



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.01.2010 Patentblatt 2010/01

(51) Int Cl.:
H01B 7/30 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09008424.5**

(22) Anmeldetag: **27.06.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK TR

(30) Priorität: **02.07.2008 DE 102008031337**

(71) Anmelder: **nkt cables GmbH**
51063 Köln (DE)

(72) Erfinder:
• **Willén, Dag**
21853 Klagshamn (SE)
• **Waschk, Volker Dr.**
51519 Odenthal (DE)

(54) **Elektrisches Sektorleiterkabel vom Millikentyp**

(57) Die Erfindung betrifft eine Elektrisches Sektorleiterkabel vom Millikentyp, bei dem der runde Leiter in mehrere, vorzugsweise fünf oder sechs, Segmente (10) geteilt ist, die gegeneinander isoliert verseilt sind, und jedes Segment (10) aus mehreren Lagen (12,14) von verdichteten, strangförmigen Einzelleitern (30, 31) besteht, die um ein Kabel-Zentrum mit unterschiedlichen Schlaglängen verseilt sind. Jedes Segment (10) besteht aus einem Kern (11) mehrerer nicht isolierter Einzelleiter (30, 31), und auf dem Segmentkern (11) sind mindestens

zwei Lagen (12,14) von strangförmigen Einzelleitern (30, 31) aufgebracht. Die auf dem Segmentkern (11) aufgebraute erste Lage (12) ist gegen den Segmentkern (11) durch eine Isolierschicht (16) getrennt und die weiteren aufgebrauten (zweite und weitere) Lagen (14) sind ebenfalls gegeneinander durch eine Isolierschicht (20) getrennt. In den auf den Segmentkern (11) aufgebrauten Lagen (12,14) sind neben den Einzelleitern (30, 31) weitere nicht-leitende Elemente (40,42) vorhanden, deren Querschnitt ein Bruchteil des Querschnitts der Einzelleiter (30, 31) ausmacht.

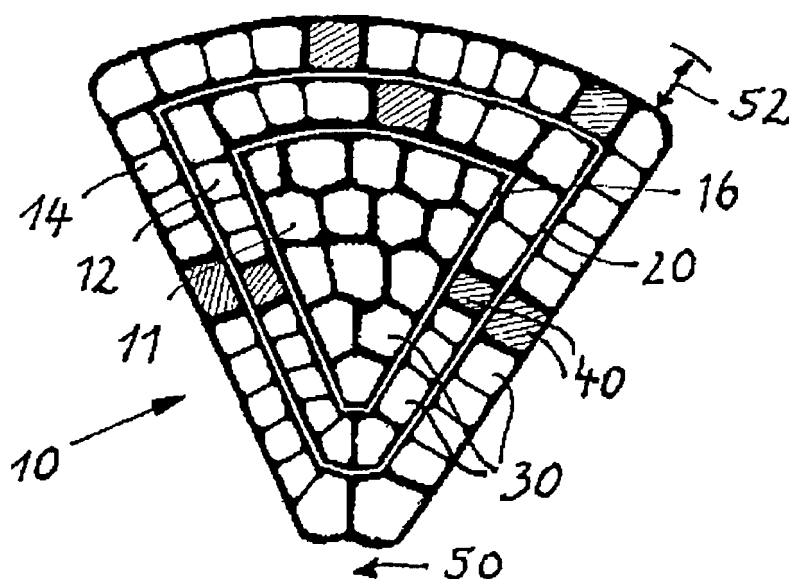


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektrisches Sektorleiterkabel vom Millikentyp.

[0002] In querschnittsgrößen Leitern von Einleiterkabeln hoher Wechselstrom-Übertragungsleistungen treten unerwünschte Stromverdrängungsverluste durch den Skin- und den Proximityeffekt auf. Durch den Skin-effekt (ein Effekt der Selbstinduktion) werden im Leiterinneren durch das wechselnde magnetische Eigenfeld Wirbelströme induziert, die die Stromdichte im Leiterinneren schwächen und zur Leiteroberfläche hin verstärken, also eine inhomogene Stromdichteverteilung (Stromverdrängung zur Leiteroberfläche hin) ergeben. Dies führt zu zusätzlichen Verlusten, die 20 % der Gleichstromverluste und mehr betragen können. Der Proximityeffekt (ein Effekt der Gegeninduktion) bewirkt zwischen den Leitern von aneinandergrenzenden Phasen, dass der Strom in diesen Leitern auf eine Seite des Leiterquerschnitts verdrängt wird.

