



(11)

EP 2 811 491 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.11.2016 Patentblatt 2016/45

(51) Int Cl.:
H01B 9/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14170030.2**

(22) Anmeldetag: **27.05.2014**

(54) **Elektrokabel, insbesondere für Solar- bzw. Windkraftwerke**

Electric cable, in particular for solar plants or wind turbines

Câble électrique, notamment pour des centrales solaires et éoliennes

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **03.06.2013 CH 10522013**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.12.2014 Patentblatt 2014/50

(73) Patentinhaber: **Leoni Studer AG
4658 Däniken (CH)**

(72) Erfinder: **Studer, Christoph
5014 Gretzenbach (CH)**

(74) Vertreter: **Luchs, Willi
Luchs & Partner AG
Patentanwälte
Schulhausstrasse 12
8002 Zürich (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 236 764 EP-A2- 2 065 901
WO-A1-96/28830**

EP 2 811 491 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 Erfindung betrifft ein Elektrokabel nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Derartige Elektrokabel eignen sich für den Transport von grossen Strömen in der Luft und im Erdreich. Sie werden daher vor allem in grossen Solarkraftwerken zur Energieübertragung von Gleich- oder Wechselströmen angewandt, insbesondere dort, wo eine hohe Stromdichte eine ebenfalls hohe thermische Erwärmung bewirkt, zu der gleichzeitig die Erwärmung durch die Sonneneinstrahlung hinzukommt, oder wo bei einer vorgegebenen Stromstärke eine möglichst geringe Erwärmung erfolgen soll.

[0003] Durch die grossen beanspruchten Flächen der Solarfelder ist eine kostengünstige Architektur der Anlage mit optimierten Elektrokabeln sehr wichtig. Hierbei ist anzustreben, dass eine thermisch optimale Abstrahlung respektive die Wärmeabgabe der Kabel an die Umwelt sowie geringe Übertragungsverluste mitunter als entscheidende Faktoren erfüllt sind.

[0004] Die Metallarmierung der Kabel soll ihrerseits sicherstellen, dass die Kabel gegen mechanische Beschädigungen oder gegen Ratten- oder Termitenbisse gut geschützt sind. Bei den bisher bekannten Elektrokabeln dieser Art ist die Metallarmierung aus Stahl- oder Aluminiumdrähten, respektive umwickelten Stahl- oder anderen Metallbändern hergestellt. Eine solche Armierung ist fertigungstechnisch aufwendig und hat in Bezug auf den mechanischen Schutz nur eine begrenzte Wirkung.

[0005] Bei einem Elektrokabel gemäss der Druckschrift WO-A-96/28830 mit mindestens einem elektrischen Leiter und einem diesen umschliessendes mehrschichtiges Isolations-System sind eine Isolationshülle, wenigstens eine Halbleiterschicht, ein diese umhüllender Metallschirm sowie ein Aussenmantel vorgesehen. Der als Nulleiter dienende Metallschirm ist mit einer sich entlang des Kabels erstreckenden Überlappungsstelle versehen, welche durchgehend über die gesamte Kabellänge vorzugsweise mittels eines Klebstoffes abdichtend zusammengefügt ist und somit eine flüssigkeits- und dampfundurchlässige Schutzhülle des Kabelinnern bildet. Dabei ist innerhalb des Metallschirm-Nulleiters ein Quellband zur Absorption von Wasser bzw. Feuchtigkeit enthalten, welches bei Wasseraufnahme aufquellbar ist. Ein solches Elektrokabel eignet sich somit für Anwendungen, bei denen es in feuchter Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit verlegt wird.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Elektrokabel der eingangs genannten Art zu schaffen, welches sich bei höchstmöglicher Wärmeabstrahlung, geringen Wärmeübertragungsverlusten und hoher Lebensdauer durch günstige Herstellungskosten und gute Abisoliereigenschaften sowie einen guten Schutz gegen mechanische Beschädigungen auszeichnet.

[0007] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäss nach den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen des erfin-

dungsgemässen Elektrokabels bilden den Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0009] Durch die erfindungsgemäss längslaufende Bandkonstruktion ergibt sich beim einzelnen armierten Einleiteraufbau die grösstmögliche beidseitige Kontaktfläche, die eine bestmögliche radiale und transversale Wärmeleitung im Kabel mit sich bringt.

