



(11) **EP 2 096 645 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.09.2010 Patentblatt 2010/39

(51) Int Cl.:
H01B 7/00 *(2006.01)* **H01B 7/04** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **08290201.6**

(22) Anmeldetag: **26.02.2008**

(54) **Elektrischer Leiter**

Electrical conductor

Conducteur électrique

(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 MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.09.2009 Patentblatt 2009/36

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

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

• **Mann, Thomas**
91367 Weissenhohe (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 191 545 **WO-A-2007/015345**
DE-A1-102004 041 452 **US-A1- 2003 037 957**

EP 2 096 645 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 solcher Leiter geht aus der WO 2007/015345 A1 hervor.

[0003] Ein derartiger Leiter wird beispielsweise in Kraftfahrzeugen eingesetzt, beispielsweise in Verdrahtungs- oder Sensorleitungen. Er ist aber grundsätzlich überall dort verwendbar, wo elektrischer Strom oder Daten zu übertragen sind. Für den Einsatz in Kraftfahrzeugen muß der Leiter gut biegsam, flexibel und zugfest sein und in besonderen Einsatzbereichen auch kombinierte mechanische Belastungen aushalten können, weil mit einem derartigen Leiter ausgerüstete Leitungen im Kraftfahrzeug bei laufendem Betrieb dauernd Schwingungen und Erschütterungen ausgesetzt sind.

[0004] Der bekannte Leiter nach der DE 10 2004 041 452 A1 hat einen als zugfestes Element ausgebildeten, nicht metallischen Kern. Um den Kern sind in einer ersten Lage aus Kupfer bestehende Drähte mit kreisrundem Querschnitt dicht an dicht liegend herum verseilt und über der ersten Lage ist eine zweite Lage von ebenfalls aus Kupfer bestehenden Drähten mit kreisrundem Querschnitt aufgeseilt, deren Durchmesser und Anzahl so bemessen sind, daß sich bei dicht an dicht liegenden Drähten eine nahezu glatte äußere Oberfläche des Leiters als Unterlage für eine auf denselben aufzubringende Isolierung ergibt. Dieser Leiter hat sich in der Praxis bewährt.

[0005] Die US 2003/0037957 A1 beschreibt einen elektrischen Leiter, der aus sieben Drähten aus weichem Kupfer besteht, die zu einer Litze miteinander verseilt sind. Dieser Leiter soll für bewegbare Teile eingesetzt werden und insbesondere eine hohe Leitfähigkeit haben. Die Bruchfestigkeit der Drähte beträgt 220 MPa bzw. 220 N/mm². Sie können mit einer Schlaglänge von 15 x D miteinander verseilt sein, wobei D der Durchmesser des Leiters ist.

[0006] Der bekannte elektrische Leiter nach der eingangs erwähnten WO 2007/015345 A1 hat einen Kern aus sieben miteinander verseilten Stahldrähten und eine den Kern umgebende Lage aus zwölf Kupferdrähten. Dieser Leiter soll gegenüber bekannten Leitern verringerte Abmessungen haben. Die Stahldrähte haben eine Bruchfestigkeit von 920 MPa bzw. 920 N/mm² oder höher und die Bruchfestigkeit der Kupferdrähte liegt bei 220 MPa bzw. 220 N/mm² oder höher.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den eingangs geschilderten Leiter bezüglich Zugfestigkeit und Vibrationsfestigkeit zu verbessern und so zu gestalten, daß er zum Anschluß von Kontaktelementen durch Crimpen geeignet ist.

[0008] Diese Aufgabe wird gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Dieser Leiter genügt allen mechanischen Anforderungen, wie sie beispielsweise für seinen Einsatz in Kraftfahrzeugen gestellt werden, auf Dauer. Er ist

durch die Stahldrähte auch ohne zugfestes Kernelement zugfest und außerdem bei Verwendung von hochfesten Stahldrähten auch biege-, torsions- und vibrationsbeständig. Die gute Biegsamkeit des Leiters ist einerseits durch den formstabilen konzentrischen Aufbau der beiden aufgeseilten Lagen und andererseits durch deren kurze Verseilschlaglänge gewährleistet. Der Leiter ist durch seinen speziellen Aufbau außerdem gut für den elektrisch leitenden Anschluß von Kontaktelementen durch Crimpen geeignet.

