

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Januar 2007 (18.01.2007)

PCT

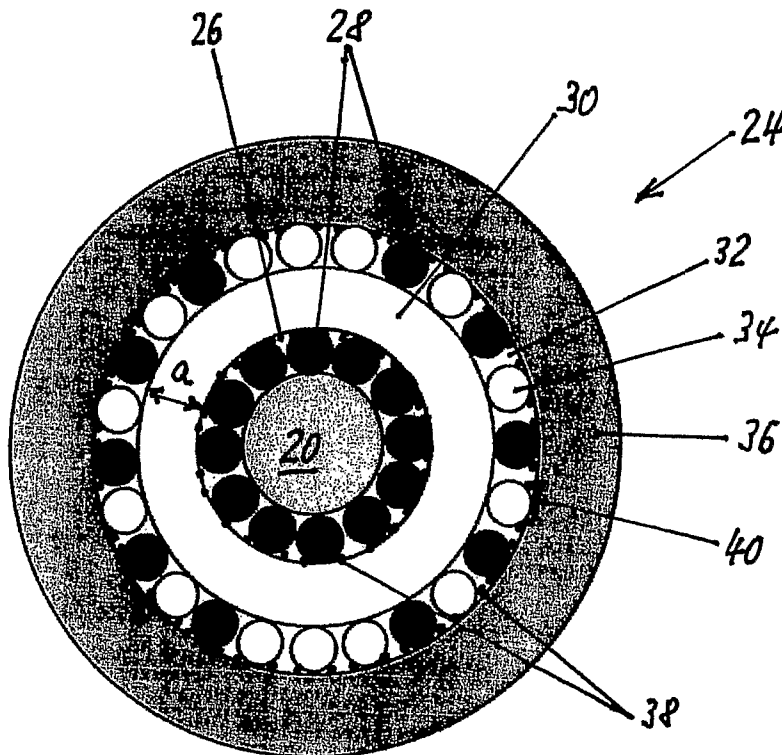
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/006167 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 6/44 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2006/000361
- (22) Internationales Anmeldedatum:
7. Juli 2006 (07.07.2006)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
1169/05 14. Juli 2005 (14.07.2005) CH
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): BRUGG KABEL AG [CH/CH]; Klosterzelgstrasse 28, CH-5201 Brugg AG (CH).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RYTZ, Thomas [CH/CH]; Hohenstieglén, CH-8152 Glattbrugg (CH). RUTSCHI, Martin [CH/CH]; Meienweg 1, CH-3400 Burgdorf (CH).
- (74) Anwalt: BREITER, Heinz; Keller & Partner AG, Stadthausstrasse 145/Postfach 2005, CH-8400 Winterthur (CH).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTROOPTICAL COMMUNICATIONS AND POWER CABLE

(54) Bezeichnung: ELEKTROOPTISCHES KOMMUNIKATIONS-UND ENERGIEKABEL



(57) Abstract: The invention relates to an electrooptical communications and power cable (24) comprising at least one light waveguide (10), which is arranged in a central multifibre bundle (20) consisting of a smooth flexible metal tube (18) and provided with a primary jacket (16). Two layer (26, 32) of stranded metal wires are extended coaxially to said multifibre bundle (20). The metal wires are also used for relieving a traction and/or transversal load. The internal metal wire layer (26) consists of metal wires (28) exhibiting a good electric conductivity. The external metal wire layer (32) comprises the metal wires (28), which are arranged alternately individually and/or groupwisely and exhibit a good electrical conductivity and metal wires (34) exhibiting a high traction strength. The two wire layers (36, 32) are held at a distance (a) from each other by an insulating layer (30). The inventive communications and power cable (24) is used first of all for an electrooptical power connection between two voltage converters (44, 46) in an intelligent system.

(57) Zusammenfassung: Ein elektrooptisches Kommunikations- und Energiekabel (24), umfasst in einer zentralen Bündelader (20) aus einem glatten, flexiblen Metallrohr (18) wenigstens einen Lichtwellenleiter (10) mit einer primären Ummantelung (16). Zwei Schichten (26, 32) aus verseilten Metalldrähten verlaufen coaxial zur Bündelader (20). Die Metalldrähte dienen auch als Zug- und/oder Querentlastung. Die innere Drahtschicht (26) besteht aus elektrisch gut leitenden Metalldrähten (28). Die äussere Drahtschicht (32) umfasst einzeln- und/oder gruppenweise alternierend angeordnete Metalldrähte (28) hoher elektrischer Leitfähigkeit einerseits

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/006167 A1



KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Elektrooptisches Kommunikations- und Energiekabel

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein elektrooptisches Kommunikations- und Energiekabel, welches in einer zentralen Bündelader aus einem glatten, flexiblen Metallrohr wenigstens einen Lichtwellenleiter mit einer primären Ummantelung, zwei koaxial zur Bündelader verlaufenden Schichten aus verseilten Metalldrähten, welche auch als Zug- und Querkraftentlastung dienen, und einen Aussenmantel umfasst. Weiter betrifft die Erfindung eine Verwendung des elektrooptischen Kommunikations- und Energiekabels.

