



(11)

EP 2 697 804 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.05.2015 Patentblatt 2015/19

(51) Int Cl.:
H01B 11/00 ^(2006.01) *H01B 7/18* ^(2006.01)
H01B 11/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12707984.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/000981

(22) Anmeldetag: **05.03.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/139685 (18.10.2012 Gazette 2012/42)

(54) **STERNVIERER-KABEL MIT SCHIRM**

STAR-QUAD CABLE WITH SHIELD

CÂBLE À QUARTE EN ÉTOILE AVEC BLINDAGE

(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

- **ARMBRECHT, Gunnar**
83413 Fridolfing (DE)
- **REITER, Helmut**
83413 Fridolfing (DE)

(30) Priorität: **14.04.2011 DE 202011005273 U**

(74) Vertreter: **Zeitler Volpert Kandlbinder**
Patent- und Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
Herrnstrasse 44
80539 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.02.2014 Patentblatt 2014/08

(73) Patentinhaber: **Rosenberger**
Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG
83413 Fridolfing (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 567 757 DE-A1- 1 490 692
DE-B- 1 019 727 DE-U- 1 725 372
DE-U1- 20 016 527

(72) Erfinder:
• **WOLLITZER, Michael**
83413 Fridolfing (DE)

EP 2 697 804 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 vorliegende Erfindung betrifft ein Sternvierer-Kabel zum Übertragen von elektrischen Signalen mit mindestens zwei Paaren von elektrischen Leitern, wobei jeder Leiter eine Ader aus einem elektrisch leitenden Werkstoff und einen die Ader radial umgebenden Leitermantel aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff aufweist, wobei die Leiter in einem Querschnitt des Sternvierer-Kabels an den Ecken eines Quadrates angeordnet sind, wobei die Leiter eines Paares an diagonal gegenüberliegenden Ecken des Quadrats angeordnet sind, wobei jeweils vier Leiter gemäß einer Sternvierer-Anordnung mit einem vorbestimmten Verseilungsfaktor miteinander verdreht sind, wobei ein die zwei Paare von Leitern radial außen umgebender Schirm aus einem elektrisch leitenden Werkstoff angeordnet ist, wobei zwischen den Leitern und dem Schirm ein zusätzlicher Isolatormantel aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff angeordnet ist, wobei der Schirm aus einem Geflecht einzelner Schirmadern aufgebaut ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein sogenannter "Sternvierer" ist ein Verseilelement für Leiter mit beispielsweise Kupferadern. Vier Leiter von Paaren von Leitern werden miteinander verdreht und bilden dann zwei kreuzförmig verseilte Doppelleiter. Zwei gegenüberliegende Leiter bilden ein Paar, wobei auf einem Paar jeweils ein elektrisches Signal übertragen wird. Mit anderen Worten sind die vier Leiter im Querschnitt des Sternvierers an den Ecken eines Quadrates angeordnet, wobei die Leiter eines Paares an diagonal gegenüberliegenden Ecken angeordnet sind. Durch die hierdurch senkrecht zueinander stehenden Leiterpaare ergibt sich eine gewünschte hohe Übersprechdämpfung von einem Paar zu dem anderen Paar.

[0003] Das Sternvierer-Kabel gehört zu den symmetrischen Kabeln. Bei diesem Kabel sind vier Leiter miteinander kreuzförmig verseilt. Das bedeutet, dass die gegenüberliegenden Leiter jeweils ein Leiterpaar bilden. Durch die senkrecht zueinander stehenden Leiterpaare findet nur sehr geringes Übersprechen statt. Ein weiterer Vorteil der Sternviererverseilung ist neben der mechanischen Stabilisierung der Anordnung der Leiter relativ zueinander die höhere Packdichte als bei einer Paarverseilung.

[0004] Durch die Verseilung werden die Leiter bzw. Einzeladern länger als das Kabel selbst. Der sogen. Verseilungsfaktor gibt das Verhältnis Einzelleiterlänge zu Kabellänge an. Der Verseilungsfaktor beträgt bei Fernmeldekabeln beispielsweise etwa 1,02 bis 1,04. Der Verseilungsfaktor korreliert mit einer Teilung bzw. Steigung bzw. Ganghöhe, die sich aus der schraubenartigen Anordnung der miteinander verseilten Leiter ergibt. Die Teilung bzw. Steigung bzw. Ganghöhe gibt bei einem Gewinde einen axialen Abstand von zwei Gewindekerben an.

[0005] Aus der gattungsgemäßen Druckschrift DE 14 90 692 A1 ist ein Trägerfrequenzkabel mit einem zentralen Verseilelement in Form eines Sternvierers bekannt. Vier polyäthylenisolierte Litzen sind mit einer Schlaglänge s verseilt und von einer Polyäthylenisolierung umgeben. Die Polyäthylenisolierung ist von einem Abschirmgeflecht aus Kupferdrähten umhüllt. Auf dem Abschirmgeflecht ist ein PVC-Mantel aufgebracht.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Sternvierer-Kabel der o.g. Art dahingehend zu verbessern, dass die elektrischen Eigenschaften des Kabels weder durch Alterung noch durch die Belastung mit Biege- und Torsionsspannungen bei einer Verlegung des Sternvierer-Kabels wesentlich negativ beeinflusst werden.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Sternvierer-Kabel der o.g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

[0008] Bei einem Sternvierer-Kabel der o.g. Art ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass mindestens eine, insbesondere vier Schirmadern oder mindestens ein, insbesondere vier Schirmaderbündel derart radial die Leiter umgebend verseilt sind, dass jeweils mindestens eine der verseilten Schirmadern bzw. eines der Schirmaderbündel in axialer Richtung jeweils im Wesentlichen parallel zu einer Ader eines Leiters verläuft, wobei jeweils eine Schirmader bzw. ein Schirmaderbündel einerseits und eine Ader andererseits in axialer Richtung derart parallel zueinander verlaufen, dass die Schirmader bzw. das Schirmaderbündel und die Ader an jeder Stelle im Querschnitt des Sternvierer-Kabels auf derselben Diagonale des Quadrats liegen und die Schirmader bzw. das Schirmaderbündel auf einer von dem Quadrat abgewandten Seite der Ader angeordnet ist.

[0009] Dies hat den Vorteil, dass Schirmströme reduziert und dadurch die Übertragungstechnischen Eigenschaften des Sternvierer-Kabels auch bei Biege- und Torsionsbelastungen, die den Schirm mechanisch beeinflussen, erhalten bleiben. Setzungserscheinungen im Sternvierer-Kabel sind vermieden und ein Absolieren des Sternvierer-Kabels ist vereinfacht, da eine Gefahr der Beschädigung der Adern beim Aufschneiden eines äußeren Isolationsmantels reduziert ist. Zusätzlich erzeugt der zusätzliche Isolatormantel eine radiale Vorspannung auf die Leitermäntel der Adern, wodurch eine mechanische Stabilität der Sternviereranordnung bei Biege- und Torsionsbelastungen erhöht ist. Es wird weiterhin eine Verbesserung der Leitung von elektrischen Schirmströmen mit dementsprechender Verbesserung der elektrischen Eigenschaften des Sternvierer-Kabels erzielt, wobei gleichzeitig eine besonders gute Leitung von jeweils einer Ader zugeordneten Schirmströmen erreicht wird. Eine hohe mechanische Flexibilität des Sternvierer-Kabels mit im Wesentlichen unveränderter Anordnung der Leiter relativ zueinander auch bei Biege- und Torsionsbelastungen auf das Sternvierer-Kabel erzielt man dadurch, dass der Schirm aus einem Geflecht einzelner Schirmadern aufgebaut ist.

[0010] Eine besonders sichere Führung der Schirmadern bzw. Schirmaderbündel parallel entlang einer jeweiligen Ader eines Leiters auch bei Biege- und Torsionsbelastungen des Sternvierer-Kabels erzielt man dadurch, dass die Schirmadern bzw. Schirmaderbündel mit einem Verseilungsfaktor verseilt sind, welcher einem Verseilungsfaktor der

Leiter entspricht.