[0010] Wenn die erste Lage des Leiters in bevorzugter Ausführungsform aus hochfesten Stahldrähten besteht, können dieselben durch einen in der Stahlseilfertigung bekannten Vorformprozeß der einzelnen Stahldrähte oder in einem Nachformprozeß der aufgeseilten Lage durch Rollen mechanisch so geformt werden, daß im fertigen Leiter mechanische Spannungen abgebaut werden, wodurch neben der guten Biegsamkeit des Leiters auch eine Drallfreiheit desselben gegeben ist.

[0011] Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes ist in den Zeichnungen dargestellt.

[0012] Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht des Leiters nach der Erfindung mit abschnittsweise entfernten Schichten.

Fig. 2 einen Schnitt durch Fig. 1 längs der Linie II - II in vergrößerter Darstellung.

[0013] Der Leiter L hat einen zentralen Kern 1, um den herum in einer ersten Lage 2 Stahldrähte 3 herumverseilt sind. Über der ersten Lage 2 ist eine zweite Lage 4 angeordnet, die aus Kupferdrähten 5 besteht, welche um die Stahldrähte 3 herumverseilt sind. Der Leiter L kann von einer beispielsweise durch Extrusion und/oder Bewicklung erzeugten Isolierung 6 umgeben sein. Er kann aber auch mit mindestens zwei weiteren, gleich aufgebauten Leitern zu einem vieldrätigen Weiterverseilt weiterverseilt werden.

[0014] Der Kern 1 ist ein aus während eines Ziehprozesses weichgeglühtem, vorzugsweise sauerstofffreiem Kupfer bestehender Draht. Er hat eine Bruchfestigkeit von mindestens 210 N/mm². Der Kern 1 kann als blanker Kupferdraht ausgeführt sein. Er kann aber auch verzinkt, versilbert oder vernickelt sein.

[0015] Die Stahldrähte 3 haben eine Bruchfestigkeit, die zwischen 800 N/mm² und 2200 N/mm² liegt. Sie können mit Vorteil verzinkt sein. Vorzugsweise bestehen die Stahldrähte 3 aus Edelstahl.

[0016] Die Kupferdrähte 5 haben eine Bruchfestigkeit, die zwischen 250 N/mm² und 400 N/mm² liegt. Sie können ebenso wie der Draht des Kerns 1 als blanke Drähte ausgeführt bzw. verzinkt, versilbert oder vernickelt sein.

[0017] Stahldrähte 3 und Kupferdrähte 5 können mit gleicher Schlagrichtung, aber auch mit entgegengesetzter Schlagrichtung auf ihre jeweilige Unterlage aufgeseilt sein. Sie können mit Vorteil auch unter dem gleichen Verseilwinkel aufgebracht sein. Die Schlaglänge der Kupferdrähte 5 in der zweiten Lage 4 liegt zwischen 8 x

D und $18 \times D$. Dabei ist D der Durchmesser des Leiters L über der zweiten Lage 4.

[0018] Der Leiter L wird beispielsweise wie folgt hergestellt:

Ein Draht aus weichgeglühtem Kupfer wird als Kern 1 von einer Spule abgezogen und einer Verseileinheit zugeführt, in welcher die Stahldrähte 3 der ersten Lage 2 um den Kern 1 herumverseilt werden. Im gleichen Arbeitsgang können die Kupferdrähte 5 der zweiten Lage 4 in einer zweiten Verseileinheit auf dieselbe aufgeseilt werden. Der fertige Leiter L kann dann auf eine Spule aufgewickelt oder einer Weiterverarbeitung zugeführt werden.