Optische Kabel mit Lichtwellenleitern, insbesondere Glasfasern, sind seit mehreren Jahrzehnten bekannt. Die Daten werden statt in Form von elektrischen
15 Impulsen durch Metalleiter als Lichtquanten in Lichtwellenleitern übermittelt. Schnittstellen sind elektrooptische Kupplungen, welche elektrische Impulse in Lichtquanten umwandeln und umgekehrt.

Moderne Lichtwellenleiter und optische Kommunikations- und Energiekabel mit
20 wenigstens einem Lichtwellenleiter sind beispielsweise aus der Firmenschrift „Kommunikationskabel/Communication Cables“ der Firma Brugg Kabel AG, CH-5201 Brugg, revidierte Ausgabe 2004, bekannt.

Ein Lichtwellenleiter bekannter Bauart umfasst einen optischen Kern und einen
25 optischen Mantel, in der Praxis eine Glasfaser mit einem Aussenmantel von insgesamt etwa 125 μm Durchmesser. Eine primäre Ummantelung der Glasfaser aus einem Kunststoff hat einen Aussendurchmesser von beispielsweise 250 μm . Je nach Verwendung werden Kabel mit Singlemodefaser oder Multimodefasern eingesetzt, nähere Angaben sind der vorerwähnten Firmenschrift, Seiten
30 6-9, zu entnehmen.

Elektrooptische Kabel umfassen neben wenigstens einem Lichtellenleiter elektrische Leiter, die beispielsweise zur Spannungsversorgung oder zur Übertragung von elektrischen Signalen dienen. Die elektrischen Leiter sind am optischen Kabel angeordnet oder damit verbunden. Elektrooptische Kommunikations- und Energiekabel werden auch Hybridkabel genannt.

Falls die Bündelader ein Metallrohr von hoher elektrischer Leitfähigkeit umfasst, kann dieses selbst als elektrische Leiter verwendet werden. Die üblichen Stahlrohre sind jedoch dazu wegen der zu niedrigen elektrischen Leitfähigkeit wenig oder nicht geeignet.

Aus der EP 0816885 B1 und der DE 4236608 A1 ist es bekannt, eine Bündelader mit optischen Leitern mit wenigstens einer metallischen Armierungsschicht zu verseilen. Dadurch wird einerseits die Zugkraft erhöht und andererseits die Bündelader gegen Querkräfte besser geschützt.

In der EP 0371660 A1 wird ein elektrooptisches Kabel beschrieben, welches eine zentrale Bündelader mit einem dünnen Stahlrohr umfasst. Dieses ist von einer dielektrischen Schicht umgeben, in welcher Kupferlitzen von hoher elektrischer Leitfähigkeit eingebettet sind. Ausserhalb der dielektrischen Schicht ist eine zweilagige Bewehrung aus Stahldrähten angeordnet. Diese sind ihrerseits in die schützende Ummantelung eingebettet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektrooptisches Kabel der eingangs genannten Art weiter zu verbessern und sein Einsatzgebiet zu verbreitern.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die innere Drahtschicht aus elektrisch gut leitenden Metalldrähten besteht, und die äussere Drahtschicht aus einzel- und/oder gruppenweise alternierend angeordneten Metalldrähten hoher elektrischer Leitfähigkeit einerseits und Metalldrähten hoher Zugfestigkeit andererseits mittels einer Isolationsschicht in Abstand gehalten

ten ist. Spezielle und weiterführende Ausführungsformen des elektrischen Kommunikations- und Energiekabels sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

5 Hier und im Folgenden umfasst der Ausdruck „Metalldrähte“ auch Metalllitzen mit vergleichbaren elektrischen und mechanischen Eigenschaften. In elektrooptischen Kommunikations- und Energiekabeln, werden die Signale optisch, notfalls eventuell auch elektrisch, die Energie ausschliesslich elektrisch übertragen.

