

(19)



(11)

EP 2 378 611 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.10.2011 Patentblatt 2011/42

(51) Int Cl.:
H01R 4/62 (2006.01) H01R 43/00 (2006.01)
B23K 20/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10305380.7**

(22) Anmeldetag: **13.04.2010**

(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 MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA ME RS

• **Dr. Mayer, Udo**
92637, Weiden (DE)

(74) Vertreter: **Taruttis, Stefan Georg**
TARUTTIS Patentanwaltskanzlei
Aegidientorplatz 2b
30159 Hannover (DE)

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

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

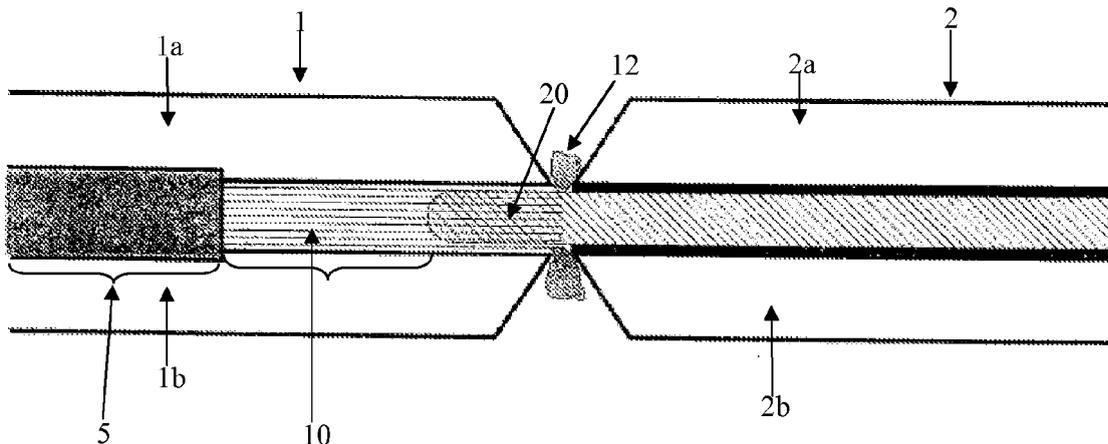
(72) Erfinder:
• **Noetzel, Thomas**
92685, Floß (DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung von Kabeln mit Aluminiumleiter**

(57) Die Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung einer stoffschlüssigen Verbindung, bzw. durch das Verfahren hergestellte elektrische Kabel bereit, bei dem ein oder mehrere Leiter (10), die aus Kupfer oder vorzugsweise aus Aluminium sind, dadurch mit einem An-

schlusssteil (20) aus einem Kupferwerkstoff, insbesondere einem massiven oder aus Litzen in einer Hülse bestehenden Abschnitt eines Anschlusssteils (20), stoffschlüssig verbunden werden, dass das Anschlusssteil (20) im Wesentlichen in axialer Richtung gegen den oder die Aluminiumleiter (10) gepresst wird.

Figur 2



EP 2 378 611 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kabels mit einem Leiter aus Kupfer oder Aluminium, der vorzugsweise eine Vielzahl von Litzen aus Kupfer oder Aluminium aufweist oder daraus besteht, insbesondere bevorzugt innerhalb einer die Leiter bzw. die Litzen umfassenden Isolierung, und ein stoffschlüssig mit dem Leiter aus Kupfer oder Aluminium verbundenes Anschlussstück aufweist, das aus einem Kupferwerkstoff besteht, beispielsweise aus Kupfer oder einer Legierung, z.B. Messing.

[0002] Weiterhin betrifft die Erfindung das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte elektrische Kabel, das einen oder mehrere Leiter aus Aluminium oder Kupfer aufweist und einen damit stoffschlüssig verbundenen Leiter, insbesondere ein Anschlussstück aus einem Kupferwerkstoff.