[0019] Ein Verseilprozeß, bei dem die Stahldrähte 3 und die Kupferdrähte 5 von einzelnen Spulen ablaufen, wird beispielsweise auf einer Rohrverseilmachine durchgeführt. Die Drähte werden dabei mit einer Rückdrehung von etwa 90 % aufgeseilt. Die beiden Lagen 2 und 4 und damit auch der Leiter L sind durch eine derartige Vorformung schon weitgehendst frei von mechanischen Spannungen. Ein solcher Verseilprozeß wird mit Vorteil für Leiter L eingesetzt, die im Betrieb hohen mechanischen Beanspruchungen bezüglich Biegung, Torsion und Vibration ausgesetzt werden.

[0020] Zur weiteren Reduzierung von mechanischen Spannungen kann der Leiter L nach dem Aufseilen von in bevorzugter Ausführungsform hochfesten Stahldrähten 3 als erste Lage 2 zunächst noch einem mechanischen Nachformprozeß zugeführt werden, in welchem die Stahldrähte 3 in aus der Seilherstellung bekannter Technik beispielsweise über mehrere Rollenpaare mechanisch verformt bzw. umgeformt werden.

[0021] Bei Leitern L, die nur eine im Vergleich zu Kupfer deutlich höhere Bruchfestigkeit haben sollen, für die aber keine zusätzlichen mechanischen Anforderungen bestehen, können vorzugsweise Stahldrähte 3 mit einer Bruchfestigkeit zwischen 800 N/mm^2 und 1200 N/mm^2 eingesetzt werden. Derartige Stahldrähte 3 können auf Mehrfachdraht-ziehanlagen gleichzeitig heruntergezogen und gemeinsam parallel aufgewickelt werden. Sie können verzinkt werden oder bei thermisch hoch beanspruchten Leitern L vorzugsweise aus Edelstahl bestehen. Das Ausgangsmaterial für diese Stahldrähte können jeweils Stangen aus Weichstahl sein, welche in einem Grobziehprozeß jeweils zu einem Vorziehdraht heruntergezogen und anschließend in einem galvanischen Prozeß oder auch in einem Feuerverzinnprozeß verzinkt werden. Nach einem Feinziehprozeß weisen die verzinkten Stahldrähte 3 noch eine verbleibende Zinnschichtdicke von mindestens $0,5 \mu\text{m}$ auf. Die Bruchfestigkeit der Stahldrähte wird durch den Ziehprozeß selbst auf den gewünschten Endwert von 800 N/mm^2 bis 2200 N/mm^2 erhöht.

[0022] Der verseilprozeß für einen derartigen Leiter L kann in einem einzigen Arbeitsprozeß mit beispielsweise drei Tangential-Ablaufspulen über eine Hochgeschwin-

digkeits-Bügelverseilmachine in bekannter Doppelschlagverseiltechnik erfolgen. Auf einer der Spulen ist der Kupferdraht 1 aufgewickelt, eine zweite Spule hat beispielsweise sechs parallel aufgewickelte Stahldrähte 3 und die dritte Spule hat beispielsweise zwölf parallel aufgewickelte Kupferdrähte 5. Ein so gefertigter Leiter L kann ohne anschließende mechanische Bearbeitung direkt einer Weiterverarbeitung zugeführt werden, also beispielsweise mit der Isolierung 6 versehen werden.

[0023] Ein Leiter L kann beispielsweise in der Verdrehungstechnik von Kraftfahrzeugen als einadrige oder auch als mehradrige Leitung im Leiterquerschnittsbereich zwischen $0,25 \text{ mm}^2$ und $2,5 \text{ mm}^2$ verwendet werden. Durch den Einsatz von sechs Stahldrähten 3 in einem 19-drähtigen Leiter L wird zwar die elektrische Leitfähigkeit desselben im Vergleich zu einem dimensionsgleichen Kupferleiter reduziert, die Bruchfestigkeit des Leiters L kann jedoch gegenüber einem Kupferleiter gleichen Querschnitts verdoppelt werden. Das macht sich vorteilhaft bei den in diesem Anwendungsfall kurzen Leitern bemerkbar, bei denen ein erhöhter Gleichstromwiderstand beispielsweise für eine Signalübertragung unbedeutend ist.