10

Als elektrisch gut leitende Metalldrähte werden vorzugsweise Metalle mit einem spezifischen elektrischen Widerstand von höchstens $5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{mm}$, insbesondere $(1-3) \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{mm}$, eingesetzt. Unter Berücksichtigung der Materialkosten fallen insbesondere Kupfer, Kupferlegierungen, Aluminium und Aluminiumlegierung in diese Gruppe. Selbstverständlich können auch mit einem dieser elektrisch gut leitenden Metalle beschichtete Verbunddrähte, insbesondere mit einem Stahlkern, eingesetzt werden.

15

Die elektrisch weniger gut leitenden, äusseren Metalldrähte haben eine hohe Zugfestigkeit von wenigstens etwa 700 N/mm, besonders gut geeignet sind 20 Drähte aus einem rostfreien Edelstahl.

20

Die alternierende Anordnung der beiden verschiedenen Metalldrähte der äusseren Drahtschicht kann auf verschiedenste Arten erfolgen, einfachheitshalber 25 werden die elektrisch gut leitenden Drähte mit Cu, die zugfesten Drähte mit Fe bezeichnet, beispielsweise

25

- ...Fe.Cu.Fe.Cu.Fe.Cu...
- ...Fe.Fe.Cu.Cu.Fe.Fe.Cu.Cu...
- ...Fe.Fe.Cu.Fe.Cu.Fe.Fe.Cu...
- 30 - ...Cu.Cu.Fe.Cu.Cu.Fe.Cu.Cu.Fe...
- ...Fe.Fe.Cu.Fe.Cu.Fe.Cu.Fe...
- ...Fe.Fe.Fe.Cu.Fe.Cu.Fe.Cu.Fe.Cu.Fe.Fe.Fe.Fe.Cu.Fe...

30

Die innere und die äussere Drahtschicht weisen vorzugsweise denselben ohmschen Widerstand auf.

Das einzelne- und/oder gruppenweise Alternieren der Metalldrähte kann also
5 regelmässig oder unregelmässig sein. Je höher der Anteil an Fe-Drähten ist, desto geringer ist die elektrische Transportleistung der äusseren Drahtschicht. Bei höherem Anteil der Fe-Drähte in der äusseren Drahtschicht ist dafür die Zug- und Querkraftentlastung deutlich besser.

10 Die Metalldrähte hoher Zugfestigkeit der Aussenschicht (Fe-Drähte) und das Metallrohr der Bündelader bestehen zweckmässig aus dem gleichen Material, nämlich einem rostfreien Edelstahl.

Die elektrisch gut leitenden Metalldrähte (Cu-Drähte) der Innenschicht liegen
15 bevorzugt direkt auf dem Metallrohr der Bündelader auf. Falls das Metallrohr der Bündelader aus einem elektrisch gut leitenden Metall besteht, können die Metalldrähte der Innenschicht durch ein Metallrohr entsprechender Wanddicke ersetzt sein.

20 Insbesondere aus fabrikationstechnischen Gründen haben in der Regel alle Metalldrähte den gleichen Durchmesser. Je nach Verwendung kann sich dieser Durchmesser vom feinen bis zum massiven Draht von etwa 1mm erstrecken. Bei üblicher Verwendung liegt der Drahtdurchmesser meist im Bereich von 0,3 bis 0,5 mm.

25

Die Dicke der die innere und die äussere Drahtschicht trennenden Isolations-
schicht liegt bei wenigstens dem durchschnittlichen Radius, vorzugsweise bei
wenigstens dem durchschnittlichen Durchmesser der Metalldrähte beziehungs-
weise der verseilten Drahtlitzen.

30

Die Isolationsschicht besteht zweckmässig aus einem dielektrischen Kunststoff, insbesondere Polyethylen oder Polypropylen. Der Aussenmantel kann aus

demselben Material oder aus Polyurethan, Polyamid oder FRNC bestehen, er dient dem mechanischen und chemischen Schutz, die äussere Oberfläche ist vorzugsweise teilweise gut bedruckbar.

