



(11)

EP 1 995 738 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.09.2011 Patentblatt 2011/38

(51) Int Cl.:
H01B 7/22 (2006.01) **H01B 7/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07290651.4**

(22) Anmeldetag: **21.05.2007**

(54) **Elektrischer Leiter**

Electrical conductor

Conducteur électrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.11.2008 Patentblatt 2008/48

(73) Patentinhaber: **Nexans**
75008 Paris (FR)

(72) Erfinder:
• **Grögl, Ferdinand**
90403 Nürnberg (DE)

• **Brutler, Angela**
91355 Hilpolstein (DE)

(74) Vertreter: **Döring, Roger**
Patentanwalt
Weidenkamp 2
30855 Langenhagen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DD-A1- 229 242 **DE-A1- 19 744 667**
DE-A1-102004 010 886

EP 1 995 738 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 bezieht sich auf einen elektrischen Leiter gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Ein solches Leiter geht aus der DE 1 974 4667 A1 hervor.

[0003] Elektrische Leiter aus Aluminium bzw. einer Aluminiumlegierung werden insbesondere aus Gewichts- und Kostengründen vermehrt als Ersatz für Kupferleiter verwendet. Haupteinsatzgebiete sind beispielsweise die Automobil- und die Flugzeugtechnik. Die geringere elektrische Leitfähigkeit des Aluminiums gegenüber Kupfer ist für die meisten Anwendungen von untergeordneter Rolle. Um eine Oxidation der Oberfläche eines solchen Leiters möglichst auszuschließen, wird derselbe nach entsprechender Vorbehandlung in eine Schutzschicht eingebettet. Eine solche, aus einer Zink-Zinn-Legierung bestehende Schutzschicht wird beispielsweise gemäß der DE 22 50 836 A durch Ultraschallbeschichtung auf das Ende eines vorher verfestigten, mehrdrähtigen Leiters aus Aluminium aufgebracht. Dabei soll die Oxidationsschicht auf dem Leiter durch Schwingungen desselben abgerieben werden.

[0004] Das Wort "Leiter" gilt im folgenden für Leiter aus Aluminium und für Leiter aus einer Aluminiumlegierung. Beide Materialien werden im folgenden außerdem als "leitendes Material" bezeichnet. Derartige Leiter sind als Massivleiter oder als Litzenleiter bekannt. Sie werden so bemessen, daß einerseits zur Stromübertragung ein ausreichender Querschnitt an leitendem Material zur Verfügung steht und andererseits eine ausreichende mechanische Festigkeit des Leiters sichergestellt ist, insbesondere gegenüber Zugbelastungen. Durch den daraus bedingten, relativ hohen Materialaufwand wird der Gewichtsvorteil gegenüber einem Leiter aus Kupfer teilweise aufgehoben.

[0005] Aus der DE 10 2004 010 886 A 1 geht ein Elektrokabel mit einem Leiter hervor, der einen zentralen Stahldraht aufweist, um den eine Anzahl von Drähten herumverseilt ist, die aus Kupfer oder einer Kupferlegierung bestehen.

[0006] Die eingangs erwähnte DE 197 44 667 A1 beschreibt eine Niederspannungsleitung mit einem Leiter, der eine Vielzahl von Al-Legierungsdrähten aufweist, von denen jeder von einer Schutzschicht aus Nickel umgeben ist. Jeder dieser Drähte hat einen Nenndurchmesser von 0,31 mm.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den eingangs beschriebenen Leiter so weiterzubilden, daß der Aufwand an leitendem Material ohne Schwächung einer mechanischen Stabilität reduziert werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird gemäß dem kennzeichnenden Merkmal des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Dieser Leiter hat durch den Stahldraht eine wesentlich erhöhte Zugfestigkeit, so daß für seine mechanische Stabilität weniger leitendes Material benötigt wird. Dessen Materialstärke in der den Stahldraht umgebenden Schicht kann dadurch insbesondere auf einen Querschnitt begrenzt werden, der für die Übertragung von Steuerströmen niedriger Stromstärke und von Daten bzw. Steuersignalen ausreicht. Der Leiter selbst sowie eine mit einem solchen Leiter aufgebaute Leitung können somit insgesamt kleiner, leichter und kostengünstiger hergestellt werden. Die kontinuierlich aufgebrachte, sehr dünne Schutzschicht schützt den Leiter vor Korrosion, so daß ein Kontaktelement gegebenenfalls an jeder Stelle des Leiters ohne Vorbehandlung desselben elektrisch leitend angebracht werden kann. Dabei ergibt sich der weitere Vorteil, daß der bekannte Effekt des Wegfließens des leitenden Materials im Bereich einer Kontaktstelle sich wegen der verminderten Menge an leitendem Material und wegen des zentralen Stahldrahts nicht auswirkt.

