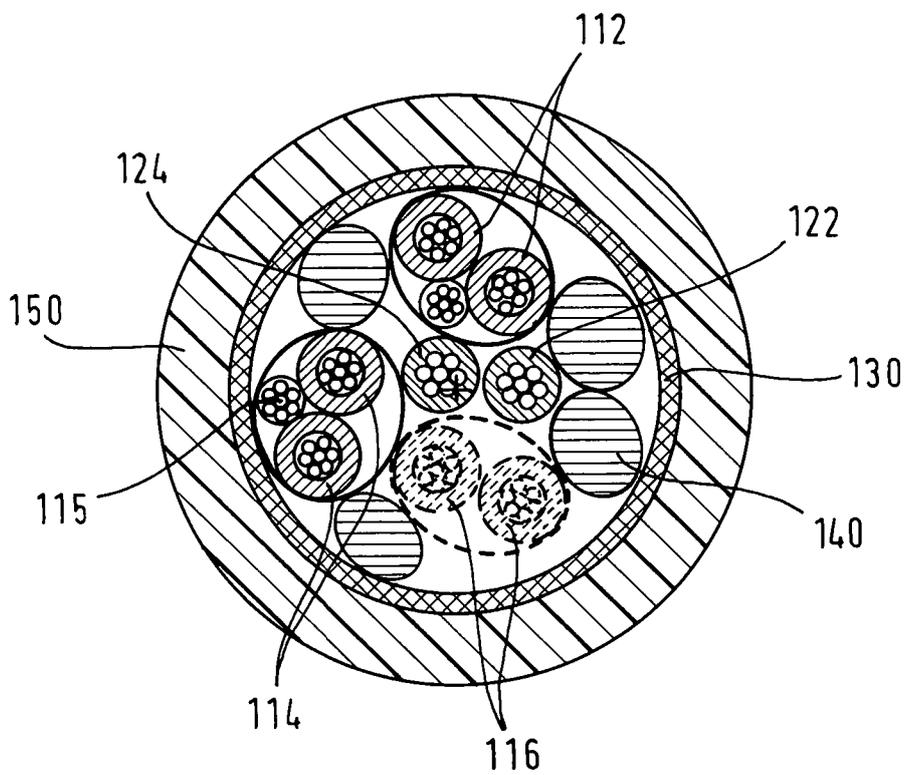
**Fig. 1a**



**Fig. 1b**



**Fig. 2**  
( Stand der Technik )



**Fig. 3**