[0003] Skin- und Proximityeffekt können durch den Einsatz von Kabeln mit Leitern des sogenannten Millikentyps erheblich verringert werden, so dass heute die meisten Einleiterkabel mit Querschnitten oberhalb von etwa 1100 mm² von diesem Typ sind. Als Stand der Technik seien beispielhaft erwähnt: H. Millikens Patent US 1904162 von 1933, DE 4036169 A1, EP 0949636 A1 oder US 2187213.

[0004] Als Vergleichsmaß für Zusatzverluste in verschiedenen Leitern wird ein Parameter k_S definiert, der als dimensionslose Größe zwischen 0 und 1 liegt. Im Fall von $k_S = 1$ liegt ein kompakter zylindrischer Leiter vor, bei dem die Wechselstromverluste maximal sind. Für $k_S = 0$ entsprechen die Leitungsverluste denen eines Leiters bei Gleichstrom.

[0005] Bei einem Leiter vom Millikentyp ist der Leiter in mehrere, gewöhnlich sechs, untereinander gleiche Segmente geteilt. Diese sind gegeneinander isoliert, um einen zentralen Kanal, der hohl ist oder mit Kunststoff gefüllt sein kann, verseilt und zu einem insgesamt runden Leiter verpresst. Jedes Segment besteht aus mehreren Lagen von Einzelleitern (Drähte), die um einen Segmentkern verseilt sind. Man fertigt zunächst einen normalen, mehrdrähtigen, lageverseilten Rundleiter und verformt ihn dann zum Segment.

[0006] Das Funktionsprinzip eines Leiters vom Millikentyp besteht darin, dass ein Draht der innerhalb der Schlaglänge (Verseillänge) seiner Lage an einem Ort des Leiters im unteren Bereich des Segments auftaucht und dort eine entsprechende Längsspannung induziert bekommt, beim Vorrücken längs des Leiters aufgrund seiner Verseilung auch im oberen Bereich des Segments auftaucht und dort eine diesem Ort entsprechende Längsspannung induziert bekommt. Alle beim Durchlaufen der Schlaglänge induzierten Längsspannungen addieren sich, so dass insgesamt eine mittlere Längsspannung induziert wird, die für alle Drähte einer Lage gleich groß ist, und die sich auch von den Längsspannungen

der übrigen Lagen desselben Segments nur wenig unterscheidet. Das Ergebnis ist eine Homogenisierung der Stromdichte innerhalb eines jeden Segments, und damit eine Verringerung der Wirbelstromverluste.

[0007] Eine Verringerung der Wirbelstromverluste tritt schon dadurch auf, dass zwischen den Einzelleitern immer (mehr oder weniger) gewisse Übergangswiderstände vorhanden sind. Nach dem Stand der Technik werden die Übergangswiderstände dadurch erhöht, dass isolierte Drähte (z. B. lack- oder emailleisierte Kupferdrähte) eingesetzt werden.

[0008] Die Verwendung von isolierten Drähten führt insbesondere zu dem Nachteil, dass bei der Konfektionierung des Kabels in Garnituren (Endverschlüsse, Muffen) die Isolierung entfernt werden muss. Weil sich das farbliche Aussehen der Lackisolierung bei Kupfer-Drähten praktisch nicht von nicht isolierten Kupferdrähten abhebt, besteht für den Monteur die zusätzliche Schwierigkeit, überhaupt festzustellen, ob ein Draht noch eine Isolierung trägt oder schon abisoliert ist. Ein Verfahren der Konfektionierung, bei dem die Isolierschicht der Drähte durch nadelförmige Kontaktspitzen durchstoßen wird, (wobei das Abisolieren vermieden wird), lässt sich bei Millikenleiter nicht anwenden, da dort relativ dünne Leiterdrähte verwendet werden und keine geeignete Garnituren zur Verfügung stehen.