[0011] Eine gute elektrische Leitfähigkeit bei gleichzeitig niedrigen Herstellungskosten erzielt man dadurch, dass die Adern aus Kupfer hergestellt sind.

[0012] Eine weitere Verbesserung der Übertragungscharakteristik des Sternvierer-Kabels durch die Ermöglichung von zusätzlichen elektrischen Ausgleichsströmen am Schirm erzielt man dadurch, dass radial außen auf dem Schirm ein zweiter Schirm angeordnet ist, welcher elektrisch leitend mit dem Schirm verbunden ist. Diese Ausgleichsströme ermöglichen einen Ausgleich von Fertigungstoleranzen, die ggf. dazu führen, dass Schirmadern und zugeordnete Leitung nicht exakt parallel zueinander verlaufen.

[0013] Eine besonders großflächige Leitung von Ausgleichsströmen über den zweiten Schirm wird dadurch erzielt, dass der zweite Schirm als Mantel oder Folie aus einem elektrisch leitenden Werkstoff ausgebildet ist.

[0014] Eine besonders gute Erhaltung der Flexibilität des Sternvierer-Kabels trotz des zweiten Schirmes erzielt man dadurch, dass der zweite Schirm aus einem Geflecht einzelner zweiter Schirmadern aufgebaut ist.

[0015] Eine hohe Anzahl von elektrischen Kontaktpunkten zwischen den zweiten Schirmadern des zweiten Schirmes und den Schirmadern des radial innen liegenden Schirmes erzielt man dadurch, dass die zweiten Schirmadern gegenläufig zu den Schirmadern des Schirms, insbesondere mit einem Verseilungsfaktor, welcher dem Verseilungsfaktor der Schirmadern des Schirmes entspricht, verseilt sind.

[0016] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt in:

Fig. 1 eine beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Sternvierer-Kabels perspektivischer Ansicht,

Fig. 2 das Sternvierer-Kabel gemäß Fig. 1 in schematischer Schnittansicht,

Fig. 3 eine schematische Schnittansicht eines herkömmlichen Sternvierer-Kabels mit einer graphischen Darstellung der Verteilung eines elektrischen Feldes,

Fig. 4 eine schematische Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Sternvierer-Kabels mit einer graphischen Darstellung der Verteilung eines elektrischen Feldes,

Fig. 5 eine graphische Darstellung einer Transmission eines elektrischen Signals in Abhängigkeit von einer Frequenz für das herkömmliche Sternvierer-Kabel gemäß Fig. 3,

Fig. 6 eine graphische Darstellung einer Transmission eines elektrischen Signals in Abhängigkeit von einer Frequenz für das erfindungsgemäße Sternvierer-Kabel gemäß Fig. 4 und

Fig. 7 eine vereinfachte schematische Darstellung von miteinander verseilten Leitern und einer Schirmader der beispielhaften Ausführungsform des Sternvierer-Kabels gemäß Fig. 1 und 2.

[0017] Die in den Fig. 1 und 2 dargestellte, bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Sternvierer-Kabels umfasst vier Leiter 10, 12, 14, 16, die jeweils eine Ader 18 aus einem elektrisch leitenden Werkstoff und einen Leitermantel 20 aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff aufweisen. Die Leiter 10, 12, 14, 16 sind miteinander zu einer Sternvierer-Anordnung verdreht, d.h. an jeder Stelle im Querschnitt des Sternvierer-Kabels befinden sich die Leiter 10, 12, 14, 16 an einem Eck eines Quadrates 17. Jeweils auf einer Diagonale 19 des Quadrates 17 gegenüberliegende Leiter 10, 12 und 14, 16 bilden ein Paar aus, d.h. die Leiter 10, 12 bilden ein erstes Paar Leiter bzw. ein erstes Leiterpaar 12, 14 und die Leiter 14, 16 bilden ein zweites Paar Leiter bzw. ein zweites Leiterpaar 14, 16 aus. Die Verdrehung der Leiter 10, 12, 14, 16 ist mit einem vorbestimmten Verseilungsfaktor ausgeführt, was eine entsprechende Teilung bzw. Steigung bzw. Ganghöhe bzw. Schlaglänge s bedingt. Die Schlaglänge s ist hierbei derjenige axiale Abstand, auf dem sich ein Leiter 10, 12, 14, 16 einmal schraubenförmig vollständig um eine Längsachse des Sternvierer-Kabels windet. In Fig. 2 ist ein Koordinatensystem mit einer x-Achse 40 und einer y-Achse 42 dargestellt. Das Koordinatensystem 40, 42 ist derart angeordnet, dass der Ursprung 44 des Koordinatensystems 40, 42 genau auf der Längsachse des Sternvierer-Kabels liegt, so dass diese Längsachse eine z-Richtung im Raum für das Koordinatensystem 40, 42 bildet.

[0018] Bei der Signalübertragung wird mit dem ersten Leiterpaar 10, 12 ein erstes Signal und mit dem zweiten Leiterpaar 14, 16 ein zweites Signal übertragen. Durch eine entsprechende Phasenverschiebung zwischen dem ersten und zweiten Signal und die zuvor beschriebene räumliche Anordnung der Leiter 10, 12, 14, 16 relativ zueinander in einer Sternvierer-Anordnung wird in bekannter Weise eine hohe Übersprechdämpfung zwischen den beiden Leiterpaaren 10, 12 und 14, 16 erzielt. Bei einem sogenannten Differentiellen Mode haben die Signale auf den Leiterpaaren 10, 12 und 14, 16 eine Phasenverschiebung von 180° .

[0019] Die verseilten Leiter 10, 12, 14, 16 radial außen umgebend ist ein Schirm 22 angeordnet, welcher aus diskreten bzw. einzelnen Schirmadern 23 aufgebaut ist. Ein Mantel 25 aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff umgibt radial

außen den gesamten Aufbau aus Leitern 10, 12, 14, 16 und Schirm 22. Zwischen den verseilten Leiterpaaren 10, 12 und 14, 16 einerseits und dem Schirm 22 andererseits ist ein zusätzlicher Isoliermantel 24 aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff angeordnet. Dieser schafft einen zusätzlichen räumlichen Abstand in radialer Richtung zwischen den Adern 18 der Leiter 10, 12, 14, 16 einerseits und dem Schirm 22 andererseits. Der sich hierdurch ergebende Effekt wird

nachfolgend unter Bezugnahme auf die Fig. 3 und 4 erläutert.

[0020] In Fig. 3 ist eine schematische Schnittansicht eines herkömmlichen Sternvierer-Kabels mit Leitern 10, 12, 14, 16 mit jeweiligen Adern 18 und Letermänteln 20 sowie einem Schirm 22 dargestellt. Der Schirm 22 liegt dabei radial außen direkt auf den Letermänteln 20 der Leiter 10, 12, 14, 16 auf, so dass sich ein minimaler radialer Abstand zwischen den Adern 18 und dem Schirm 22 ergibt. Mit Pfeilen ist die Verteilung eines elektrischen Feldes bei Übertragung entsprechender elektrischer Signale über die Leiter 10, 12, 14, 16 dargestellt, wobei das elektrische Feld um so stärker ist, je größer der jeweilige Pfeil dargestellt ist. Es ist aus Fig. 3 zu erkennen, dass sich ein starkes elektrisches Feld zwischen den Adern 18 des zweiten Leiterpaares 14, 16 und dem Schirm 22 ausbildet. Dies zeigt entsprechend hohe elektrische Ströme entlang des Schirmes 22 an, die nachfolgend kurz als "Schirmströme" bezeichnet werden. Hohe Schirmströme führen dazu, dass alle Einflüsse, die sich auf den Schirm 22 auswirken, eine hohe Beeinflussung der elektrischen Eigenschaften bzw. der Übertragungscharakteristik des Sternvierer-Kabels zur Folge haben. So führen beispielsweise Biege- und Torsionsbelastungen des Sternvierer-Kabels, die eine mechanische Verformung oder ggf. sogar Beschädigung des Schirms 22 zur Folge haben, zu einer starken Verschlechterung der elektrischen Eigenschaften bzw. der Übertragungscharakteristik des Sternvierer-Kabels, obwohl die Adern 18 des Sternvierer-Kabels von mechanischen Veränderungen bzw. Beschädigungen ggf. nicht betroffen sind. Weiterhin wird der Schirm 22 üblicherweise als Geflecht aus einzelnen Schirmadern 23 ausgebildet und Schirmströme müssen, um beispielsweise einer Ader 18 zu folgen, an Kontaktstellen von Schirmadern 23 von einer Schirmader 23 zu einer anderen Wechsels. Falls im Laufe der Zeit diese Kontaktstellen altern, kommt es zu einer sprechenden Behinderung des Stromflusses der Schirmströme und dadurch zu einer entsprechenden Verschlechterung der Übertragung von elektrischen Signalen durch das gesamte Sternvierer-Kabel, obwohl sich bei den Adern 18 selbst keine altersbedingte mechanische Verschlechterung eingestellt hat.