[0010] Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes ist in den Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen:

[0011] Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Leiter nach der Erfindung.

Fig. 2 eine Seitenansicht des Leiters mit absatzweise entfernten Schichten.

Fig. 3 einen Litzenleiter mit mehreren Leitern nach Fig. 1.

[0012] Der Leiter L nach Fig. 1 weist in seinem Kern einen Stahldraht 1 auf, um den herum eine Schicht 2 aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung - im folgenden weiter als "leitendes Material" bezeichnet - angebracht ist. Über der Schicht 2 liegt eine rundum geschlossene, dünne Schutzschicht 3, die beispielsweise aus Zinn, Nickel oder Silber bestehen kann. Zinn oder Nickel werden vorzugsweise eingesetzt, wenn der Leiter L in Bereichen mit hohen Temperaturen verwendet werden soll. Silber ist beim Einsatz im Hochfrequenzbereich von Vorteil. Der Leiter L ist von einer Isolierhülle 4 umgeben, wenn er als Einzelleiter eingesetzt werden soll. Sie besteht mit Vorteil aus temperaturbeständigem Material. Geeignete Materialien für die Isolierhülle 4 sind beispielsweise Polyvinylchlorid, Polypropylen, thermoplastische Elastomere, wie Polyurethan und Polyester, selbstvernetzende oder strahlenvernetzbare Polymere, wie vernetztes Polyethylen, Elastomere, wie EVA, sowie Fluorpolymere, wie Ethylentetrafluorethylen, Fluorethylenpropylen, Polytetrafluorethylen oder Perfluoralkoxy-Copolymer sowie Silikon.

Der Leiter L nach den Fig. 1 und 2 wird beispielsweise wie folgt hergestellt:

[0013] Ausgangsmaterialien sind ein Weichstahldraht mit einem Durchmesser von beispielsweise 4,0 mm, einer Bruchfestigkeit von mindestens 350 N/mm², einem Elastizitätsmodul von mindestens 210 kN/mm² und einer elektrischen Leitfähigkeit von mindestens 5 m/Ohm x mm² sowie als leitendes Material Rein-Aluminium oder eine Aluminiumlegierung

mit einer Bruchfestigkeit von mindestens 10 N/mm², einem Elastizitätsmodul von mindestens 60 kN/mm², vorzugsweise 65 kN/mm², und einer elektrischen Leitfähigkeit von 35 m/Ohm x mm². Es wird bei der Herstellung des Leiters L von einem Standardverhältnis der Elastizitätsmodule von Stahl und Aluminium von 3,2 ausgegangen, entsprechend den angegebenen Werten (210 : 65). Materialoptimierungsprozesse können auch zu geringfügig abweichenden Elastizitätsmodulen und somit auch zu einem geringfügig abweichenden Verhältnis der Elastizitätsmodule führen.

[0014] Mit den vorgenannten Ausgangsmaterialien wird ein Strang erzeugt, indem um den Stahldraht 1 die Schicht 2 aus dem leitenden Material mit einer Wanddicke von 2,1 mm herumgepreßt wird, beispielsweise mit einer Stempel-
presse. Der Strang hat dann einen Durchmesser von 8,2 mm. Die eingesetzten Materialmengen von Stahl und leitendem Material entsprechen im Verhältnis zueinander dem oben erwähnten Verhältnis von 3,2 der Elastizitätsmodule beider Materialien. Bei einem abweichenden Verhältnis der Elastizitätsmodule von Stahl und leitendem Material kann sich eine geringe Abweichung für den Durchmesser des Stahldrahts ergeben.

[0015] Beim Fertigungsprozeß des Stranges oxidiert dessen Oberfläche, wenn das nicht durch besondere Maßnahmen verhindert wird. Die dabei gebildete Oxidschicht ist eine witterungsbeständige Schutzschicht für den Strang, wenn derselbe vor einer Weiterverarbeitung gelagert wird.

[0016] In einem späteren oder direkt folgenden Fertigungsschritt kann die Oxidschicht zunächst beispielsweise auf chemischem Wege von dem Strang entfernt werden. Es folgt dann, vorzugsweise bereits in einer Schutzgasatmosphäre, ein Grobziehprozeß des Stranges auf eine Vorziehdraht-Abmessung im Bereich von 1,2 mm bis 2,0 mm, vorzugsweise 1,8 mm. Am Ende des Ziehprozesses, bei welchem die Oberfläche des Strangs noch keine neue Oxidschicht gebildet hat, wird (weiter) unter Schutzgasatmosphäre die Schutzschicht 3 auf den Strang aufgebracht, beispielsweise durch galvanische Abscheidung oder Feuerverzinnung. Bei einer Schutzschicht 3 aus Zinn hat diese eine Dicke von mindestens 6 µm. Bei einem Vorziehdraht mit einem Durchmesser von 1,8 mm hat der Stahldraht 1 einen Durchmesser von ca. 0,875 mm.