[0009] Aus der US 2972658 ist bekannt, zur Reduzierung der Übertragungsverluste in Sektoren zusätzliche Isolierelemente vorzusehen.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Aufbau eines Sektorleiterkabels vom Millikentyp anzugeben, bei dem eine weitere Reduzierung der Übertragungsverluste erzielt wird.

[0011] Die Lösung der Aufgabe wird im Kennzeichen des Hauptanspruchs formuliert, wobei weiterführende Ausgestaltungen in den Unteransprüchen angesprochen werden.

Der beanspruchte Gegenstand wird wie folgt umrissen:

[0012] Es handelt sich um einen elektrischen Leiter vom Millikentyp, bei dem der, in der Regel rund ausgebildete Leiter in einem Hochspannungskabel in mehrere, vorzugsweise fünf oder sechs, Segmente geteilt ist, die gegeneinander isoliert verseilt sind. Jedes Segment besteht aus mehreren Lagen von verdichteten, strangförmigen Einzelleitern, die um das Zentrum des Hochspannungskabels mit unterschiedlichen Schlaglängen verseilt sind. Jedes Segment besteht aus einem Kern mehrerer nicht isolierter Einzelleiter. Auf dem Segmentkern sind mindestens zwei Lagen von strangförmigen Einzelleitern aufgebracht. Die auf dem Segmentkern aufliegende erste Lage ist gegen den Segmentkern durch eine Isolierschicht getrennt und die weiteren aufliegenden (zweite und weitere) Lagen sind ebenfalls gegeneinander durch eine Isolierschicht getrennt. In den auf den Segmentkern aufgetragenen Lagen sind neben den Einzelleitern weitere nicht-leitende Elementen vorhanden,

so dass mindestens zwei durch die nicht-leitenden Elemente getrennte Gruppen von Einzelleitern vorliegen.

[0013] Wesentlich ist, dass die nicht-leitenden Elemente die Einzelleiter isolierend voneinander trennen und dass die Zahl der nicht-leitenden Elemente möglichst klein ist, aber mindestens zwei nicht-leitende Elemente in einer Lage vorhanden sind. Die gesamten Querschnitte der nicht-leitenden Elemente in einer Lage machen nur einen Bruchteil des Querschnitts der Einzelleiter in einer Lage aus. Die nicht-leitenden Elemente in einer Lage berühren die Isolierschichten der benachbarten Lage, so dass die Ausdehnung (Querschnitt) eines nicht-leitenden Elements im Minimum so groß sein muss, dass er die Dicke der Lage ausfüllt, jedoch die benachbarten Einzelleiter auf möglichst kurzer Distanz isolierend voneinander trennt, also die Ausdehnung (Breite) sehr schmal ist. Der Leiterquerschnitt (Querschnitt der Einzelleiter) in einer Lage sollte möglichst groß sein.

[0014] Das als wesentlich angemerkte Charakteristikum der Erfindung konnte in ausführlichen messtechnischen Untersuchungen bestätigt werden. Der Verlustparameter k_s lässt sich deutlich absenken, wenn nur wenige nicht-leitende, strang- oder stabförmige Elemente in den jeweiligen Lagen vorhanden sind, die die nicht isolierten Einzelleiter voneinander isolierend trennen. Die Abstände der nicht-leitenden Elemente können regelmäßig (gleichabständig) sein.

[0015] Die bevorzugten Eigenschaften und Merkmale der Erfindung werden im folgenden aufgezählt, wobei die Merkmale im Einzelnen oder in Kombination miteinander verwirklicht sein können.

[0016] Mindestens zwei strangförmige, nicht-leitende Elementen sind in einer Lage eines Segments eingebracht und liegen in gleichmäßigem Abstand auf dem Umfang in einer Lage, wodurch die in der Lage liegenden nicht isolierten Einzelleitern voneinander isolierend getrennt werden.

[0017] Der Bruchteil des Querschnitts der nicht-leitenden Elemente in einer Lage des Segments zum Querschnitt der Einzelleiter in derselben Lage kann in einem Bereich zwischen 5 und 10 % liegen.