[0021] Fig. 4 zeigt in einer analogen Ansicht wie Fig. 3 die Verteilung des elektrischen Feldes für ein mit dem zusätzlichen Isoliermantel 24 ausgebildetes Sternvierer-Kabel. Hierbei hat der Schirm 22 durch den zwischen den Leitern 10, 12, 14, 16 einerseits und dem Schirm 22 andererseits angeordneten zusätzlichen Isoliermantel 24 einen größeren radialen Abstand von den Adern 18, als bei der herkömmlichen Ausführungsform eines Sternvierer-Kabels gemäß Fig. 3. Es zeigt sich aus Fig. 4, dass das elektrische Feld nunmehr zwischen den Leitern 10, 12, 14, 16 konzentriert ist. Dies bedeutet, dass sich bei einem erfindungsgemäßen Sternvierer-Kabel bei der Signalübertragung deutlich weniger Schirmströme ergeben. Dies hat zur Folge, dass die zuvor in Bezug auf Fig. 3 beschriebenen Effekte durch eine Verschlechterung des Schirms 22 bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Sternvierer-Kabel dementsprechend einen geringeren Einfluss auf die elektrischen Eigenschaften des Sternvierer-Kabels hinsichtlich der Signalübertragung haben. Eine Verschlechterung ist beispielsweise eine Erhöhung einer Dämpfung für ein Nutzsignal im Sternvierer-Kabel. Auch bei beschädigtem oder gealtertem Schirm 22 werden die Übertragungseigenschaften des Sternvierer-Kabels deutlich schwächer negativ beeinflusst. Mit anderen Worten ist das erfindungsgemäß ausgebildete Sternvierer-Kabel hinsichtlich der Übertragungseigenschaften für elektrische Signale erheblich resistenter gegen Beschädigung oder Alterung des Schirms 22.

[0022] In Fig. 5 und 6 ist jeweils auf einer horizontalen Achse 26 eine Frequenz in [GHz] und auf einer vertikalen Achse 28 eine Transmission in [dB] für elektrische Signale aufgetragen. Ein erster Graph 30 in Fig. 5 veranschaulicht die Transmission 28 in Abhängigkeit von der Frequenz 26 bei einer Signalübertragung im Gleichtakt ("common mode" - ohne Phasenverschiebung zwischen den Signalen auf den Leiterpaaren 10, 12 und 14, 16) und ein zweiter Graph 32 in Fig. 5 veranschaulicht die Transmission 28 in Abhängigkeit von der Frequenz 26 bei einer Signalübertragung im Gegentakt ("differential mode" - mit Phasenverschiebung zwischen Signalen auf den Leiterpaaren 10, 12 und 14, 16) jeweils für ein herkömmliches Sternvierer-Kabel gemäß Fig. 3. Ein dritter Graph 34 in Fig. 6 veranschaulicht die Transmission 28 in Abhängigkeit von der Frequenz 26 bei einer Signalübertragung im Gleichtakt ("common mode" - ohne Phasenverschiebung zwischen den Signalen auf den Leiterpaaren 10, 12 und 14, 16) und ein vierter Graph 36 in Fig. 6 veranschaulicht die Transmission 28 in Abhängigkeit von der Frequenz 26 bei einer Signalübertragung im Gegentakt ("differential mode" - mit Phasenverschiebung zwischen den Signalen auf den Leiterpaaren 10, 12 und 14, 16) jeweils für ein erfindungsgemäßes Sternvierer-Kabel gemäß Fig. 4. Die Graphen 30, 32, 34 und 36 sind jeweils aus Simulationen für die Anordnung gemäß der Fig. 3 und 4 gewonnen.

[0023] Wie aus Fig. 5, zweiter Graph 32 ersichtlich ist, tritt bei einem herkömmlichen Sternvierer-Kabel ein Einbruch der Transmission im Gegentakt bei ca. 2,9 GHz auf. Dieser Einbruch ist bei einem erfindungsgemäßen Sternvierer-Kabel nicht mehr vorhanden, wie aus Fig. 6, vierter Graph 36 ersichtlich ist. Dieses Simulationsergebnis zeigt eindrucksvoll die durchschlagende und unerwartete Verbesserung der elektrischen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Sternvierer-Kabels bei der Übertragung elektrischer Signale. Diese Verbesserung ist hier bereits vor einer Beschädigung oder Alterung des Schirmes gegeben.

[0024] Eine weitere Verbesserung der elektrischen Eigenschaften bzw. der Übertragungseigenschaften des Sternvierer-Kabels für elektrische Signale wird dadurch erzielt, dass mindestens einzelne Schirmadern 23 jeweils einem der

Leiter 10, 12, 14, 16 parallel folgen. Mit anderen Worten sind mindestens einzelne Schirmadern 23 mit derselben Schlaglänge s bzw. demselben Verseilungsfaktor verseilt, wie die Leiter 10, 12, 14, 16. Dies ist beispielhaft für eine Schirmader 23a in Fig. 7 dargestellt. In Fig. 7 ist auch die Schlaglänge s 46 veranschaulicht. Die Schirmader 23a windet sich durch die Verseilung schraubenartig derart radial um die Leiter 10, 12, 14, 16, dass die Schirmader 23a parallel zu dem Leiter 14 verläuft. Die genaue relative Anordnung zwischen der Schirmader 23a und dem Leiter 14 ist aus Fig. 2 ersichtlich. Die Schirmader 23a windet sich derart um die Leiter 10, 12, 14, 16, dass sich an jeder Stelle im Querschnitt des Sternvierer-Kabels der Leiter 14 und die Schirmader 23a auf einer gemeinsamen Diagonalen 19 befinden und die Schirmader 23a an einer Seite des Leiters 14 angeordnet ist, die von dem Quadrat 17 abgewandt ist. Durch diese Anordnung der Schirmader 23a kann ein dem Leiter 14 zugeordneter Schirmstrom ohne Übergang auf eine andere Schirmader 23 dem Leiter 14 folgen. Durch die Vermeidung von Übergängen des Schirmstromes von einer Schirmader 23 auf eine andere verbessert sich die elektrische Leitung des Schirmstromes über den Schirm 22 und damit verbessern sich insgesamt die elektrischen Eigenschaften bzw. die Übertragungscharakteristik des Sternvierer-Kabels für die Übertragung von elektrischen Signalen. Insbesondere ergibt sich beispielsweise eine geringe Dämpfung für das von dem erfindungsgemäßen Sternvierer-Kabel übertragenen elektrischen Nutzsignals.