Stand der Technik

[0003] Die DE 19908031 B4 beschreibt das Verbinden eines Kabels, dessen Aluminiumlitzen mit einer Stützhülse eingefasst sind, durch Verschweißung mit einem Anschlussstück aus Kupfer mittels Reibschweißung. Durch Verpressen der Stützhülse, die um die Aluminiumlitzen angeordnet sind, vor oder während des Reibschweißens soll ein Vollzylinder aus Aluminium erzeugt werden, dessen Stirnseite mit dem Kupferwerkstoff verschweißt wird.

[0004] Die US 2,806,215 zeigt ein Anschlussstück aus Kupferwerkstoff, das dadurch mit einem Kabel mit Aluminiumlitzen verbunden wird, dass die Aluminiumlitzen zunächst mit einer Aluminiumhülse eingefasst werden, über die wiederum eine Aluminiumhülse aufgeschoben und verpresst wird, welche ein angeschweißtes kupfernes Anschlussstück aufweist.

Aufgabe der Erfindung

[0005] Der Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein alternatives Verfahren zur Kontaktierung von Leitern mit einem Anschlussstück aus einem Kupferwerkstoff bereitzustellen, sowie ein mit dem Verfahren erhältliches alternatives Kabel mit Leitern, die mit einem Anschlussstück aus Kupferwerkstoff verbunden sind.

Allgemeine Beschreibung der Erfindung

[0006] Die Erfindung löst die voranstehende Aufgabe mit den Merkmalen der Ansprüche und insbesondere durch ein Verfahren zur Herstellung einer stoffschlüssigen Verbindung, bzw. durch ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kabels, bei dem ein oder mehrere Leiter, die aus Kupfer oder vorzugsweise aus Aluminium sind, dadurch mit einem Anschlussstück aus einem Kupferwerkstoff, insbesondere einem massiven oder aus Litzen in einer Hülse bestehenden Abschnitt eines Anschlussstücks, stoffschlüssig verbunden werden, dass das

Anschlussstück im Wesentlichen in axialer Richtung gegen den oder die Aluminiumleiter gepresst wird. Dabei sind der oder die Leiter in einem ersten Werkzeug eingefasst, dessen innerer erster Querschnitt kleiner oder gleich dem Querschnitt der Summe der Leiter des Kabels ist und das erste Werkzeug den oder die Leiter unmittelbar in einem an seine Querschnittsöffnung angrenzenden Abschnitt aufnimmt, insbesondere ohne eine den oder die Leiter umgebende Hülse. Besonders bevorzugt weist das erste Werkzeug im Anschluss an seinen ersten Abschnitt, der unmittelbar an seine Querschnittsöffnung angrenzt und die Leiter aufnimmt, einen zweiten Abschnitt auf, dessen Querschnitt ausreicht, um die die Leiter umgebende Isolierung aufzunehmen bzw. zu halten, und weist vorzugsweise im zweiten Abschnitt einen Querschnitt kleiner oder gleich dem Gesamtquerschnitt aus Leiter und einer diese umfassenden Isolierung auf, um die Isolierung formschlüssig zu umfassen.

[0007] Für die Zwecke der Erfindung umfasst die Bezugnahme auf einen Leiter Kupferleiter und insbesondere Aluminiumleiter, auch eine Vielzahl von Leitern, die Kupferlitzen und insbesondere Aluminiumlitzen sind, da die Erfindung gleichermaßen zur Herstellung der stoffschlüssigen Verbindung des Anschlussstücks, das insbesondere in dem an den Leiter angrenzenden Abschnitt massiv ist oder in eine Hülse eingepresste Litzen aufweist, mit einem massiven Leiter als auch mit einer Vielzahl von Litzen, insbesondere aus Aluminium, geeignet ist. Aluminiumleiter können im Wesentlichen aus Aluminium bestehen oder aus einer Aluminiumlegierung, z.B. Aluminium in Mischung mit Eisen und/oder Magnesium. Für die Zwecke der Erfindung bezieht sich der Begriff des Anschlussstücks insbesondere auf den an den Leiter angrenzenden Abschnitt des Anschlussstücks.

[0008] Der erste innere Querschnitt des ersten Werkzeugs weist in den ersten Abschnitt, in dem die Leiter form- und/oder kraftschlüssig gefasst sind, vorzugsweise eine größere Querschnittsfläche als das Anschlussstück auf.