[0018] Die Bruchteile des Querschnitts der nicht-leitenden Elemente zum Querschnitt der Einzelleiter können von einer inneren zur nächst-äußeren Lage zunehmend ausgebildet sein.

[0019] Die nicht-leitenden Elemente sind vorzugsweise aus stab- oder strangförmigem Isoliermaterial gebildet, beispielsweise aus einem Stab oder Faden (Fasern) aus Kunststoff, der oder die mit den Einzelleitern verseilt werden.

[0020] Die Einzelleiter können aus nicht isolierten Runddrähten bebildet sein, wobei dann in einer Lage mehrere, möglicherweise durchmessergleiche Runddrähte nebeneinander in Berührung stehen und eine leitende Gruppe bilden. Solche Gruppen werden von den zuvor erwähnten Stäben oder Fäden aus Kunststoff voneinander getrennt. Die Einzelleiter können auch aus flachem Bandmaterial gebildet sein. In einer Lage eines

Segments würden beispielsweise drei (oder vier) flache Einzelleiter aus Bandmaterial liegen, welche jeweils von drei (oder vier) Kunststoff-Elementen voneinander isolierend getrennt werden. Die flachen Einzelleiter aus Bandmaterial könnten beispielsweise aus Aluminium hergestellt sein.

[0021] Wie erwähnt können die bandförmigen Leiterelemente als flaches Band ausgebildet sein, die in ihrer Breitenerstreckung tangential zum Umfang einer Segmentlage liegen. Sie können auch in ihrer Position in den Lagen konkav zum Segmentkern verformt sein, so dass sie etwa auf dem Kreisumfang der zugehörigen Lage liegen.

[0022] Die nicht-leitenden Elemente (Stäbe oder Fäden) und die Isolierschicht auf dem Segmentkern und zwischen den Lagen (als Folie) sollten aus einem wärmebeständigen Kunststoff (bis 200 °C) bestehen, beispielsweise kann die Folie 250 µm dick sein und aus Polyester bestehen.

[0023] Die wesentlichen Eigenschaften eines herkömmlich bekannten Kabels vom Millikentyp sollen in dem beanspruchten Gegenstand verwirklicht sein. Wesentlich sind hier die Verdrillung (Drall) der Segmente bei unterschiedlicher Schlaglänge und die Verdichtung der Segmente bzw. der Einzelleiter in den Segmenten.

[0024] Die Herstellung eines Sektorleiterkabels (im folgenden auch kurz nur mit 'Millikenleiter' bezeichnet) erfolgt so, dass zunächst ein üblicher, mehrdrätiger, lagenverseilter Rundleiter gefertigt wird, dieser in einem Werkzeug (durch Walzen oder Strangpressen) zum Segment verformt wird und schließlich die gleichförmigen Segmente, üblicherweise 5 oder 6, zum Millikenleiter verseilt werden. In der Kabelfertigungstechnik werden insbesondere Strangpress-Anlagen eingesetzt, die unter der Bezeichnung Conform-Pressen (= continuos forming nach Holton) in der Fachwelt bekannt sind (beispielsweise EP 0494 755 A1).

[0025] Zur Herstellung eines Segments mit bandförmigen Leiterelementen kann man wie folgt vorgehen. Es wird zuerst - wie beschrieben - ein Segmentkern hergestellt und dieser mit einer temperaturstabilen Kunststoff-Folie umhüllt. Dieser Segmentkern wird (in einer ersten Lage) mit mehreren bandförmigen Leitern (mindestens drei) umgeben, wobei dieses Zwischenprodukt in einem Werkzeug (durch Walzen oder Strangpressen) verdichtet wird. Die zwischen den bandförmigen Leitern vorhandenen Zwischenräume werden dann in einer PE-Extrusionsanlage mit PE gefüllt. Anschließend wird eine weitere Kunststoff-Folie zur Isolierung darüber gebracht und in Wiederholung des ersten Schritts weiterhin eine Lage von bandförmigen Leitern aufgetragen. Abschließend erfolgt wiederum eine Füllung der Zwischenräume in einem Extrusionsprozess.