[0010] Bei Mehrfachleitern wird durch eine offene Verseilung der Kabel die grösstmögliche Oberfläche erreicht, über welche die Wärme optimal an die Umgebung abgegeben werden kann.

[0011] Durch die Ausführung der Armierung mit mindestens einem verklebten Längsband wird zudem die Quersdichtigkeit beinahe ohne Mehrkosten realisiert. Dadurch kann die Lebensdauer der Isolation signifikant verbessert werden, da die elektrische Alterung über die Feuchtigkeitsdiffusion angehoben wird.

[0012] Durch die metallische Barriere wird der Wasserzutritt dauerhaft unterbunden. Die Dichtigkeit und mechanische Verbindung der Überlappungsstelle wird vorzugsweise mit einem dort aufgetragenen Kleber, insbesondere einem Heisskleber, sichergestellt.

[0013] Die erfindungsgemässe Armierung ermöglicht zudem die Führung des Schutzpotentials und die Abschirmung gegen elektrische Felder, wobei im Falle eines Kurzschlusses die vollflächige Bandarmierung sehr grosse Ströme ohne Beschädigung ableiten kann, weil der thermische Vollkontakt mit den Kunststoffmänteln ermöglicht, extrem grosse Wärmemengen sofort abzuführen, womit eine Überhitzung der Armierung vermieden wird.

[0014] Diese Ableitung von grossen Strömen bzw. die gute Wärmeableitung des Elektrokabels ist auch im Falle eines Blitzeinschlages in die Solaranlage oder dergleichen sehr vorteilhaft.

[0015] Bei einer Beschädigung des Kabels erfolgt immer zuerst der Kontakt mit dem Bandschirm. Das ist gegenüber nicht armierten Kabeln vorteilhaft und auch ein wichtiger Sicherheitsaspekt bei Solarkabeln, die auf und in Gebäuden eingesetzt werden. Im Fall einer Bekämpfung eines Feuers trifft nämlich der Löschstrahl von Löschflüssigkeit immer zuerst auf eine geerdete Leiterschicht des Kabels, so dass der Feuerwehrmann vor zu hohem Potential geschützt wird.

[0016] Die Vorteile der erfindungsgemässen Armierung sind sowohl bei Einleiterkabeln als auch bei Mehrfachleitern voll wirksam. Durch die Geometrie von verseilten coaxialen Zwei- oder Vierleiterkabeln für Gleichstrom oder auch Einphasensysteme entstehen zudem symmetrische elektrische Felder, eine Eigenschaft die speziell interessant ist in Bereichen, wo höherfrequente Störströme des Wechselrichters sowohl auf der DC wie auf der AC Seite die Gleichströme resp. 50 bzw. 60 Hz Ströme überlagern. Bei einem Drehstromsystem erbringen drei verdrehte Einleiter das beste Resultat.

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Schnitt eines perspektivisch dargestellten erfindungsgemässen Elektrokabels, als Einleiter ausgeführt,
 Fig. 2 einen perspektivischen Schnitt einer anderen Variante, als Zweileiterkabel ausgeführt, und
 Fig. 3 einen perspektivischen Schnitt einer dritten Variante, als Vierleiterkabel ausgeführt.

[0018] Das in Fig. 1 dargestellte Elektrokabel 1 wird insbesondere bei Solar- und Windkraftwerken, aber auch bei anderen ähnlichen Anlagen eingesetzt und es wird vor allem im Aussenbereich bzw. in feuchter Umgebung verlegt.

[0019] Das Elektrokabel 1 umfasst einen Innenleiter 2 aus mehreren miteinander verseilten Drähten aus Aluminium oder Kupfer mit einer inneren Kunststoffhülle 3 und einer konzentrisch um ihn aufgetragenen Armierung, bestehend aus einem Längsband 4, das aus einer Metallfolie aus Aluminium, Kupfer, Stahl oder Messing mit ca. 0,3 mm Stärke hergestellt ist.