[0009] Erfindungsgemäß wird der Leiter, bzw. eine Vielzahl von Litzenleitern, die entsprechend der bevorzugten Ausführungsform stellvertretend für Kupferlitzen auch als Aluminiumleiter oder Aluminiumlitzen in Bezug genommen werden, form- und/oder kraftschlüssig in einem ersten Werkzeug gehalten, wobei vorzugsweise die Leiter unmittelbar an der inneren Oberfläche des ersten Werkzeugs anliegen, bzw. nicht von einer Hülse umgeben sind. Die Leiter können im geöffneten Zustand des ersten Werkzeugs zwischen dessen Formhälften angeordnet werden. Im geschlossenen Zustand des ersten Werkzeugs werden die Leiter von dem ersten Werkzeug gegen die axial auf die Aluminiumleiter wirkende Kraft gehalten, die von dem Anschlussstück auf die Aluminiumleiter ausgeübt wird, während das Anschlussstück axial gegen die Aluminiumleiter bewegt wird. Da das erste Werkzeug den bzw. die Aluminiumleiter im Wesentlichen form- und/oder kraftschlüssig umgibt, führt die Bewegung des Anschlussstücks gegen die Aluminiumleiter zu einer Ver-

drängung eines Teils des Materials der Aluminiumleiter, das deshalb, weil die lichte Querschnittsfläche des ersten Werkzeugs etwas größer als die Querschnittsfläche des Anschlusssteils ist, aus dem Anteil der Öffnung des ersten Werkzeugs gepresst wird, die nicht vom Anschlusssteil ausgefüllt ist. Das Pressen erfolgt erfindungsgemäß vorzugsweise durch eine im Wesentlichen, vorzugsweise ausschließlich, lineare Bewegung von Leiter und Anschlusssteil gegeneinander, bzw. von erstem und zweitem Werkzeug gegeneinander auf einer gemeinsamen Achse, die insbesondere die Längsachse des Leiters und auf der zumindest der Abschnitt des Anschlusssteils angeordnet ist, der gegen die Leiter gepresst wird. Für das Führen und Pressen des Anschlusssteils ist dieses form- und/oder kraftschlüssig in einem zweiten Werkzeug gehalten, das das Anschlusssteil zumindest abschnittsweise unmittelbar kraft- und/oder formschlüssig umgibt, oder dessen umfängliche Isolierung umgibt.

[0010] Das Pressen des Anschlusssteils in einen Leiter aus Litzen erfolgt vorzugsweise durch Pressen des Anschlusssteils über eine Länge von bis zu 20mm, insbesondere für bis 12mm oder bis 10mm in die Litzen, insbesondere Aluminiumlitzen, gemessen vor dem Einpressen, wobei das Material der Litzen über diese Länge vom Anschlusssteil verdrängt wird.

[0011] Vorzugsweise ist das Anschlusssteil auf derselben Achse angeordnet wie die Gesamtheit der Leiter, und entsprechend sind vorzugsweise die Aufnahmeausnehmungen des ersten Werkzeugs und des zweiten Werkzeugs auf einer gemeinsamen Achse angeordnet.