[0026] Ein komplettes Hochleistungskabel umfasst mehrere Segmente und hat einen äußeren Kabelmantel mit einem üblichen Aufbau, beispielsweise ein Kabelmantel aus einem Polymer (PE, HDPE) (ältere Konstruktionen aus Öl-Papier-Isolierung). Unter dem Kabelman-

tel liegen (von außen nach innen) ein Bleischirm, eine halbleitende Rußpapierschicht, ein metallisches (kupfernes) Abschirmklebeband und die Kabelisolierung auf dem Millikenleiter. Unter dem Kabelmantel kann noch eine Lage von Quellschicht oder Quellschicht zur Längswasserabdichtung eingebracht sein. Im Zentrum oder Zwickel des Kabels kann anstelle eines Hohlkanals Kunststoff eingebracht sein. Es hat sich bei einem Kabel mit Leitmaterial im Zentrum gezeigt, dass sich der Verlustparameter k_s auch dadurch verringern lässt, wenn man die äquivalente Menge des Querschnitts an Kupfer statt im Zentrum in den Segmenten unterbringt und das Zentrum mit Kunststoff füllt.

[0027] Ausführungsformen der Erfindung werden an Hand der, folgenden Zeichnungen verdeutlicht.

[0028] Es zeigen

Fig. 1 ein Segment für einen Millikenleiter mit Rundleitern und

Fig. 2 ein weiteres Segment mit bandförmigen Leitelementen.

[0029] Fig. 1 zeigt ein keilförmiges Segment 10 eines elektrischen Leiters vom Millikentyp, bei dem sechs Segmente 10 den Leiter eines Hochleistungskabels bilden. Das Kabelzentrum 50 befindet sich unten, mit Bezugszeichen 52 ist der Schichtaufbau des Kabelmantels angedeutet. Im Kabelzentrum kann ein Hohlraum ausgebildet oder mit Isolierstoff gefüllt sein. Für bestimmte Hochleistungskabel kann das Kabelzentrum jedoch auch mit Leitermaterial gefüllt sein.

[0030] Jedes Segment besteht aus einem Segmentkern 11 und im allgemeinen aus mehreren (in den Figuren zwei) Lagen von verdichteten, strangförmigen Einzelleitern 30 aus Kupfer, die um das Zentrum des Hochleistungskabels mit unterschiedlichen Schlaglängen verseilt sind. Jedes Segment 10 ist gegen das benachbarte Segment isoliert (Isolierung 25 in Fig. 2). In den Lagen 12, 14 liegen nicht-isolierte Einzelleiter 30, die durch die Verformung bei der Segmentbildung eckigen Querschnitt erhalten haben. Die erste Lage 12 auf dem Segmentkern ist gegen den Segmentkern isoliert (Isolierschicht 16), ebenso ist die erste gegen die zweite Lage 14 isoliert (Isolierschicht 16). In den auf den Segmentkern 11 aufgetragenen Lagen 12, 14 sind neben den Einzelleitern 30 (aus Kupfer) strangförmige, nicht-leitende Elemente 40 vorhanden, die einzeln jeweils einen Querschnitt haben, der etwa dem Querschnitt eines Einzelleiters 30 entspricht. Die nicht-leitenden Elemente 40 können beispielsweise aus Stäben oder Fäden aus Kunststoff bestehen. In der Fig. 1 sind beispielhaft in der ersten Lage drei und in der zweiten Lage vier nicht-leitende Elemente 40 vorhanden.

[0031] In der Fig. 2 ist der Segmentkern 11 aufgebaut wie in Fig. 1. Auf dem Segmentkern befinden sich ebenfalls zwei Lagen 12, 14, die untereinander und gegen den Segmentkern mit einer Isolierschicht 16 abgetrennt sind. Die Einzelleiter 32 der Fig. 2 sind bandförmige Leitele-