Patentansprüche

1. Elektrischer Leiter (L), der einen zentralen Kern (1) und mindestens zwei über demselben angeordnete Lagen (2,4) aus elektrisch leitenden Einzeldrähten aufweist, die in einer ersten Lage (2) um den Kern (1) und in einer zweiten Lage (4) um die erste Lage (2) herumverseilt sind, bei welchem die Einzeldrähte der ersten Lage (2) Stahldrähte (3) mit einer über 800 N/mm^2 liegenden Bruchfestigkeit sind und bei welcher die Einzeldrähte der zweiten Lage (4) Kupferdrähte (5) mit einer über 220 N/mm^2 liegenden Bruchfestigkeit sind, **dadurch gekennzeichnet**,

- **daß** als Kern (1) ein aus einem weichgeglühten Kupfer bestehender Draht mit einer Bruchfestigkeit von mindestens 210 N/mm^2 eingesetzt ist,
 - **daß** die Bruchfestigkeit der Stahldrähte (3) zwischen 800 N/mm^2 und 2200 N/mm^2 liegt,
 - **daß** die Bruchfestigkeit der Kupferdrähte (5) zwischen 250 N/mm^2 und 400 N/mm^2 liegt und
 - **daß** die Schlaglänge der Kupferdrähte (5) zwischen $8 \times D$ und $18 \times D$ liegt, wobei D der Durchmesser des Leiters (L) über der zweiten Lage (2) ist.

2. Leiter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** als Kern (1) ein blanker Kupferdraht eingesetzt ist.

3. Leiter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** der Kern (1) verzinkt, versilbert oder vernickelt ist.

4. Leiter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stahldrähte (3) verzinkt sind oder aus Edelstahl bestehen.
5. Leiter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste, aus Stahldrähten (3) bestehende Lage (4) durch mechanische Bearbeitung frei von mechanischen Spannungen ist.
6. Leiter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** Kupferdrähte (5) blanke Drähte sind.
7. Leiter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kupferdrähte (5) verzinkt, versilbert oder vernickelt sind.

Claims

1. Electrical conductor(L) which has a central core (1) and at least two layers (2,4), which are arranged above the core (1) and are composed of electrically conductive individual wires, which are twisted around the core (1) in a first layer (2) and around the first layer (2) in a second layer (4), in which the individual wires of the first layer (2) are steel wires (3) with a resistance rupture of more than 800 N/mm², and in which the individual wires of the second layer (4) are copper wires (5) with a resistance to rupture of more than 220 N/mm², **characterized in**
 - **that** a wire composed of a soft-annealed copper with a resistance to rupture of at least 210 N/mm² is used as the core (1),
 - **that** the resistance to rupture of the steel wires (3) is between 800 N/mm² and 2200 N/mm²,
 - **that** the resistance to rupture of the copper wires (5) is between 250 N/mm² and 400 N/mm² and
 - **that** the lay length of the copper wires (5) is between 8 x D and 18 x D where D is the diameter of the conductor (L) over the second layer (2).
2. Conductor according to claim 1, **characterized in that** a bare copper wire is used as the core (1).
3. Conductor according to claim 1, **characterized in that** the core (1) is tinned, silver-plated or nickel-plated.
4. Conductor according to one of the claims 1 to 3, **characterized in that** the steel wires (3) are tinned or are composed of stainless steel.
5. Conductor according to one of the claims 1 to 4, **characterized in that** the first layer (4), which is

composed of steel wires (3), is free of mechanical stresses as a result of mechanical processing.

6. Conductor according to one of the claims 1 to 5, **characterized in that** copper wires (5) are bare wires.
7. Conductor according to one of the claims 1 to 5, **characterized in that** the copper wires (5) are tinned, silver-plated or nickel-plated.