- 5 Weiter kann zwischen der Drahtschicht und dem Aussenmantel ein Quellband und/oder ausserhalb der äusseren Drahtschicht eine Feuchtigkeitssperre angeordnet sein. Diese Sperre ist vorzugsweise eine Aluminiumfolie oder ein Aluminiumkunststofflaminat an sich bekannter Bauart.
- 10 Für das erfindungsgemässe elektrooptische Kommunikations- und Energiekabel ergeben sich zusammengefasst folgende Vorteile
- Eine Bündelader aus einem Metallrohr, eine innere Drahtschicht aus elektrisch gut leitenden Metalldrähten und eine äussere Drahtschicht aus
15 einzeln- und/oder gruppenweise alternierend angeordneten Metalldrähten hoher elektrischer Leitfähigkeit einerseits und Metalldrähten hoher Zugfestigkeit andererseits gewährleisten auch einen optimalen Schutz der optischen Lichtwellenleiter gegen Zug- und Querkräfte. Die elektrischen Leiter sind optimal platziert, innen ausschliesslich gut leitende
20 Metalldrähte, aussen neben den parallel geschalteten gut leitenden Metalldrähten auch weniger gut leitende Metalldrähte hoher mechanischer Zugfestigkeit erlauben trotzdem eine hohe elektrische Leistung. Der koaxiale Aufbau der elektrischen Leiter eliminiert die Wechselstromverluste im Kabel.
 - Die elektrooptischen Kommunikations- und Energiekabel können praktisch immer direkt verlegt werden, beispielsweise unter Wasser, insbesondere in offenen Gewässern und in Abwasserkanälen von Siedlungen, Gewerbe- und Industrie, im Erdreich, insbesondere entlang von Strassen
25 oder Schienen, in Rohranlagen und Kabelkanälen in Gebäuden. Das Kabel eignet sich insbesondere für den militärisch taktischen Einsatz.
- 30

- Ein glattes, flexibles Metallrohr als Bündelader mit zwei koaxial in Abstand gehaltenen Drahtschichten erlaubt einen kleinen Biegeradius.
- Ein Dauerbetrieb kann in einem Temperaturbereich von -40 bis +80 °C aufrechterhalten werden, ohne dass eine Beeinträchtigung der Energie- oder Signalübertragung erfolgt.

Eine besonders vorteilhafte Verwendung des Kommunikations- und Energiekabels als elektrooptische Power-Verbindung zwischen zwei Spannungswandlern über eine Distanz bis etwa 20 Kilometer. Einer der beiden Spannungswandler ist in der Regel fest verkabelt, der andere Spannungswandler ist regelbar. Spannungswandler sind beispielsweise Transformatoren oder Schaltnetzteile. Es handelt sich hier um ein intelligentes System mit einem Microcomputer.

Die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen, welche auch Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen sind, näher erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines abgestuften stirnseitigen Endes eines Lichtwellenleiters (Stand der Technik),
- Fig. 2 einen Querschnitt durch eine Bündelader mit einem Metallrohr (Stand der Technik),
- Fig. 3 einen Querschnitt durch ein elektrooptisches Kommunikations- und Energiekabel, und
- Fig. 4 ein Schema einer Verwendung eines elektrooptischen Kommunikations- und Energiekabels.

Fig. 1 zeigt einen Lichtwellenleiter 10 mit einem optischen Kern 12 und einem optischen Mantel 14 aus Glas und einer Primärummantelung 16 aus Kunststoff. Der optische Kern 12 und der optische Mantel 14 werden, entsprechend ihrem üblichen Material, auch einfachheitshalber als Glasfaser

bezeichnet. Es wird zwischen Singlemode-Fasern und Multimode-Fasern unterschieden, was hier nicht relevant und Einfachheit halber in Fig. 1 nicht erkennbar ist.

5 Fig. 2 zeigt eine Bündelader 20 mit einem Metallrohr 18 aus einem rostfreien Edelstahl, zwölf darin längslaufend angeordneten Lichtwellenleitern 10 gemäss Fig. 1. Die Bündelader 20 ist mit einer Aderfüllmasse 22 gefüllt, vorliegend mit einem Gel.

10 In einem elektrooptischen Kommunikations- und Energiekabel 24 gemäss Fig. 3 ist im Zentrum eine Bündelader 20 gemäss Fig. 2 angeordnet. Das Metallrohr 18 der Bündelader 20 ist in Direktkontakt mit einer inneren, einlagigen Drahtschicht 26 verseilt, die aus zwölf Kupferdrähten 28 besteht. Auf diese innere Drahtschicht 26 ist eine Isolationsschicht 30 aus Polyethylen
15 extrudiert, welche eine grössere Dicke a aufweist als der Durchmesser der Kupferdrähte 28.

Die Isolationsschicht 30 wird mit einer äusseren Drahtschicht 32 verseilt, die wiederum einlagig ausgebildet ist. Elektrisch gut leitende Drähte 28 sind
20 einzeln und gruppenweise alternierend mit Drähten 34 hoher Zugfestigkeit angeordnet, vorliegend rostfreien Edelstahldrähten. Die Anordnung entlang des Umfangs ist nicht regelmässig, unten und oben ist jeweils ein Kupferdraht 28 durch einen Edelstahldracht 34 ersetzt. Dadurch ist die elektrische Leitfähigkeit des ganzen Kommunikations- und Energiekabels 24 zugunsten
25 der mechanischen Festigkeit etwas herabgesetzt. Wie bereits erwähnt können zwischen Kupfer- 28 und Edelstahldrähten 34 beliebige Kombinationen angeordnet sein.