[0025] Das Quadrat 17 hat beispielsweise eine Seitenlänge a 48 von 0,83 mm. Diese Seitenlänge a entspricht dem Abstand der Mittelpunkte von zwei benachbarten Leitern 10, 12, 14, 16. Ein Ortsvektor $\vec{r}_{Ader,n}$ in dem Koordinatensystem 40, 42 mit der Längsachse des Sternvierer-Kabels als z-Richtung für die n-te Ader mit $n = [1...4]$ lautet dann mit einem freien Parameter $t = [0...1]$ für die z-Richtung und über eine Schlaglänge s

$$\vec{r}_{Ader,n} = \begin{pmatrix} \frac{a}{\sqrt{2}} \cdot \cos \left[(2\pi \cdot t) + (n-1) \cdot \frac{\pi}{2} \right] \\ \frac{a}{\sqrt{2}} \cdot \sin \left[(2\pi \cdot t) + (n-1) \cdot \frac{\pi}{2} \right] \\ s \cdot t \end{pmatrix}$$

[0026] Ein entsprechender Ortsvektor $\vec{r}_{nSchirm}$ in dem Koordinatensystem 40, 42 mit der Längsachse des Sternvierer-Kabels als z-Richtung für eine n_{Schirm} -te Schirmader 23 bzw. 23a lautet dann mit einem freien Parameter $t = [0...1]$ für die z-Richtung und über eine Schlaglänge s

$$\vec{r}_{nSchirm} = \begin{pmatrix} \frac{d_{Schirm}}{2} \cdot \cos[(2\pi \cdot t) + (n_{Schirm} - 1) \cdot \Delta\varphi] \\ \frac{d_{Schirm}}{2} \cdot \sin[(2\pi \cdot t) + (n_{Schirm} - 1) \cdot \Delta\varphi] \\ s \cdot t \end{pmatrix}$$

wobei d_{Schirm} ein Durchmesser 50 einer Schirmader 23, 23a, $n_{Schirm} = [1...N_{Schirm}]$, wobei N_{Schirm} eine Gesamtzahl der Schirmadern ist, und $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{N_{Schirm}}$ ein Winkel 52 zwischen der Diagonalen 19 des zugeordneten Leiters, in dem dargestellten Beispiel des Leiters 14, und einer Geraden 60 durch den Ursprung 44 ist, auf der die jeweilige Schirmader 23 liegt. Für die Schirmader 23a ist beispielsweise $\Delta\varphi = 0^\circ$. Mit $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{N_{Schirm}}$ eingesetzt ergibt sich

$$\vec{r}_{nSchirm} = \begin{pmatrix} \frac{d_{Schirm}}{2} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \left[t + \frac{n_{Schirm} - 1}{N_{Schirm}} \right] \right) \\ \frac{d_{Schirm}}{2} \cdot \sin \left(2\pi \cdot \left[t + \frac{n_{Schirm} - 1}{N_{Schirm}} \right] \right) \\ s \cdot t \end{pmatrix}$$

[0027] Obwohl die Schirmader 23a bevorzugt für die Führung des dem Leiter 14 zugeordneten Schirmstromes ist, kann dieser Schirmstrom des Leiters 14 auch ggf. von einem der beiden zur Schirmader 23a benachbarten Schirmadern 23 geführt werden. Sollte also aufgrund einer Biege- oder Torsionsbelastung die Schirmader 23a beschädigt sein, kann der Schirmstrom trotzdem immer noch im wesentlichen parallel zum Leiter 14 über den Schirm 22 entlang der Schirmadern 23a fließen, ohne dabei einen Wechsel auf eine anderen Schirmader 23 durchführen zu müssen.

[0028] Eine Schlaglänge s_{46} beträgt beispielsweise 40 mm. Ein Radius 54 des Schirmes 22 beträgt beispielsweise $r_{\text{Schirm}} = 1,5$ mm. Ein Durchmesser 56 einer Ader 18 beträgt beispielsweise $d_{\text{Ader}} = 0,48$ mm. Ein Durchmesser 58 eines Leitermantels 20 beträgt beispielsweise $d_{\text{Aderiso}} = a = 0,83$ mm. Der Durchmesser 50 einer Schirmader 23, 23a beträgt beispielsweise $d_{\text{Schirm}} = 0,1$ mm.

[0029] Optional ist zusätzlich radial außen auf dem Schirm 22 ein zweiter Schirm (nicht dargestellt) aus einem elektrisch leitenden Werkstoff angeordnet. Dieser zweite Schirm ist dadurch an seiner radial innen liegenden Seite elektrisch leitend mit dem Schirm 22 verbunden, so dass über den zweiten Schirm elektrische Ausgleichsströme fließen können. Hierdurch können mittels der Ausgleichsströme ggf. Fertigungstoleranzen ausgeglichen werden, die beispielsweise dazu führen, dass die Schirmader 23a nicht exakt parallel zu dem zugeordneten Leiter 14 (Fig. 2) verläuft. Es können mittels der Ausgleichsströme über den zweiten Schirm auch Alterungserscheinungen oder Beschädigungen des Schirms 22 entsprechend ausgeglichen werden.

Patentansprüche

1. Sternvierer-Kabel zum Übertragen von elektrischen Signalen mit mindestens zwei Paaren von elektrischen Leitern (10, 12, 14, 16), wobei jeder Leiter (10, 12, 14, 16) eine Ader (18) aus einem elektrisch leitenden Werkstoff und einen die Ader (18) radial umgebenden Leitermantel (20) aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff aufweist, wobei die Leiter (10, 12, 14, 16) in einem Querschnitt des Sternvierer-Kabels an den Ecken eines Quadrats angeordnet sind, wobei die Leiter (10, 12, 14, 16) eines Paares an diagonal gegenüberliegenden Ecken des Quadrats angeordnet sind, wobei jeweils vier Leiter (10, 12, 14, 16) gemäß einer Sternvierer-Anordnung mit einem vorbestimmten Verseilungsfaktor miteinander verdreht sind, wobei ein die zwei Paare von Leitern (10, 12, 14, 16) radial außen umgebender Schirm (22) aus einem elektrisch leitenden Werkstoff angeordnet ist, wobei zwischen den Leitern (10, 12, 14, 16) und dem Schirm (22) ein zusätzlicher Isolormantel (24) aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff angeordnet ist, wobei der Schirm (22) aus einem Geflecht einzelner Schirmadern aufgebaut ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine, insbesondere vier Schirmadern oder mindestens ein, insbesondere vier Schirmaderbündel derart radial die Leiter (10, 12, 14, 16) umgebend verseilt sind, dass jeweils mindestens eine der verseilten Schirmadern bzw. eines der Schirmaderbündel in axialer Richtung jeweils im Wesentlichen parallel zu einer Ader (18) eines Leiters (10, 12, 14, 16) verläuft, wobei jeweils eine Schirmader bzw. ein Schirmaderbündel einerseits und eine Ader (18) andererseits in axialer Richtung derart parallel zueinander verlaufen, dass die Schirmader bzw. das Schirmaderbündel und die Ader (18) an jeder Stelle im Querschnitt des Sternvierer-Kabels auf derselben Diagonale des Quadrats liegen und die Schirmader bzw. das Schirmaderbündel auf einer von dem Quadrat abgewandten Seite der Ader (18) angeordnet ist.
2. Sternvierer-Kabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schirmadern bzw. Schirmaderbündel mit einem Verseilungsfaktor verseilt sind, welcher einem Verseilungsfaktor der Leiter (10, 12, 14, 16) entspricht.
3. Sternvierer-Kabel nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adern (18) aus Kupfer hergestellt sind.
4. Sternvierer-Kabel nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** radial außen auf dem Schirm (22) ein zweiter Schirm angeordnet ist, welcher elektrisch leitend mit dem Schirm (22) verbunden ist.
5. Sternvierer-Kabel nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Schirm als Mantel oder Folie aus einem elektrisch leitenden Werkstoff ausgebildet ist.
6. Sternvierer-Kabel nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Schirm aus einem Geflecht einzelner zweiter Schirmadern aufgebaut ist.
7. Sternvierer-Kabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Schirmadern gegenläufig zu den Schirmadern des Schirms (22) verseilt sind.
8. Sternvierer-Kabel nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Schirmadern mit einem Verseilungsfaktor verseilt sind, welcher dem Verseilungsfaktor der Schirmadern des Schirmes entspricht.