mente 32. Die Dicke eines bandförmigen Leiters entspricht der Schichtdicke einer Lage. Die bandförmigen Leiter sind in ihrer Breitenenerstreckung in dem außenliegenden Bereich der Segmentlagen, der etwa einen Kreisbogen bildet, konkav zum Segmentkern 11 verformt. Benachbarte Segmente 10 sind untereinander mit einer Isolierschicht 25 getrennt. Wie in Fig. 1 ist auch diese Zeichnung beispielhaft, wo in jeder Lage drei bandförmige Leiter 32 liegen, die durch drei Isolierelemente 42 getrennt sind, wobei die Isolierelemente in einem Extrusionsverfahren eingebracht sein können, welches zuvor als mögliches Herstellverfahren schon angesprochen wurde. Es dürfte dem Fachmann klar sein, dass durch die Verdrehung des Segments sich die Position der Elemente in den Lagen mit fortschreitender Länge des Segments verändert, so dass die in Fig. 2 gezeigte Position relativ zufällig ist, wo die Isolierelemente 42 in den Ecken liegen.

[0032] Abschließend sei ein Konstruktionsbeispiel eines Millikenleiters angegeben mit 1800 mm² Querschnitt und aus 6 Segmenten aufgebaut. Der Leiter hat einen Durchmesser von 53 mm. Im Leiter-, bzw. Kabelzentrum befindet sich durchgehend eine Kunststoff-Füllung mit 12 mm Durchmesser.

Der Segmentkern besteht aus 18 Drähten von einer Dicke von je 2,58 mm;
die 1. Lage auf dem Kern besteht aus 17 Drähten von einer Dicke von je 2,58 mm bei einer Schlaglänge von 280 mm und aus 2 Kunststoff-Fäden oder -Stäben; bzw. 16 Drähte und 3 Kunststoff-Fäden oder -Stäbe;
die 2. Lage darüber besteht aus 23 Elementen (21 Drähte + 2 Isolierelemente; oder 20 Drähte oder 3 Isolierelemente) von einer Dicke von je 2,42 mm bei einer Schlaglänge von 310 mm;

Bezugszeichen

[0033]

10	Segment
11	Segmentkern
12	erste Lage auf dem Segmentkern
14	zweite Lage auf dem Segmentkern
16	Isolierschicht auf Segmentkern
20	Isolierschicht auf erster Lage
25	Isolierung zwischen den Segmenten
30	Einzelleiter (rund, durchmessergleich)
31	Einzelleiter (strangförmig)
32	Einzelleiter (blattförmig)
40	Stab aus Isolationsmaterial
42	Strang aus Isolationsmaterial (extrudiert)
50	Kern des Leiters
52	Schichtaufbau des Kabelmantels

Patentansprüche

1. Elektrisches Sektorleiterkabel vom Millikentyp mit

- mehreren, gegeneinander isolierten und verseilten Segmenten, wobei die Segmente aus einem Segmentkern (11) aus elektrisch leitenden Einzelleitern (30,31,32),
mit darauf aufgebrachten mindestens zwei Lagen (12,14) aus strangförmigen elektrisch leitenden Einzelleitern (30, 31, 32) bestehen
und die jeweiligen Lagen (12,14) voneinander und zum Segmentkern (11) elektrisch isoliert sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
jede der auf den Segmentkern (11) aufgebrachten Einzelleiter-Lagen (12,14) neben den elektrisch leitenden, nicht isolierten Einzelleitern mindestens drei zusätzliche strangförmige Elemente (40,42) aus reinem Isoliermaterial aufweisen, deren Durchmesser denen der Einzelleiter entsprechen.
2. Sektorleiterkabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens drei strangförmige, nicht-leitende Elemente (40,42) in gleichmäßigem Abstand in einer Lage (12,14) liegen.
3. Sektorleiterkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bruchteil des Querschnitts der nicht-leitenden Elemente (40,42) in einer Lage eines Segments zum Querschnitt der Einzelleiter (30,31,32) in derselben Lage in einem Bereich zwischen 5 und 10 % liegt.
4. Sektorleiterkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nicht-leitenden, strangförmigen Elemente (40,42) Körper aus hochtemperaturfesten Kunststoff sind.
5. Sektorleiterkabel nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die strangförmigen, nicht-leitenden Elemente aus Isoliermaterial (42) bestehen, welches in einem Extrusionsprozess eingebracht ist.
6. Sektorleiterkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kabel in fünf Segmente (10) geteilt ist.
7. Sektorleiterkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelleiter der Segmente (10) in mindestens einer Lage (12,14) aus durchmessergleichen Drähten (30) bestehen.
8. Sektorleiterkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelleiter der Segmente (10) in mindestens einer Lage (12,14) aus bandförmigen Leiterelementen (32) bestehen.
9. Sektorleiterkabel nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bandförmigen Leiterelemente (32) in ihrer Position in den Lagen (12,14) konkav zum Segmentkern (11) verformt sind.
10. Sektorleiterkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierschicht (16) auf dem Segmentkern (11) und zwischen den Lagen (12,14) aus einer Polyesterfolie besteht.