[0017] Der Vorziehdraht mit Schutzschicht 3 kann über Mehrfach-Ziehmaschinen zu der benötigten Endabmessung des Leiters L heruntergezogen werden. In dieser Endabmessung des Leiters L verbleibt nach dem Ziehprozeß eine Dicke der Schutzschicht 3 im Bereich von 0,5 µm bis 1,0 µm. Bei anderen Materialien, wie z. B. Nickel oder Silber, die für Hochtemperatur- bzw. Hochfrequenzprodukte erforderlich werden, können sich je nach Anforderung an den Leiter L auch größere Schichtdicken für die Schutzschicht 3 ergeben.

[0018] Nach dem geschilderten Verfahren hergestellte Leiter L können beispielsweise die aus der folgenden Tabelle 1 entnehmbaren Durchmesser haben. Sie haben in allen Ausführungen ein spezifisches Gewicht von beispielsweise 3,9 g/cm³ und einen elektrischen Leitwert von beispielsweise > 27 m/Ohm x mm². Der Stahldraht 1 hat eine Bruchfestigkeit von mindestens 1000 N/mm².

Tabelle 1

Durchmesser Stahldraht [mm]	Leiterdurchmesser [mm]
0,05	0,102
0,073	0,150
0,089	0,183
0,109	0,225
0,125	0,258
0,199	0,317
0,199	0,409

[0019] Unter Verwendung eines Leiters L nach den Fig. 1 und 2 als Einzelleiter kann mit Vorteil ein Litzenleiter 5 hergestellt werden, in dem eine Anzahl von Einzelleitern miteinander verseilt ist. Über dem Litzenleiter 5 ist eine Isolierhülle 6 angebracht, deren Material mit Vorteil temperaturbeständig ist. Geeignete Materialien für die Isolierhülle 6 sind beispielsweise Polyvinylchlorid, Polypropylen, thermoplastische Elastomere wie Polyurethan oder Polyester, selbstvernetzende oder strahlenvernetzende Polymere, wie vernetztes Polyethylen, Elastomere, wie EPDM oder EVA, sowie Fluorpolymere, wie Ethylentetrafluorethylen, Fluorethylenpropylen, Polytetrafluorethylen oder Perfluoralkoxy-Copolymer sowie Silikon.

[0020] Ein Litzenleiter 5, der mit 19 Leitern gemäß der vorangehenden Tabelle 1 aufgebaut wird, hat die aus der folgenden Tabelle 2 ersichtlichen Querschnitte und Bruchlasten, die etwa denen von Litzenleitern mit Kupferleitern gleichen Querschnitts entsprechen.

Tabelle 2

Leiterdurchmesser [mm]	Leiterquerschnitt [mm ²]	Bruchfestigkeit [N]
0,102	0,16	40
0,15	0,34	75
0,183	0,5	115
0,225	0,75	170
0,258	1,0	230
0,317	1,5	340
0,409	2,5	570

Patentansprüche

- Elektrischer Leiter, der Aluminium enthaltendes, elektrisch leitendes Material aufweist und zumindest in einem für den Abschluß eines elektrischen Kontaktelements bestimmten Bereich rundum von einer dem Korrosionsschutz dienenden Schutzschicht (3) mit einer Dicke von mindestens 0,5 µm umgeben ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Leiter (L) als zentrales Element einen Stahldraht (1) mit einem zwischen 0,05 mm und 0,2 mm liegenden Durchmesser und einer Bruchfestigkeit von mindestens 1000 N/mm² aufweist, um den herum eine denselben rundum umgebende Schicht (2) aus dem leitendem Material mit einer solchen Wandstärke herumgeformt ist, daß sich ein Leiter (L) mit einem zwischen 0,10 mm und 0,40 mm liegenden Durchmesser ergibt, auf den die Schutzschicht (3) aufgebracht ist.
- Leiter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schutzschicht (3) aus Zinn, Nickel oder Silber besteht.
- Verfahren zur Herstellung eines Leiters nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
 - daß um einen Stahldraht (1) eine Schicht (2) aus einem Aluminium enthaltenden, elektrisch gut leitenden Material herumgeformt wird, auf welche rundum eine Schutzschicht (3) aufgebracht wird, und
 - daß der so vorgeformte Leiter (L) anschließend in mindestens einem Ziehvorgang auf das Nennmaß reduziert wird.