Claims

1. Star-quad cable for transmitting electrical signals which has at least two pairs of electrical conductors (10, 12, 14, 16), each conductor (10, 12, 14, 16) having a core (18) made of an electrically conductive material and a conductor sheath (20) made of an electrically insulating material which surrounds the core (18) in a radial position, the conductors (10, 12, 14, 16) being arranged at the corners of a square in a cross-section of the star-quad cable, the conductors (10, 12, 14, 16) making up a pair being arranged at diagonally opposed corners of the square, four conductors (10, 12, 14, 16) at a time being twisted together in a star-quad arrangement with a predetermined lay factor, a shield (22) made of a electrically conductive material which surrounds the two pairs of conductors (10, 12, 14, 16) on the outside radially being placed in position, an additional insulator sheath (24) made of an electrically insulating material being arranged between the conductors (10, 12, 14, 16) and the shield (22), and the shield (22) being constructed from a mesh of individual shield cores, **characterised in that** at least one, and in particular four, shield cores or at least one, and in particular four, bundles of shield cores are twisted to surround the conductors (10, 12, 14, 16) in a radial position in such a way that at least one of the twisted shield cores or at least one of the bundles of shield cores extends substantially parallel to a respective core (18) of a conductor (10, 12, 14, 16) in the axial direction, a shield core or a bundle of shield cores on the one hand and a respective core (18) on the other hand extending in parallel to one another in the axial direction in such a way that the shield core or the bundle of shield cores and the core (18) lie on the same diagonal of the square at all points along the cross-section of the cable and the shield core or the bundle of shield cores is arranged on a side of the core (18) which is remote from the square.
2. Star-quad cable according to claim 1, **characterised in that** the shield cores or the bundles of shield cores are twisted with a lay factor which corresponds to a lay factor of the conductors (10, 12, 14, 16).
3. Star-quad cable according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the cores (18) are made of copper.
4. Star-quad cable according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** a second shield which is conductively connected to the shield (22) electrically is arranged on the shield (22) outside it radially.
5. Star-quad cable according to claim 4, **characterised in that** the second shield takes the form of a sheath or foil made of an electrically conductive material.
6. Star-quad cable according to claim 4, **characterised in that** the second shield is constructed as a mesh of individual second shield cores.
7. Star-quad cable according to claim 6, **characterised in that** the second shield cores are twisted in the opposite direction to the cores of the shield (22).
8. Star-quad cable according to claim 7, **characterised in that** the second shield cores are twisted with a lay factor which corresponds to the lay factor of the cores of the shield.

Revendications

1. Câble à quarte en étoile pour la transmission de signaux électriques avec au moins deux paires de conducteurs électriques (10, 12, 14, 16), dans lequel chaque conducteur (10, 12, 14, 16) comprend une âme (18) en matériau électriquement conducteur et une enveloppe (20) enveloppant radialement l'âme (18) en un matériau électriquement isolant, dans lequel les conducteurs (10, 12, 14, 16) sont agencés, dans une section transversale du câble à quarte en étoile, dans les coins d'un carré, dans lequel les conducteurs (10, 12, 14, 16) d'une paire sont agencés dans des coins diamétralement opposés du carré, dans lequel quatre conducteurs (10, 12, 14, 16) sont torsadés respectivement ensemble selon un agencement à quarte en étoile avec un facteur de toronnage prédéterminé, dans lequel un blindage (22) en matériau électriquement isolant est agencé de manière à entourer radialement à l'extérieur les deux paires de conducteurs (10, 12, 14, 16), dans lequel une enveloppe isolante additionnelle (24) en un matériau électriquement isolant est agencée entre les conducteurs (10, 12, 14, 16) et le blindage (22), et le blindage (22) est constitué d'une tresse de fils de blindage individuels, **caractérisé en ce que** au moins un fil de blindage, en particulier quatre fils de blindage, ou bien au moins un faisceau de fils de blindage, en particulier quatre faisceau de fils de blindage, est/sont toronné(s) en entourant radialement les conducteurs (10,

12, 14, 16) de telle manière que l'un au moins des fils de blindage ou des faisceaux de fils de blindage s'étend respectivement en direction axiale sensiblement parallèlement à une âme (18) d'un conducteur (10, 12, 14, 16), dans lequel un fil de blindage ou respectivement un faisceau de fils de blindage d'une part et une âme (18) d'autre part s'étendent en direction axiale parallèlement l'un à l'autre de telle façon que le fil de blindage ou respectivement le faisceau de fils de blindage et l'âme (18) sont situés à chaque emplacement dans la section transversale du câble à quarte en étoile sur la même diagonale du carré, et le fil de blindage ou respectivement le faisceau de fils de blindage est agencé sur un côté de l'âme (18) détourné du carré.

2. Câble à quarte en étoile selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les fils de blindage ou les faisceaux de fils de blindage sont toronnés avec un facteur de toronnage qui correspond à un facteur de toronnage des conducteurs (10, 12, 14, 16).

3. Câble à quarte en étoile selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les âmes (18) sont fabriquées en cuivre.

4. Câble à quarte en étoile selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** second blindage est agencé radialement à l'extérieur sur le blindage (22), le second blindage étant relié au premier blindage (22) de manière à conduire l'électricité.

5. Câble à quarte en étoile selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le second blindage est réalisé comme une enveloppe ou une feuille en un matériau électriquement conducteur.

6. Câble à quarte en étoile selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le second blindage est constitué d'une tresse de seconds fil de blindage individuels.

7. Câble à quarte en étoile selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les seconds fils de blindage sont toronnés en sens contraire aux fils de blindage du premier blindage (22).

8. Câble à quarte en étoile selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les seconds fils de blindage sont toronnés avec un facteur de toronnage qui correspond au facteur de toronnage des fils de blindage du premier blindage.