[0020] Das Armierungsband 4 wird vorzugsweise an der Überlappungsstelle 5 längs verklebt und bildet damit eine wasserdichte Diffusionssperre, welche die Querschnittsdichtigkeit des Elektrokabels sicherstellt. Als Klebstoff eignet sich besonders ein in die Überlappungsstelle 5 des Bandes aufgetragener Heisskleber.

[0021] Das Armierungsband 4 kann auch vollflächig mit dem äusseren Kunststoffmantel 6, 7 durch eine klebende Schicht verklebt werden.

[0022] Über die Metallarmierung 4 wird ein äusserer Kunststoffmantel 6, 7 mit vorzugsweise mehreren funktionalen Schichten aufgebracht, zum Beispiel einer Innenschicht 6 mit sehr flammwidrigem Verhalten und einer Aussenschicht 7, einer sogenannten Termigon-Schicht, die gegen Termitenfrass und Nagetiere sowie zum Schutz des Elektrokabels gegen Abrieb beim Einziehen des Kabels wirksam ist.

[0023] Die Metallarmierung 4 besteht aus einem einzelnen Längsband, das an der Überlappungsstelle 5 verklebt ist. Es ist aber auch im Rahmen der Erfindung möglich, als Metallarmierung eine Bandkonstruktion bestehend aus mehreren längslaufenden Einzelbändern vorzusehen, die miteinander an den Überlappungsstellen verklebt sind.

[0024] Die Kunststoffisolation des Kabels, bestehend aus der inneren Kunststoffhülle 3 und dem äusseren Kunststoffmantel 6, 7 wird mittels Extruder-Maschinen hergestellt, die es ermöglichen, entweder nur eine Schicht oder aber gleichzeitig in einem Arbeitsgang mehrere Schichten aufzutragen. Beim erfindungsgemässen Elektrokabel sind beide Verfahrensweisen anwendbar.

[0025] Wie in Fig. 2 dargestellt, können zwei Einleiter 1a, 1b miteinander zu einem Zweileiterkabel 8 verseilt werden. Sie ermöglichen damit den Transport des Vor- und Rückstromes, wobei bei DC die beiden Polaritäten + und - geführt werden.

[0026] Wie aus Fig. 3 ersichtlich, ist es auch möglich, aus vier solcher miteinander verseilten Einleitern 1a bis

1d ein Vierleiterkabel 9 herzustellen, womit die Leiteroberfläche und die Abkühloberfläche nochmals erhöht werden, und die Transportkapazität bei einem gegebenen Querschnitt verbessert wird.

[0027] Um eine Redundanz oder Verbesserung der elektrischen Isolierungseigenschaften, der chemischen Beständigkeit oder der mechanischen Eigenschaften zu erzielen, ist es insbesondere bei Zwei- oder Vierleiterkabeln vorteilhaft, wenn die Isolation der Kunststoffhülle 3 bzw. des Kunststoffmantels 6, 7 jeweils zweischichtig ausgeführt ist.

[0028] Weitere Elemente können noch eingesetzt werden, um die Verwendung des Elektrokabels auch bei höheren Spannungen abzusichern. Um eine homogenere Verteilung des elektrischen Feldes zu ermöglichen, können auch extrudierte Halbleiterschichten oder halbleitende Bänder am Stromleiter, an der neutralen oder geerdeten konzentrischen Armierung sowie am Kunststoffschirm aufgebracht werden.

[0029] Insbesondere bei Zwei- oder Vierleiterkabeln ist es vorteilhaft, die Isolationssysteme mit je einem inneren Halbleiter, einem Dielektrikum und einem äusseren Halbleiter zu versehen, wobei die Halbleiterschichten aus Bändern, Graphit oder einem extrudierten Material bestehen können.

[0030] Bei einem Drehstromsystem sind vorteilhaft drei miteinander verdrehte Einleiter mit je einem erfindungsgemässen Längsband vorgesehen.