Die Kupferdrähte 28 der inneren und äusseren Drahtschicht 26, 32 sind parallel geschaltet. Vorzugsweise haben die beiden Drahtschichten 26, 32 denselben ohmschen Widerstand, sie sind mit anderen Worten symmetrisch
30 ausgebildet.

Ein Aussenmantel 36 aus Polyurethan schützt das Kommunikations- und
Energiekabel 24 mechanisch und chemisch, er erlaubt auch eine Bedru-
ckung.

5

Sowohl die Drähte 28 der inneren Drahtschicht 26 auch als die Drähte 28,
34 der äusseren Drahtschicht 32 sind mit einem Halteband beziehungs-
weise -netz 38 zusammengehalten und bleiben so während dem Produkti-
onsvorgang in der richtigen Lage positioniert. Das Halteband ist vorliegend
ein Melinex-Band der Firma DuPont.

10

Zwischen der äusseren Drahtschicht 32 und dem Aussenmantel 36 ist fa-
kultativ - nur teilweise angedeutet - eine Feuchtigkeitssperre 40 angeordnet,
vorliegend ein Aluminium- Kunststofflaminat.

15

Nach einer nicht dargestellten Variante kann zwischen der äusseren Draht-
schicht 32 und dem Aussenmantel 36, innerhalb einer allenfalls vorliegen-
den Feuchtigkeitssperre 40, ein Quellband angeordnet sein, das beim Ein-
dringen von Feuchtigkeit aufquillt und auf alle Schichten einen Druck ausübt,
welcher das Vordringen der Feuchtigkeit in Längsrichtung verhindert oder
zumindest stark einschränkt.

20

Gemäss einer in Fig. 4 dargestellten Verwendung ist zur Fernspeisung eines
Netzes mit einer Betriebsspannung von 110 V/60Hz oder 230 V/50Hz in bis
zu 20 km Entfernung ein elektrooptisches Kommunikations- und Energieka-
bel 24 als Übertragungsleitung eingesetzt. Ein primärseitiger Spannungswan-
dler 44 setzt die eingespeiste Spannung von 110 V/60Hz oder 230
V/50Hz auf ein Spannungsniveau von 100 – 1000 VAC beziehungsweise
100 – 1500 VDC.

25
30

Der sekundärseitige Wandler 46 regelt die Übertragungsspannung von 100
– 1000 VAC beziehungsweise 100 – 1500 VDC auf die gebräuchlichen

Netzspannungen von 110 V/60Hz oder 230 V/50Hz zurück.

Der Spannungswandler 44 ist mit einem Stand-by Modus ausgestattet. Dieser schaltet die Spannung im Energiekabel 24 ab, wenn am Spannungswandler 46 keine Last anliegt.

Beispiel Elektrooptisches Kommunikations- und Energiekabel

Elektrisch gut leitende Kupferdrähte 28 und rostfreie Stahldrähte 34, mit einem Durchmesser von 0,40 bzw. 0,42 mm werden erfindungsgemäss ver-
seilt. Die Anordnung im Kommunikations- und Energiekabel entspricht Fig. 3, insbesondere auch die Sequenz der Kupfer- 28 und rostfreien Stahldrähte 34. Diese sind mittels einer 0,6 mm starken PE-Isolationsschicht 30 (Dicke a) voneinander getrennt. Der äussere Schutz wird von einem Aussenmantel 36 aus einer 0,8 mm dicken Polyurethanschicht gewährleistet. Die innere und die äussere Drahtschicht 26, 34 sind von einem Melinex-Band umhüllt. Das Kommunikations- und Energiekabel 24 hat einen Aussendurchmesser von 5,8 mm, wiegt 68 kg/m und hat einen gesamten Leiterquerschnitt der Kupferkabel von etwa 1,5 mm².

Elektrische Leitfähigkeit

- $\delta_{Cu} = 0,0172 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$

- $\delta_{\text{Edelstahl}} = 0,4129 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$.

Widerstände pro km und pro Draht

- Cu-Draht: Querschnitt = 0,1257 mm², dies entspricht einem Widerstand R_{Cu} von 136.8 Ω/km .