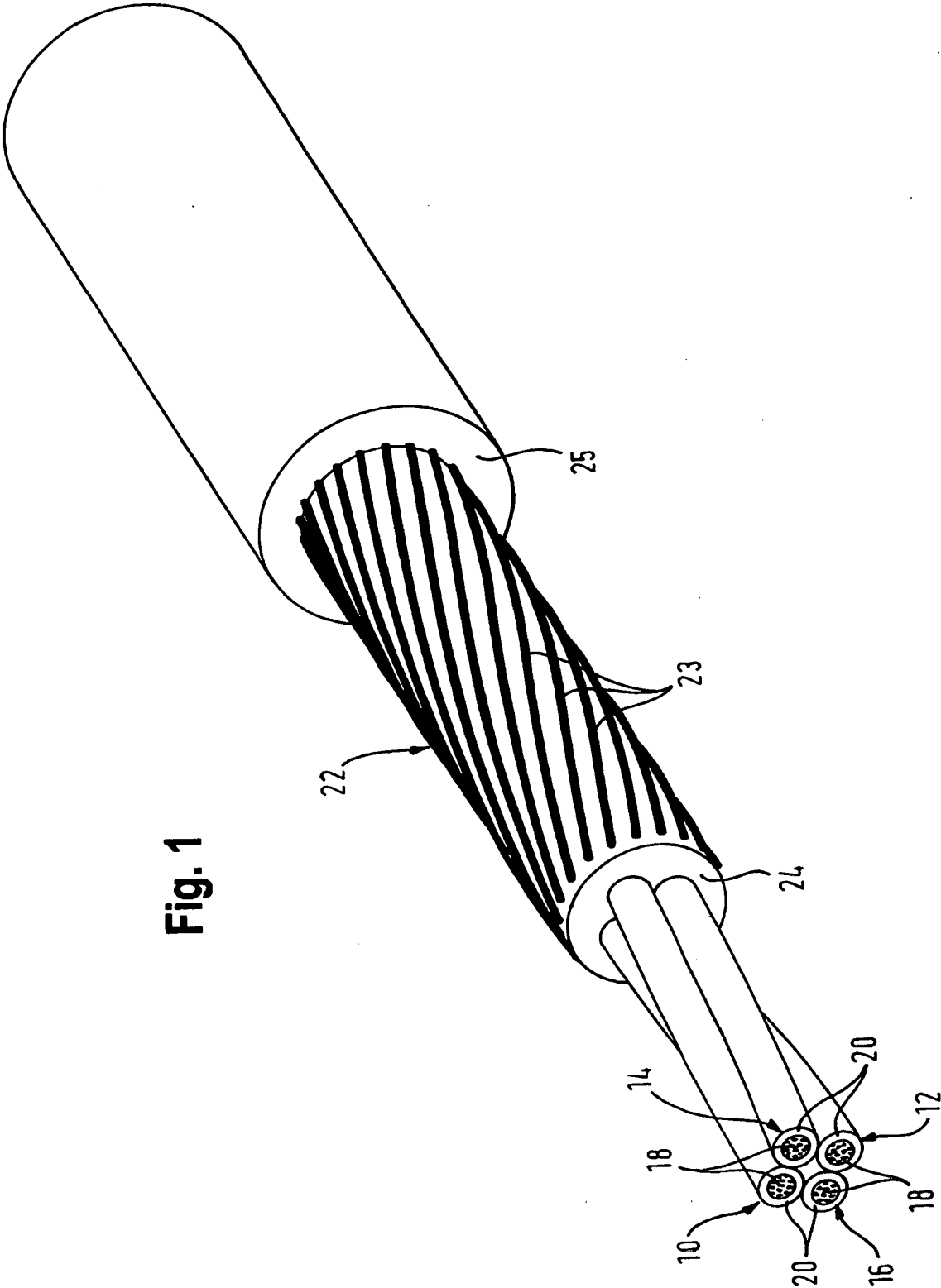


Fig. 2

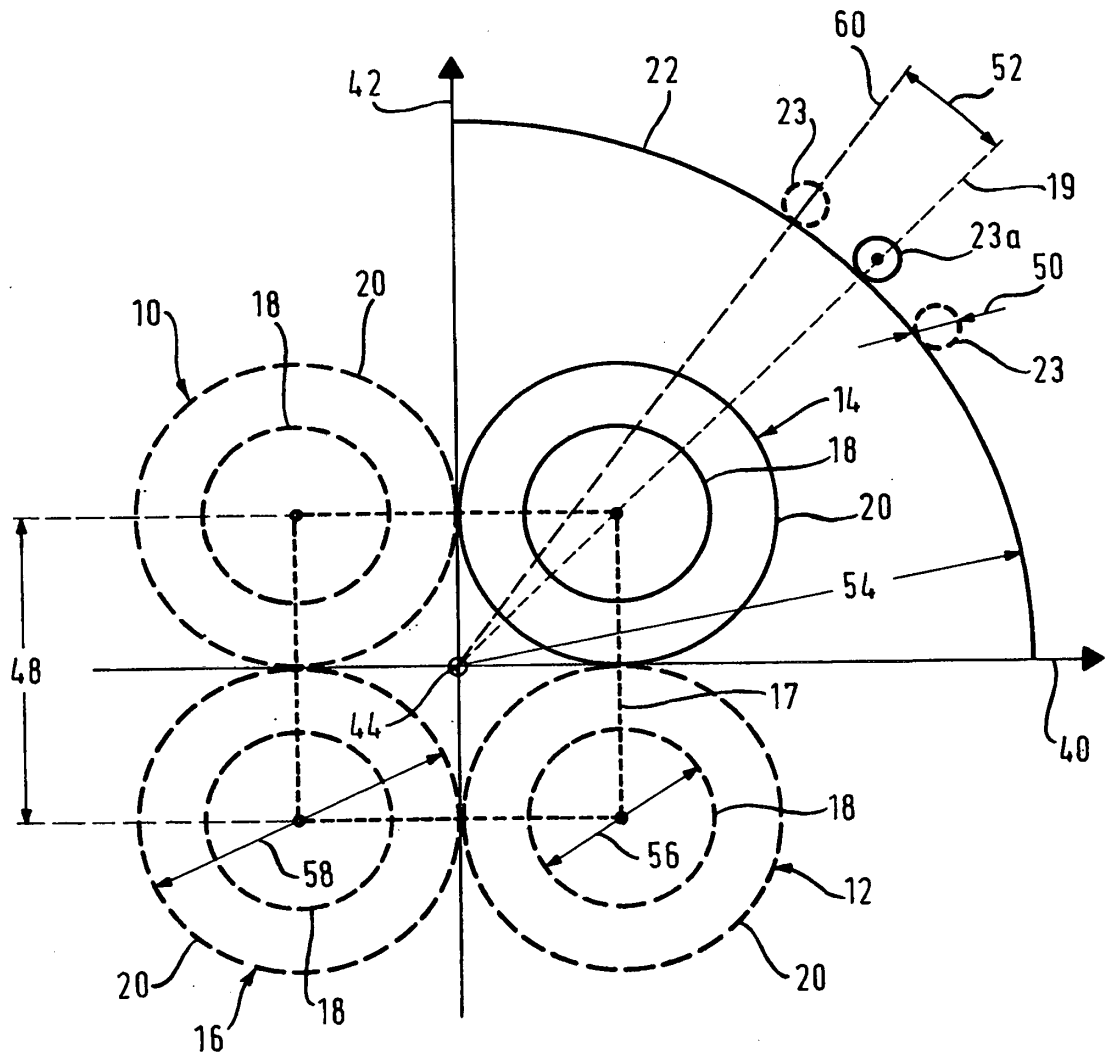


Fig. 3

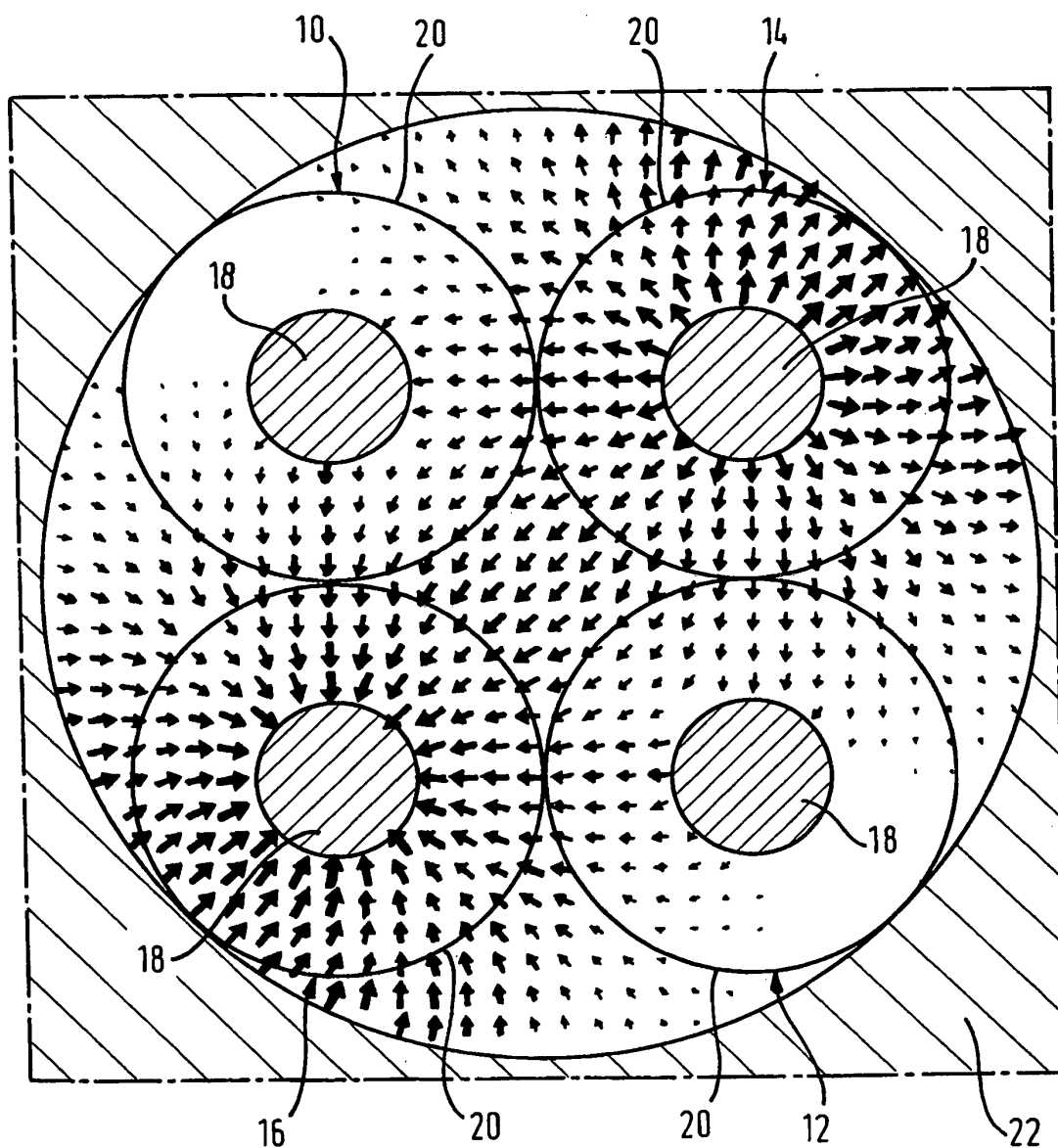