Revendications

1. Conducteur électrique (L), qui présente un noyau central (1) et au moins deux couches (2, 4) de fils individuels électriquement conducteurs disposées au-dessus de celui-ci, qui sont câblés en une première couche (2) autour du noyau (1) et en une deuxième couche (4) autour de la première couche (2), dans lequel les fils individuels de la première couche (2) sont des fils d'acier (3) avec une charge de rupture supérieure à 800 N/mm² et dans lequel les fils individuels de la deuxième couche (4) sont des fils de cuivre (5) avec une charge de rupture supérieure à 220 N/mm², **caractérisé en ce que**
 - on utilise comme noyau (1) un fil composé de cuivre adouci par recuit avec une charge de rupture d'au moins 210 N/mm²,
 - la charge de rupture des fils d'acier (3) est comprise entre 800 N/mm² et 2200 N/mm²,
 - la charge de rupture des fils de cuivre (5) est comprise entre 250 N/mm² et 400 N/mm², et
 - le pas de câblage des fils de cuivre (5) est compris entre 8 x D et 18 x D, D étant le diamètre du conducteur (L) sur la deuxième couche (2).
2. Conducteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on utilise comme noyau (1) un fil de cuivre dénudé.
3. Conducteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le noyau (1) est étamé, argenté ou nickelé.
4. Conducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les fils d'acier (3) sont étamés ou sont constitués d'acier spécial.
5. Conducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la première couche (4) composée de fils d'acier (3) est libre de contraintes mécaniques par un traitement mécanique.
6. Conducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les fils de cuivre (5) sont des fils dénudés.

7. Conducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les fils de cuivre (5) sont étamés, argentés ou nickelés.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

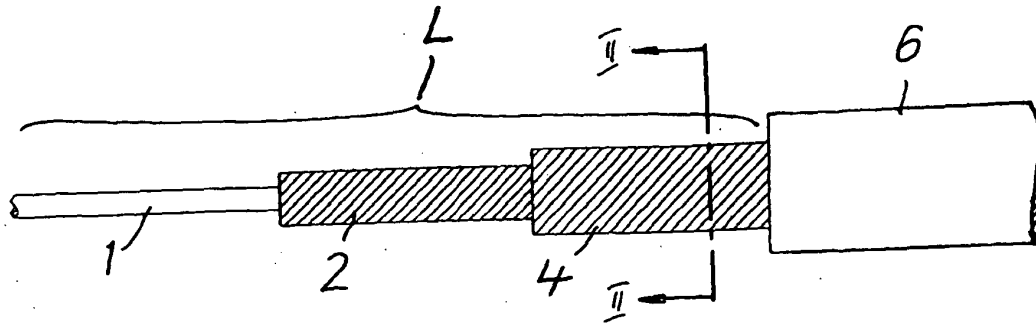


Fig. 1

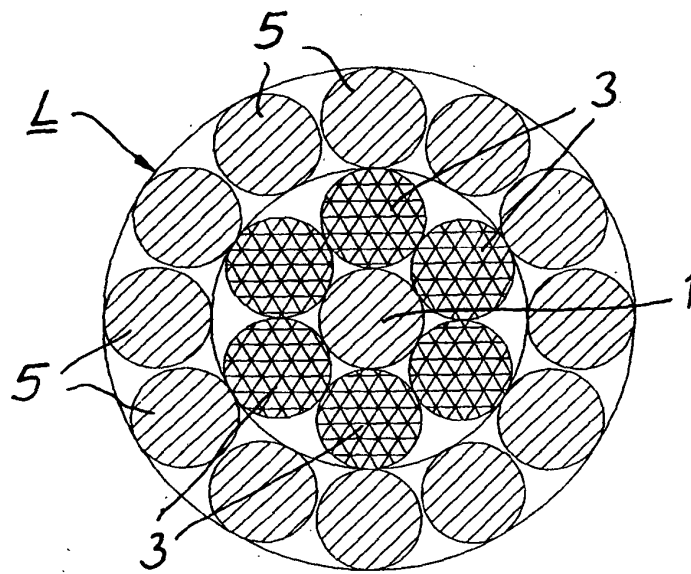


Fig. 2

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

- WO 2007015345 A1 [0002] [0006]
- DE 102004041452 A1 [0004]
- US 20030037957 A1 [0005]