- Edelstahl-Draht: Querschnitt = 0,1385mm², dies entspricht einem Wi-

derstand $R_{\text{Edelstahl}}$ von $1031.5 \Omega/\text{km}$

Widerstand der gesamten Drahtschichten pro km

- 5
- Leiter der inneren Drahtschicht 26: Zwölf Kupferdrähte, dies entspricht einem Widerstand R_i von $11.4 \Omega/\text{km}$.
 - Leiter der äusseren Drahtschicht 32: Zehn Kupferdrähte, dies entsprechend einem Widerstand R_a von $12,45 \Omega/\text{km}$.
- 10
- Der Widerstand der parallel geschalteten Kupferdrähte 28 der inneren und äusseren Drahtschichten 26, 32 entspricht einem Leiterwiderstand $R = (12.45 \times 73,7) / (12,45 + 73,7) = 11,53 \Omega/\text{km}$.
- 15
- Ein Kabel eines üblichen Durchmessers hält beispielsweise einer dauernden Zugbelastung von etwa 3000 N und einer Querdruckbelastung von etwa 1000 N/cm stand, ohne dass dabei die Funktion beeinträchtigt wird. Der Kabelbruch erfolgt in diesem Fall erst bei etwa 4250 N.

Patentansprüche

1. Elektrooptisches Kommunikations- und Energiekabel (24), welches in einer zentralen Bündelader (20) aus einem glatten, flexiblen Metallrohr (18) wenigstens einen Lichtwellenleiter (10) mit einer primären Umman-
5 telung (16), zwei koaxial zur Bündelader (20) verlaufende Schichten (26, 32) aus verseilten Metalldrähten, welche auch als Zug- und/oder Querentlastung dienen, und einen Aussenmantel (36) umfasst,
- 10 dadurch gekennzeichnet, dass
- die innere Drahtschicht (26) aus elektrisch gut leitenden Metalldrähten (28) besteht, und die äussere Drahtschicht (32) aus einzeln- und/oder gruppenweise alternierend angeordneten Metalldrähten (28) hoher elekt-
15 rischer Leitfähigkeit einerseits und Metalldrähten (34) hoher Zugfestigkeit andererseits mittels einer Isolationsschicht (30) in Abstand (a) gehalten sind.
2. Kommunikations- und Energiekabel (24) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch gut leitenden, parallel geschalteten Metalldrähte (28) einen spezifischen elektrischen Widerstand von höchstens etwa $5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{mm}$, vorzugsweise von $(1-3) \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{mm}$, und die übrigen Metalldrähte (34) eine Zugfestigkeit von etwa 700 N/mm aufweisen.
3. Kommunikations- und Energiekabel (24) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch gut leitenden Metalldrähte (28) aus Kupfer, einer Kupferlegierung, Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bestehen oder mit einem dieser Metalle beschichtet sind, die Metalldrähte (34) hoher Zugfestigkeit vorzugsweise aus einem rostfreien Edelstahl, insbesondere aus dem gleichen Metall wie das Metallrohr (18) der Bündelader (20), bestehen.

4. Kommunikations- und Energiekabel (24) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Drahtschicht (26) direkt auf dem Metallrohr (18) aufliegt oder von diesem ersetzt ist.
5. Kommunikations- und Energiekabel (24) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass alle Metalldrähte (28, 34) den gleichen Durchmesser haben.
6. Kommunikations- und Energiekabel (24) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke a der die Drahtschichten (26, 32) trennenden Isolationsschicht (30) wenigstens dem durchschnittlichen Radius, vorzugsweise wenigstens den durchschnittlichen Durchmesser der Metalldrähte (28, 34), entspricht.
7. Kommunikations- und Energiekabel (24) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolationsschicht (30) aus Polyethylen oder Polypropylen, und der Aussenmantel (36) aus Polyurethan oder dem gleichen Material wie die Isolationsschicht (30) besteht.
8. Kommunikations- und Energiekabel (24) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Drahtschichten (26, 32) etwa denselben ohmschen Widerstand aufweisen, also symmetrisch ausgebildet sind, und vorzugsweise von je einem Halteband oder -netz (38) umhüllt sind.
9. Kommunikations- und Energiekabel (24) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der äusseren Drahtschicht (32) und dem Aussenmantel (36) ein Quellband und/oder ausserhalb der äusseren Drahtschicht (32) eine Feuchtigkeitssperre (40), vorzugsweise eine Aluminiumfolie oder ein Aluminium-Kunststofflaminat angeordnet ist.

