

(19)



(11)

**EP 1 995 738 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.11.2008 Patentblatt 2008/48**

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

(21) Anmeldenummer: **07290651.4**

(22) Anmeldetag: **21.05.2007**

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK RS**

(71) Anmelder: **Nexans**  
**75008 Paris (FR)**

(72) Erfinder:  
• **Grögl, Ferdinand**  
**90403 Nürnberg (DE)**  
• **Brutler, Angela**  
**91355 Hilpoltstein (DE)**

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

(54) **Elektrischer Leiter**

(57) Es wird ein elektrischer Leiter (L) angegeben, der aus einem Aluminium enthaltenden, elektrisch leitenden Material besteht und zumindest in einem für den Anschluß eines elektrischen Kontaktelements bestimmten Bereich rundum von einer dem Korrosionsschutz dienenden Schutzschicht (3) umgeben ist. Das leitende Material

(2) ist um einen Stahldraht (1) mit einem zwischen 0,05 mm und 0,2 mm liegenden Durchmesser und einer Bruchfestigkeit von mindestens 1000 N/mm<sup>2</sup> mit einer solchen Wandstärke herumgeformt, daß sich ein Leiter (L) mit einem zwischen 0,10 mm und 0,40 mm liegenden Durchmesser ergibt, auf den die Schutzschicht (3) mit einer Dicke von mindestens 0,5 µm aufgebracht ist.

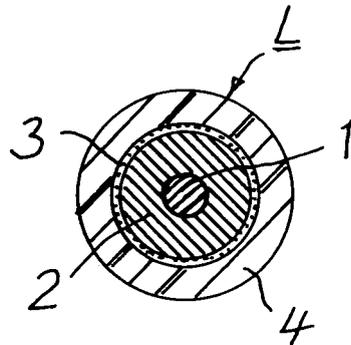


Fig. 1

**EP 1 995 738 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen elektrischen Leiter, der aus einem Aluminium enthaltenden, elektrisch leitenden Material besteht und zumindest in einem für den Anschluß eines elektrischen Kontaktelements bestimmten Bereich rundum von einer dem Korrosionsschutz dienenden Schutzschicht umgeben ist (DE 22 50 836 A).

**[0002]** 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 eingangs erwähnten 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.

**[0003]** 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.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den eingangs beschriebenen Leiter so weiterzubilden, daß der Aufwand an leitendem Material reduziert werden kann.

**[0005]** Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß das leitende Material um einen Stahldraht mit einem zwischen 0,05 mm und 0,2 mm liegenden Durchmesser und einer Bruchfestigkeit von mindestens 1000 N/mm<sup>2</sup> mit einer solchen Wandstärke herumgeformt ist, daß sich ein Leiter mit einem zwischen 0,10 mm und 0,40 mm liegenden Durchmesser ergibt, auf den die Schutzschicht mit einer Dicke von mindestens 0,5 µm aufgebracht ist.

**[0006]** 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.

**[0007]** Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes ist in den Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen:

**[0008]** Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Leiter nach der Erfindung.

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

**[0009]** Fig. 3 einen Litzenleiter mit mehreren Leitern nach Fig. 1.

**[0010]** 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 strahlenvernetzbar 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:

**[0011]** Ausgangsmaterialien sind ein Weichstahldraht mit einem Durchmesser von beispielsweise 4,0 mm, einer Bruchfestigkeit von mindestens 350 N/mm<sup>2</sup>, einem Elastizitätsmodul von mindestens 210 kN/mm<sup>2</sup> und einer elektrischen Leitfähigkeit von mindestens 5 m/Ohm x mm<sup>2</sup> sowie als leitendes Material Rein-Aluminium oder eine Aluminiumlegierung mit einer Bruchfestigkeit von mindestens 10 N/mm<sup>2</sup>, einem Elastizitätsmodul von mindestens 60 kN/mm<sup>2</sup>, vorzugsweise

## EP 1 995 738 A1

65 kN/mm<sup>2</sup>, und einer elektrischen Leitfähigkeit von 35 m/Ohm x mm<sup>2</sup>. 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.

**[0012]** 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.

**[0013]** 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.

**[0014]** 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.

**[0015]** Der Vorziehdraht mit Schutzschicht 3 kann über Mehrfach-Ziehmaschinen zu den benötigten Endabmessungen 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.

**[0016]** 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/cm<sup>3</sup> und einen elektrischen Leitwert von beispielsweise > 27 m/Ohm x mm<sup>2</sup>. Der Stahldraht hat eine Bruchfestigkeit von etwa 1000 N/mm<sup>2</sup>.