Patentansprüche

1. Elektrokabel, mit mindestens einem Stromleiter (2) aus mehreren miteinander verseilten Drähten, der mit einer zwischen einer inneren Kunststoffhülle (3) und einem äusseren Kunststoffmantel (6, 7) liegenden Metallarmierung (4) versehen ist, wobei die Metallarmierung (4) durch eine längslaufende Bandkonstruktion gebildet ist, die mit mindestens einem konzentrisch um die innere Kunststoffhülle (3) aufgetragenen Längsband versehen ist, welches an der Überlappungsstelle (5) vorzugsweise mit einem dort aufgetragenen Kleber, insbesondere einem Heisskleber verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Längsband der Metallarmierung (4) direkt und konzentrisch um die innere Kunststoffhülle (3) aufgebracht ist und mit einer Dicke grösser als 0,1 mm Dicke hergestellt ist, wobei das Elektrokabel (1) für Solar- bzw. Windkraftwerke eingesetzt wird.
2. Elektrokabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandkonstruktion (4) aus einer metallischen Folie aus Metall, wie Aluminium, Kupfer, Stahl und/oder Messing hergestellt ist.
3. Elektrokabel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

sich die Bandkonstruktion (4) aus mehreren Längsbändern mit miteinander verklebten Überlappungsnähten (5) zusammensetzt.

4. Elektrokabel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandkonstruktion (4) aus einem Einzelband besteht, das vollflächig mit dem äusseren Kunststoffmantel (6, 7) durch eine klebende Schicht verklebt ist.
5. Elektrokabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Kunststoffhülle (3) bzw. der äussere Kunststoffmantel (6, 7) einen ein- oder mehrschichtigen Aufbau aufweisen.
6. Elektrokabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** es als Einleiterkabel (1) mit halogenfreien Werkstoffen und höherem Temperaturindex sowie vernetztem Isolationsmaterial hergestellt ist.

Claims

1. Electric cable, comprising at least one conductor (2) of several jointly stranded wires, which is provided with a metal reinforcement (4) lying between an inner plastic sleeve (3) and an outer plastic sheath (6, 7), whereby the metal reinforcement (4) is formed by a longitudinal strip structure, which is provided with at least one longitudinal strip applied concentrically around the inner plastic sleeve (3), which is attached at the overlap point (5) preferably by means of an adhesive applied there, in particular a hot-melt adhesive, **characterised in that** the longitudinal strip of the metal reinforcement (4) is applied directly and concentrically around the inner plastic sleeve (3) and is made with a thickness of greater than 0.1 mm, whereby the electric cable (1) is used for solar and wind power plants.
2. Electric cable according to Claim 1, **characterised in that** the strip structure (4) is produced from a metallic film made of metal, such as aluminium, copper, steel and/or brass.
3. Electric cable according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the strip structure (4) is composed of a number of longitudinal strips with overlap seams (5) adhered to one another.
4. Electric cable according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the strip structure (4) consists of an individual strip, the entire surface of which is adhered to the outer plastic sheath (6, 7) by means of an adhesive layer.

5. Electric cable according to any of the preceding Claims 1 to 4, **characterised in that** the inner plastic sleeve (3) respectively the outer plastic sheath (6, 7) have a one- or multi-layer structure.

6. Electric cable according to any of the preceding Claims 1 to 5, **characterised in that** it is produced as a single-conductor cable (1) with halogen-free materials and a higher temperature index as well as cross-linked insulation material.

Revendications

1. Câble électrique, comprenant au moins un conducteur (2) de courant composé de plusieurs fils métalliques câblés ensemble et pourvu d'une armure (4) métallique se trouvant entre une gaine (3) intérieure en matière plastique et une enveloppe (6, 7) extérieure en matière plastique, l'armure (4) métallique étant formée d'un agencement de ruban s'étendant en longueur, qui est pourvu d'au moins un ruban longitudinal déposé concentriquement autour de la gaine (3) intérieure en matière plastique, lequel est relié au point (5) de chevauchement, de préférence à une colle, notamment une colle à chaud, qui y est déposée, **caractérisé en ce que** le ruban longitudinal de l'armure (4) métallique est déposé directement et concentriquement autour de la gaine (3) intérieure en matière plastique et est fabriqué en une épaisseur plus grande que 0,1 mm, le câble (1) électrique étant utilisé pour des centrales héliothermiques ou des éoliennes.
2. Câble électrique suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'agencement (4) de ruban est en une feuille métallique, en un métal comme l'aluminium, le cuivre, l'acier et/ou le laiton.
3. Câble électrique suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'agencement (4) de ruban est composé de plusieurs rubans longitudinaux ayant des cordons (5) de chevauchement collés entre eux.
4. Câble électrique suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'agencement (4) de ruban est constitué d'un ruban individuel, qui est collé par toute sa surface à l'enveloppe (6, 7) extérieure en matière plastique par une couche collante.
5. Câble électrique suivant l'une des revendications précédentes 1 à 4, **caractérisé en ce que** la gaine (3) intérieure en matière plastique ou l'enveloppe (6, 7) extérieure en matière plastique ont

une structure en une couche ou en plusieurs couches.