10. Verwendung des Kommunikations- und Energiekabels (24) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 als elektrooptische Power-Verbindung zwischen zwei Spannungswandlern (44, 46) in einem intelligenten System, insbesondere zwischen einem fest verkabelten (44) und einem regelbaren Spannungswandler (46) über eine Distanz (d) bis etwa 20 km.
11. Verwendung des Kommunikations- und Energiekabels (24) nach Anspruch 10 zur Übertragung elektrischer Energie in einer Power-Verbindung mit einer 50 Hz- oder 60 Hz-Wechselspannung von 100 - 1000 VAC oder einer Gleichspannung von 100 - 1500 VDC.

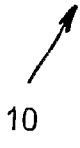
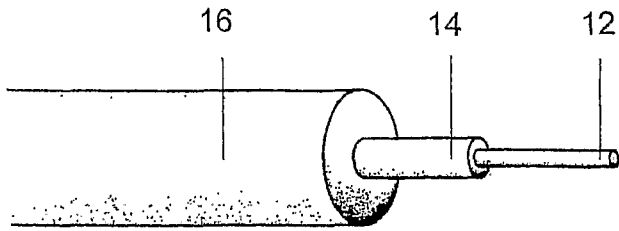


Fig. 1

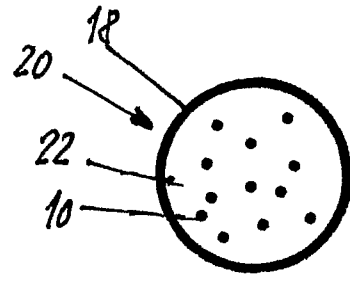


Fig. 2

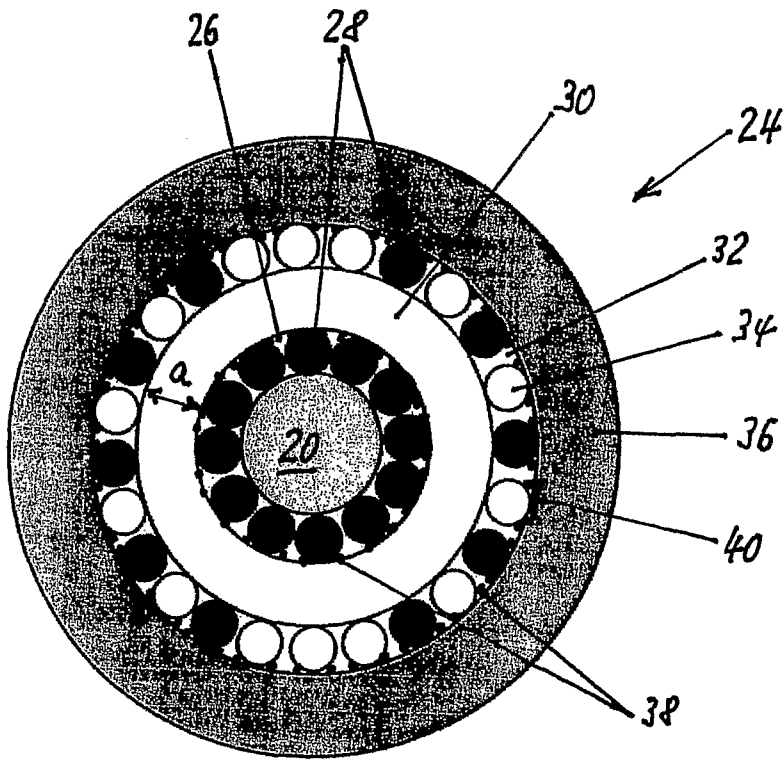


Fig. 3

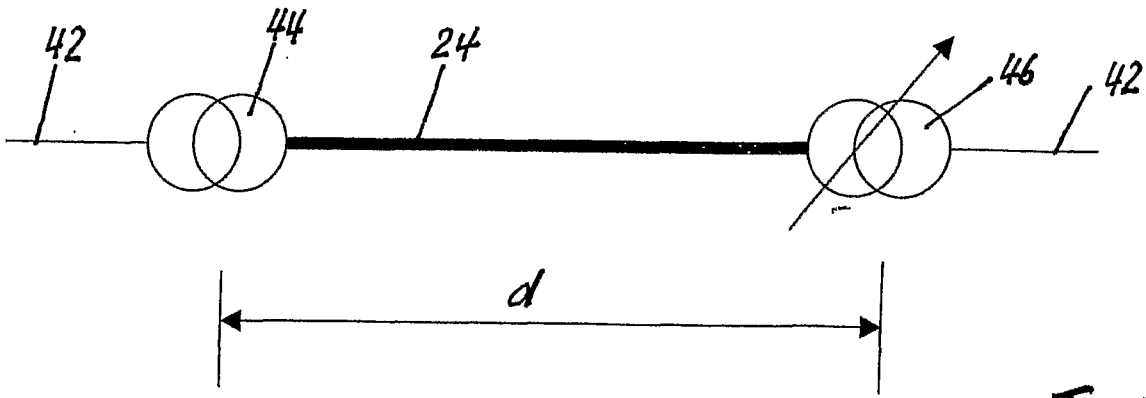


Fig. 4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2006/000361

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G02B6/44

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G02B H01B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 202 944 A (RIORDAN ET AL) 13. April 1993 (1993-04-13) Zusammenfassung; Abbildung 5 Spalte 2, Zeile 54 - Zeile 58 Spalte 3, Zeile 41 - Zeile 51 Spalte 6, Zeile 25 - Spalte 7, Zeile 22	1-3,6, 8-10
X	US 6 236 789 B1 (FITZ JONATHAN G) 22. Mai 2001 (2001-05-22) Spalte 8, Zeile 35 - Zeile 40; Abbildung 3 Spalte 9, Zeile 9 - Zeile 27 Spalte 9, Zeile 59 - Zeile 64 Spalte 15, Zeile 15 - Zeile 52	1,5,7,10
A	US 5 042 903 A (JAKUBOWSKI ET AL) 27. August 1991 (1991-08-27) Spalte 3, Zeile 14 - Zeile 54; Abbildung 2	1,4,10
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. September 2006

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15/09/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hylla, W

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 43 37 486 A1 (NORDDEUTSCHE SEEKABELWERKE AG, 26954 NORDENHAM, DE) 30. März 1995 (1995-03-30) Spalte 1, Zeile 8 - Zeile 24 Spalte 2, Zeile 12 - Zeile 41; Abbildung 1 -----	1,10
A	US 4 907 855 A (OESTREICH ET AL) 13. März 1990 (1990-03-13) Spalte 2, Zeile 2 - Zeile 49; Abbildung Spalte 3, Zeile 43 - Zeile 59 -----	1,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2006/000361