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

**[0017]** 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.

**[0018]** 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 <sup>2</sup> ]	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**

1. Elektrischer Leiter, der aus einem Aluminium enthaltenden, elektrisch leitenden Material besteht und zumindest in einem für den Anschluß eines elektrischen Kontaktelements bestimmten Bereich rundum von einer dem Korrosionsschutz dienenden Schutzschicht umgeben ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** das leitende Material um einen Stahldraht (1) mit einem zwischen 0,05 mm und 0,2 mm liegenden Durchmesser und einer Bruchfestigkeit von mindestens 1000 N/mm<sup>2</sup> 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) mit einer Dicke von mindestens 0,5 µm aufgebracht ist.
2. Leiter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schutzschicht (3) aus Zinn, Nickel oder Silber besteht.
3. Verfahren zur Herstellung eines Leiters nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
  - **daß** zur Bildung eines Stranges um einen Stahldraht (1) ein Aluminium enthaltendes, elektrisch gut leitendes Material herumgeformt wird, auf welches rundum eine Schutzschicht (3) aufgebracht wird, und
  - **daß** der Strang anschließend in mindestens einem Ziehvorgang auf das Nennmaß des Leiters (L) reduziert wird.

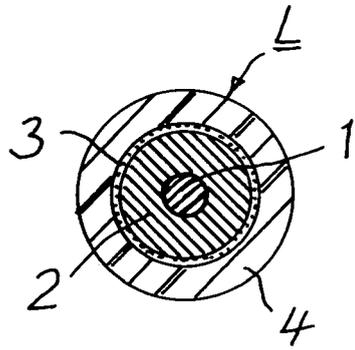


Fig. 1

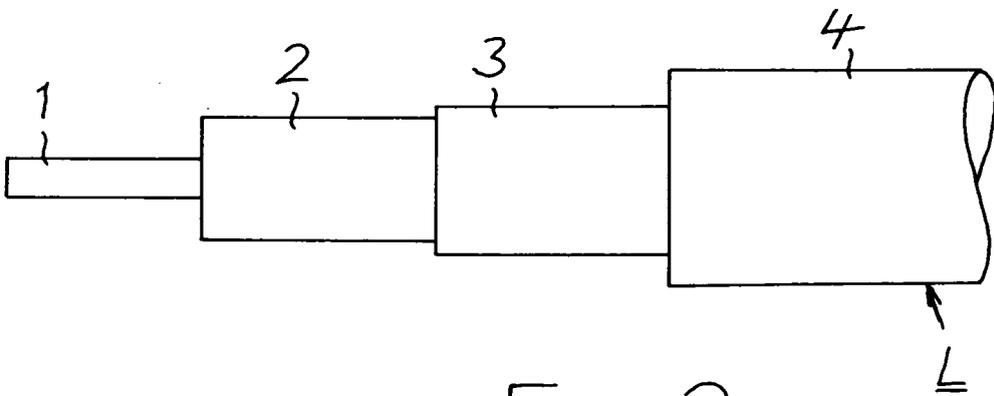


Fig. 2

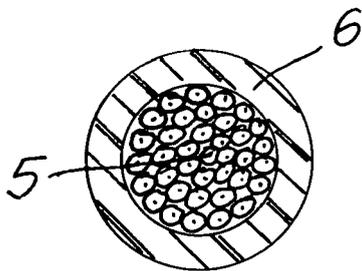


Fig. 3



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 197 44 667 A1 (KABELWERK LAUSITZ GMBH [DE]) 16. April 1998 (1998-04-16) * Spalte 3, Zeile 21 - Zeile 24 * * Spalte 3, Zeile 67 - Spalte 4, Zeile 5 * * Spalte 4, Zeile 65 - Zeile 67; Abbildung 2 *	1-3	INV. H01B7/22 H01B7/00
Y	DE 10 2004 010886 A1 (AUTONETWORKS TECHNOLOGIES LTD [JP]; SUMITOMO WIRING SYSTEMS [JP]; SUMI) 7. Oktober 2004 (2004-10-07) * Absätze [0044], [0052], [0078], [0079], [0088]; Abbildung 2 *	1-3	
A	DD 229 242 A1 (KABELWERK LAUSITZ VEB [DD]) 30. Oktober 1985 (1985-10-30) * Seite 3, Zeile 8 - Zeile 14; Abbildung 1 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 18. September 2008	Prüfer Hillmayr, Heinrich
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

5

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 29 0651

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-09-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19744667 A1	16-04-1998	KEINE	
DE 102004010886 A1	07-10-2004	JP 2004288625 A US 2004231883 A1	14-10-2004 25-11-2004
DD 229242 A1	30-10-1985	KEINE	

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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 2250836 A [0001] [0002]