[0012] Der an die Aluminiumleiter angrenzende Abschnitt bzw. Bereich des Anschlusssteils ist vorzugsweise aus Kupferwerkstoff, insbesondere aus Kupfer, einer Kupferlegierung, beispielsweise Messing, und ist besonders bevorzugt zumindest in dem Abschnitt stabförmig und massiv, in dem er den Aluminiumleiter kontaktiert, besonders bevorzugt zumindest abschnittsweise in dem Bereich, mit dem er in das erste Werkzeug eingeführt und gegen die Aluminiumleiter gepresst wird, optional zusätzlich in dem Bereich, in dem er in dem zweiten Werkzeug gehalten wird. In einer alternativen Ausführung kann das Anschlusssteil eine in sich geschlossene Stirnfläche aufweisen, mit der es gegen die Aluminiumleiter gepresst wird, und kann optional im Anschluss daran zumindest abschnittsweise hohl sein. Das Anschlusssteil weist vorzugsweise einen stabförmigen Abschnitt auf, der beim Pressen gegen die Aluminiumleiter in das erste Werkzeug eingeführt wird. Das Anschlusssteil kann, insbesondere in dem stabförmigen Abschnitt, der während des Verfahrens und im hergestellten Kabel an die Aluminiumleiter angrenzt, einen runden oder eckigen Querschnitt aufweisen, und/oder auf seiner Außenseite axiale und/oder radiale Nuten aufweisen. Das Anschlusssteil, bzw. der Abschnitt des Anschlusssteils, der mit dem Leiter verbunden wird, weist vorzugsweise eine massive Stirnfläche auf und besteht vorzugsweise aus massivem Kupferwerkstoff. Alternativ kann dieser Abschnitt des Anschlusssteils aus Litzen aus Kupfer oder

Kupferwerkstoff bestehen, die von einer Hülse aus Kupfer oder Kupferwerkstoff umfasst sind, insbesondere von einer aufgedruckten Hülse umfasst, wobei besonders bevorzugt die Stirnfläche eine senkrecht zur Längsachse angeordnete Schnittfläche der Litzen ist, die bündig von der Hülse eingefasst ist. In der Ausführungsform des Abschnitts des Anschlusssteils als von einer Hülse umfasste Litzen aus Kupfer mit einem Leiter aus Aluminium oder Aluminiumlitzen ergibt sich der Vorteil, dass das Verfahren zum Eindringen des Aluminiumwerkstoffs des Leiters zwischen die Kupferlitzen des Anschlusssteils führt, so dass zusätzlich zur stoffschlüssigen Verbindung entlang der Stirnfläche von Anschlusssteil und Aluminiumleiter eine mechanische Verklammerung erzeugt wird. Es hat sich gezeigt, dass das Aluminium zu 5-10mm, insbesondere zu 6mm zwischen die Litzen des Anschlusssteils dringt.

[0013] Besonders bevorzugt ist das Anschlusssteil zumindest in einem an die Aluminiumleiter angrenzenden Abschnitt im Wesentlichen zylindrisch und kann Teil eines Anschlusssteils des Kabels sein, beispielsweise an dem Ende, das dem Aluminiumleiter gegenüber liegt, einen Kabelschuh, einen Ring oder eine Öse aufweisen und damit ein Stück bilden oder damit durch Klemmen, Crimpen oder Verschweißen verbunden sein.

[0014] Beim erfindungsgemäßen Verfahren ist bevorzugt, dass die Aluminiumleiter im ersten Werkzeug angeordnet sind und maximal bis an dessen axiale Öffnung ragen, um beim Einpressen des Anschlusssteils aus Kupferwerkstoff, das vom zweiten Werkzeug gehalten wird, in das erste Werkzeug das Hervorstehen von Abschnitten der Aluminiumleiter über die Öffnung des ersten Werkzeugs zu vermeiden. Denn solche über das erste Werkzeug vorstehenden Aluminiumleiter könnten das Einpressen des Anschlusssteils in das erste Werkzeug stören.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren ist vorteilhaft, weil eine stoffschlüssige Verbindung zwischen Aluminiumleiter und Anschlusssteil in einem einzigen Arbeitsgang hergestellt werden kann und sich gezeigt hat, dass durch das Einpressen des Anschlusssteils aus Kupferwerkstoff in die im ersten Werkzeug form- und/oder kraftschlüssig gehaltenen Aluminiumleiter eine Kontaktierung im Wesentlichen sämtlicher Aluminiumleiter erfolgt, auch wenn diese z.B. Litzen sind. Denn beim Einpressen des Anschlusssteils senkrecht zum Querschnitt der Aufnahme des ersten Werkzeugs in die Aluminiumleiter, d.h. koaxial zu dem oder den Aluminiumleitern, erfolgt eine stoffschlüssige Kontaktierung im Wesentlichen sämtlicher Aluminiumleiter durch das Anschlusssteil. Dies wird gegenwärtig darauf zurückgeführt, dass während des Einpressens eine etwaige Oxidschicht auf den Aluminiumleitern vom Anschlusssteil verdrängt wird.