Fig. 4

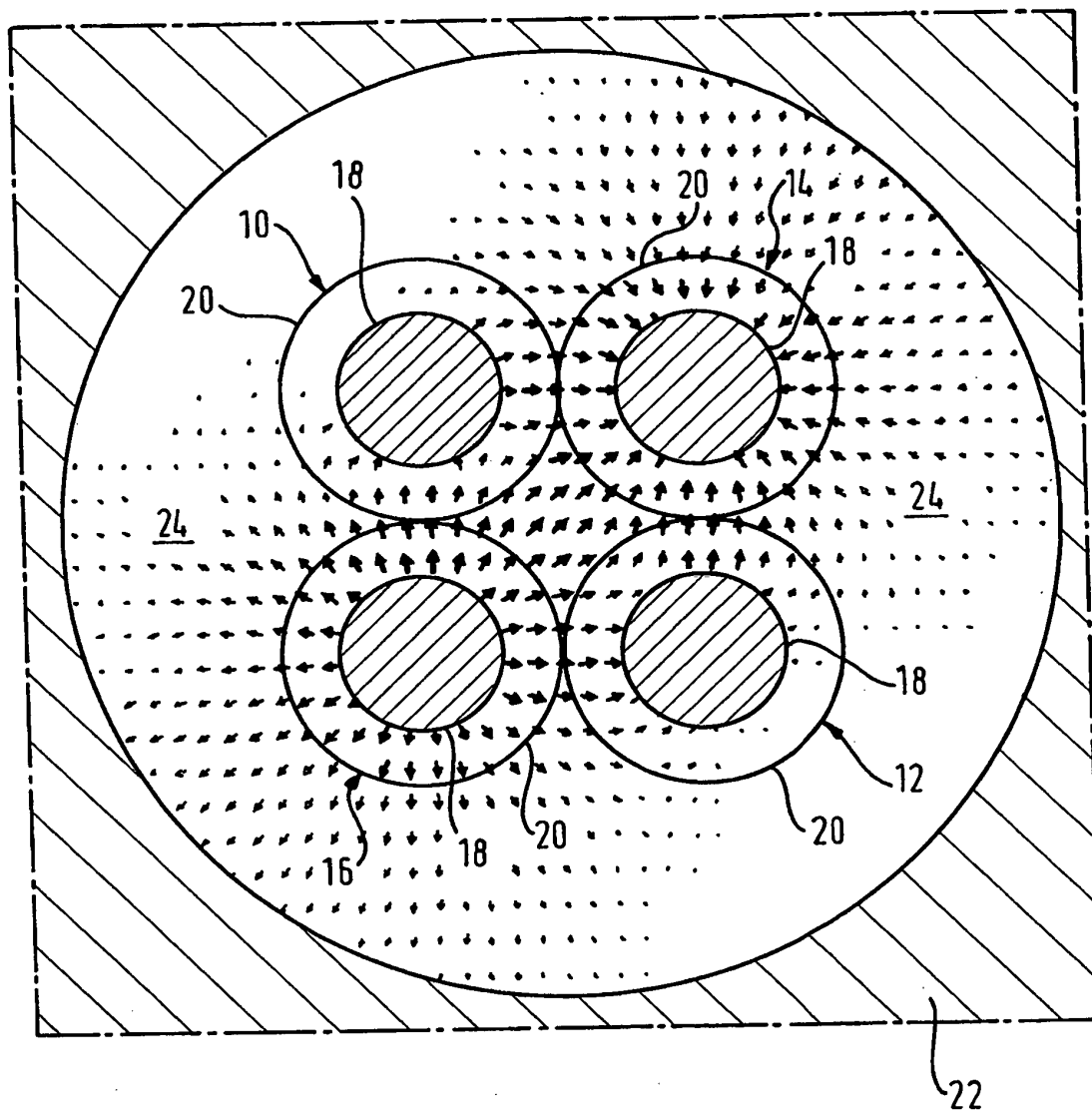


Fig. 5

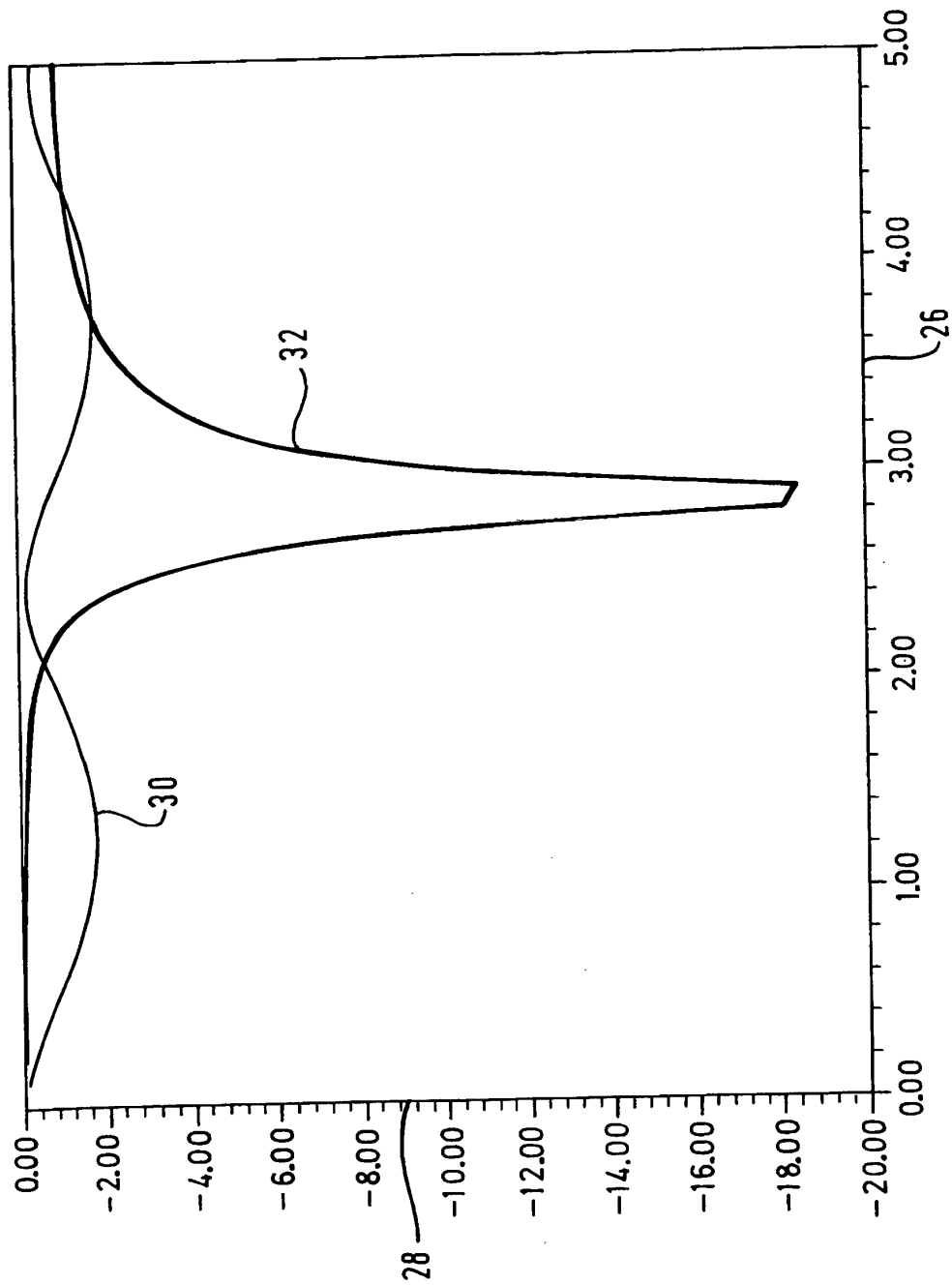


Fig. 6

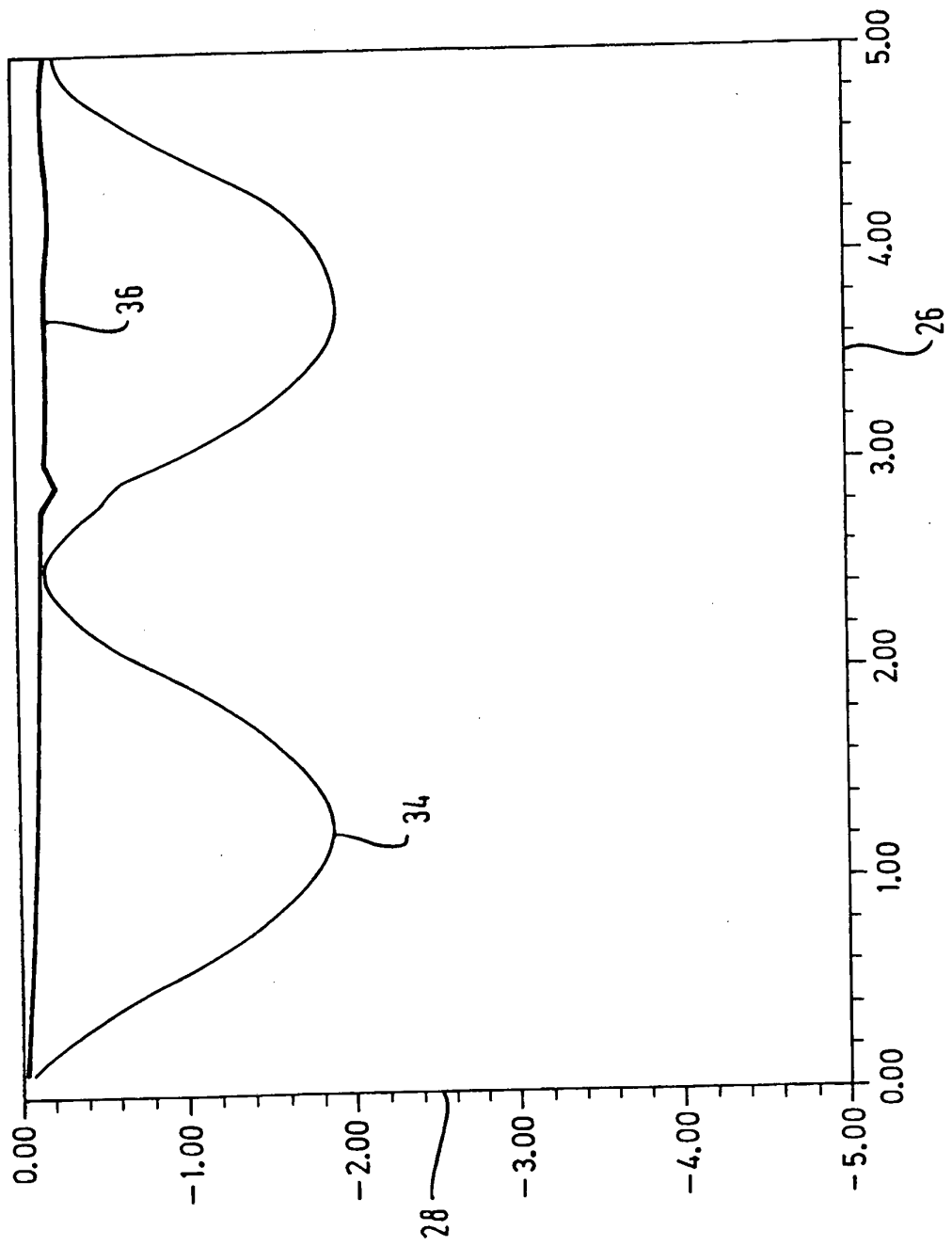