6. Câble électrique suivant l'une des revendications précédentes 1 à 5, **caractérisé en ce que** il est fabriqué sous la forme d'un câble à un seul conducteur ayant des matériaux sans halogène et un indice de température assez élevé, ainsi que de la matière isolante réticulée.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

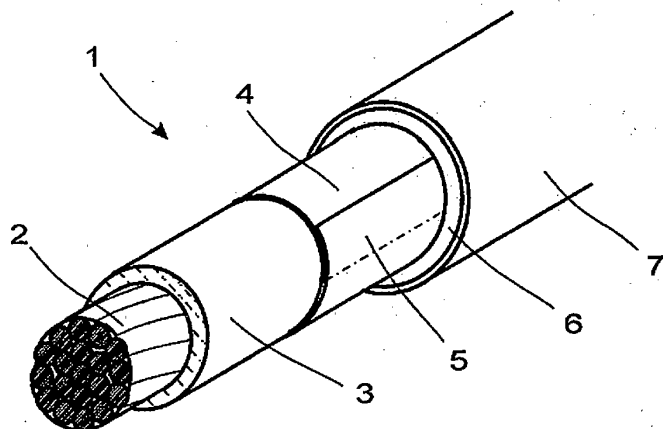


Fig. 1

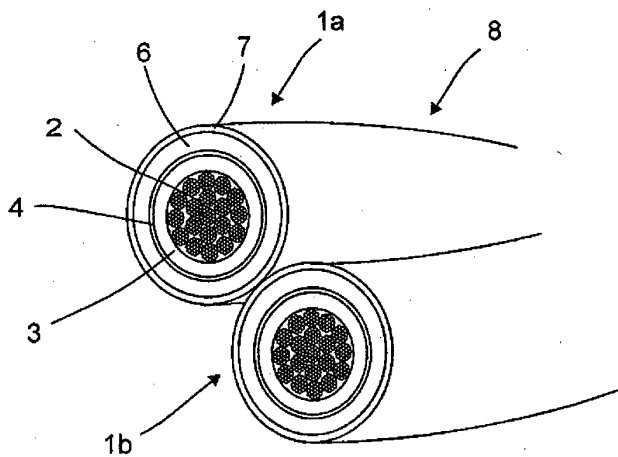


Fig. 2

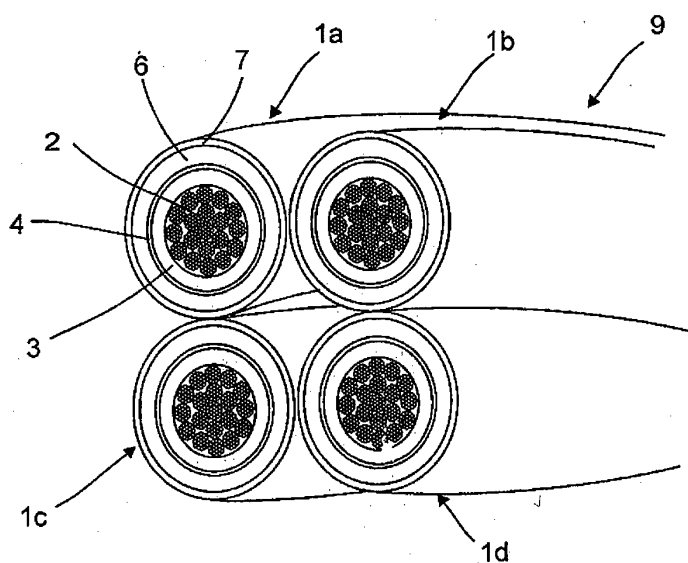


Fig. 3

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

- WO 9628830 A [0005]