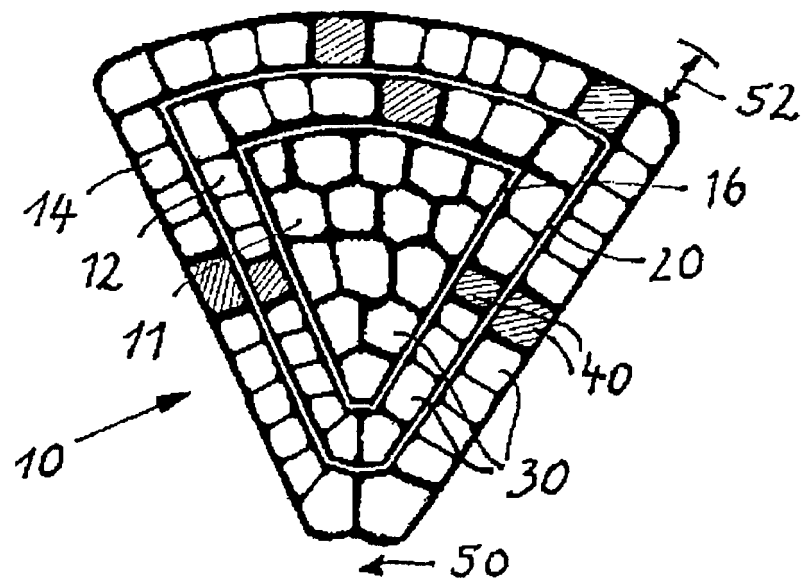


Fig. 1

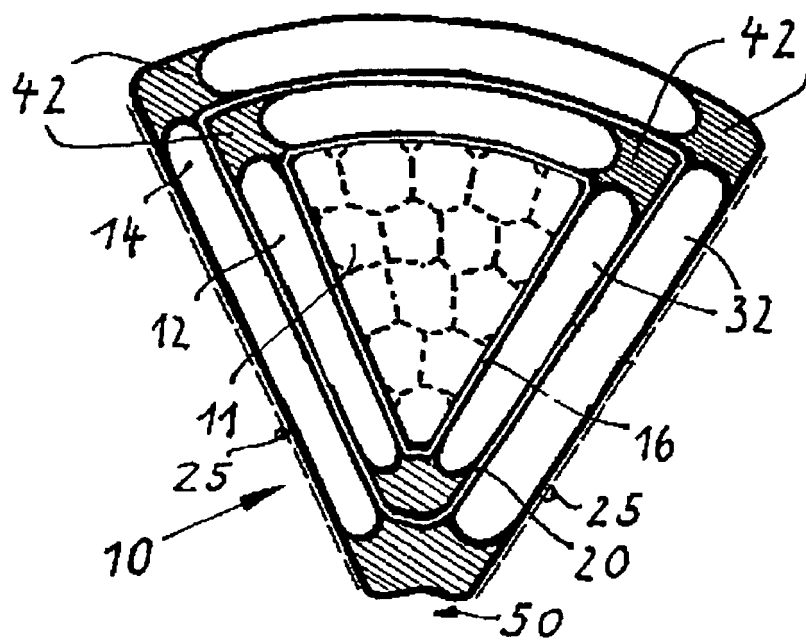


Fig. 2

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 1904162 A, H. Millikens [0003]
- DE 4036169 A1 [0003]
- EP 0949636 A1 [0003]
- US 2187213 A [0003]
- US 2972658 A [0009]
- EP 0494755 A1 [0024]