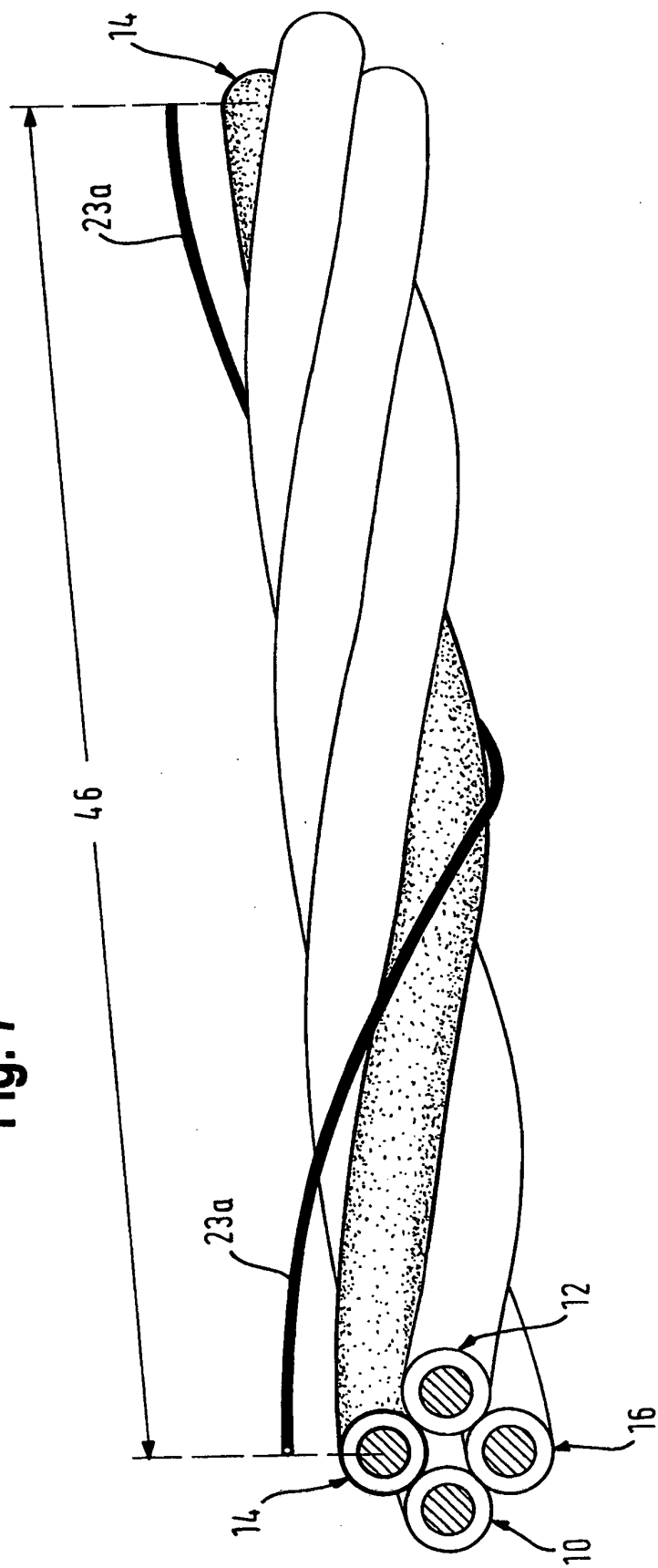


Fig. 7



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 1490692 A1 [0005]