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5202944	A	13-04-1993	US 5355128 A	11-10-1994
US 6236789	B1	22-05-2001	AU 771687 B2	01-04-2004
			AU 2430101 A	03-07-2001
			BR PI0016642 A	01-03-2006
			CA 2395153 A1	28-06-2001
			EP 1290482 A1	12-03-2003
			WO 0146737 A1	28-06-2001
US 5042903	A	27-08-1991	KEINE	
DE 4337486	A1	30-03-1995	KEINE	
US 4907855	A	13-03-1990	DE 3801409 A1	27-07-1989
			GB 2213960 A	23-08-1989
			JP 1213917 A	28-08-1989

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/CH2006/000361

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02B6/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B H01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 202 944 A (RIORDAN ET AL) 13 April 1993 (1993-04-13) abstract; figure 5 column 2, line 54 - line 58 column 3, line 41 - line 51 column 6, line 25 - column 7, line 22 -----	1-3,6, 8-10
X	US 6 236 789 B1 (FITZ JONATHAN G) 22 May 2001 (2001-05-22) column 8, line 35 - line 40; figure 3 column 9, line 9 - line 27 column 9, line 59 - line 64 column 15, line 15 - line 52 -----	1,5,7,10
A	US 5 042 903 A (JAKUBOWSKI ET AL) 27 August 1991 (1991-08-27) column 3, line 14 - line 54; figure 2 ----- -/--	1,4,10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 September 2006

Date of mailing of the international search report

15/09/2006

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hylla, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/CH2006/000361

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 43 37 486 A1 (NORDDEUTSCHE SEEKABELWERKE AG, 26954 NORDENHAM, DE) 30 March 1995 (1995-03-30) column 1, line 8 - line 24 column 2, line 12 - line 41; figure 1 -----	1,10
A	US 4 907 855 A (OESTREICH ET AL) 13 March 1990 (1990-03-13) column 2, line 2 - line 49; figure column 3, line 43 - line 59 -----	1,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/CH2006/000361

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5202944 A	13-04-1993	US 5355128 A	11-10-1994
US 6236789 B1	22-05-2001	AU 771687 B2	01-04-2004
		AU 2430101 A	03-07-2001
		BR PI0016642 A	01-03-2006
		CA 2395153 A1	28-06-2001
		EP 1290482 A1	12-03-2003
		WO 0146737 A1	28-06-2001
US 5042903 A	27-08-1991	NONE	
DE 4337486 A1	30-03-1995	NONE	
US 4907855 A	13-03-1990	DE 3801409 A1	27-07-1989
		GB 2213960 A	23-08-1989
		JP 1213917 A	28-08-1989