Claims

- Electrical conductor, which comprises an electrically conductive material containing aluminium, and is surrounded all round at least in an area provided for a connection of an electrical contact element by a protective layer (3), which serves for corrosion protection and has a thickness of at least 0,5 µm, **characterized in that** the conductor (L) has as a central element a steel wire (1) having a diameter of between 0,05 mm and 0,2 mm and an ultimate strength of at least 1000 N/mm² which is surrounded by layer (2) of conductive material having a wall thickness such that a conductor (L) with a diameter between 0,10 mm and 0,40 mm is achieved, onto which the protective layer (3) is applied.
- Conductor according to claim 1, **characterized in that** the protective layer (3) is composed of tin, nickel or silver.
- Method for the production of a conductor according to claim 1, **characterized in**
 - that a layer (2) of an electrically good conductive material containing aluminium is formed around a steel wire (1), onto which a protective layer (3) is applied all round, and
 - that the accordingly formed conductor (L) then is reduced to its nominal size in at least one drawing process.

Revendications

- Conducteur électrique qui présente un matériau électriquement conducteur contenant de l'aluminium et qui est

EP 1 995 738 B1

entouré sur son pourtour, au moins dans une zone destinée au raccordement d'un élément de contact électrique, par une couche protectrice (3) ayant une épaisseur d'au moins 0,5 μm et servant de protection anticorrosion, **caractérisé en ce que** le conducteur (L) présente comme élément central un fil en acier (1) ayant un diamètre compris entre 0,05 mm et 0,2 mm et une résistance à la rupture d'au moins 1000 N/mm², autour duquel est façonnée par enroulement une couche (2) en le matériau conducteur entourant celui-ci sur toute sa périphérie et ayant une épaisseur de paroi telle qu'il en résulte un conducteur (L) ayant un diamètre compris entre 0,10 mm et 0,40 mm sur lequel est appliquée la couche protectrice (3).

2. Conducteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la couche protectrice (3) est constituée d'étain, de nickel ou d'argent.

3. Procédé de fabrication d'un conducteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce**

- **qu'**une couche (2) en un matériau bon conducteur d'électricité et contenant de l'aluminium est façonnée par enroulement autour d'un fil en acier (1) sur la périphérie duquel est appliquée une couche protectrice (3) et
- **que** le conducteur (L) ainsi formé est ensuite réduit à la cote nominale dans au moins une opération d'étirage.

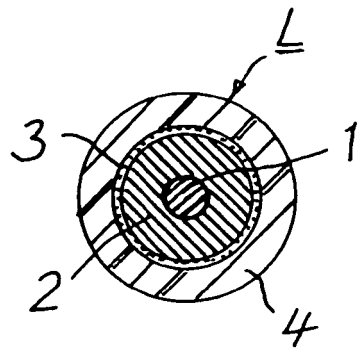


Fig. 1

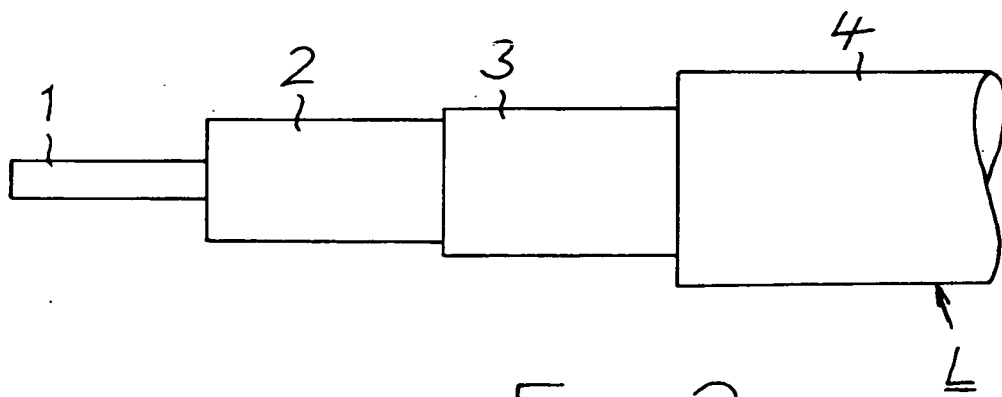


Fig. 2

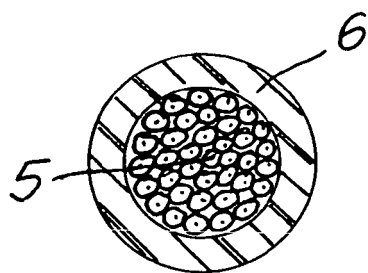


Fig. 3

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

- DE 19744667 A1 [0002] [0006]
- DE 2250836 A [0003]
- DE 102004010886 A [0005]