[0016] In bevorzugter Ausführungsform werden der oder die Aluminiumleiter und/oder das Anschlusssteil aus Kupferwerkstoff vor oder während des Pressens des Anschlusssteils in die Aluminiumleiter erwärmt, vorzugsweise auf eine Temperatur unterhalb der Schmelztempera-

tur des Aluminiums. Für die Erwärmung können beispielsweise die in einem Werkzeug gehaltenen Abschnitte der Aluminiumleiter und/oder des Anschlusssteils und/oder das erste und/oder das zweite Werkzeug von jeweils entgegengesetzten Polen einer Stromquelle kontaktiert sein, so dass sie bei Kontakt des Anschlusssteils mit dem Leiter von Strom durchflossen werden. Bevorzugt wird der Leiter auf eine Temperatur im Bereich seiner Erweichungstemperatur erwärmt, z.B. im Falle von Aluminiumleitern auf 580 bis 650 °C.

[0017] Nach dem Einpressen des Anschlusssteils in die im ersten Werkzeug gehaltenen Leiter werden das erste und zweite Werkzeug geöffnet, vorzugsweise durch radiales Verfahren von Werkzeughälften. Ein durch das Herauspressen von Leitermaterial, z.B. von Aluminium, aus dem ersten Werkzeug um das Anschlusssteil entstandener Grat oder Butzen kann entfernt werden.

[0018] Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Kabel zeichnen sich dadurch aus, dass die Verbindung zwischen Leitern aus Kupfer, bevorzugt aus Aluminium, und Anschlusssteil unmittelbar in einer Grenzschicht ausgebildet ist, in der die Leiter auf das Anschlusssteil treffen. Erfindungsgemäße elektrische Kabel weisen daher einen Leiter aus Kupfer, vorzugsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, der vorzugsweise aus einer Vielzahl von Litzen besteht, und ein axial an den Leiter gebundenes Anschlusssteil aus Kupferwerkstoff auf, wobei der Leiter angrenzend an das Anschlusssteil vorzugsweise ohne eine umfassende Hülse stoffschlüssig mit dem Anschlusssteil verbunden ist. Ein mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Kabel zeichnet sich daher dadurch aus, dass das Anschlusssteil und die Leiter in einer Grenzschicht unmittelbar aneinander gefügt sind. Das Anschlusssteil kann eine vollständig oder abschnittsweise ebene Stirnfläche aufweisen, die in einem Winkel von z.B. 10° bis 90° gegen die Längsachse des gegen die Leiter gepressten Abschnitts des Anschlusssteils geneigt ist, um eine größere Grenzfläche zwischen Anschlusssteil und Leitern zu bilden. Bevorzugt besteht das erfindungsgemäße Kabel an dem Ende, an dem das Anschlusssteil angeordnet ist, aus einem Litzenleiter, der in einem Abstand vom Anschlusssteil von einer Isolierung umfasst ist, und dem stoffschlüssig mit der Stirnseite verbundenen Anschlusssteil, wobei der Litzenleiter aus Kupferlitzen, bevorzugt aus Aluminiumlitzen besteht.

[0019] Das Anschlusssteil kann optional in einem an die Leiter angrenzenden Abschnitt von Leitermaterial, z.B. aus Aluminium umfasst sein, das z.B. beim Pressen durch das Anschlusssteil vom Leiter verdrängt wurde.

[0020] Das Verfahren ist auch deshalb vorteilhaft, weil die gegeneinander zu pressenden Stirnflächen des Leiter oder die gemeinsame Stirnfläche eines Litzenleiters sowie die Stirnfläche des

[0021] Anschlusssteils keine besondere Form aufweisen müssen und z.B. nicht um die Längsachse von Leiter oder Anschlusssteil rotationssymmetrisch sein müssen, da das Pressen allein durch Bewegungen von Anschlusssteil

und Leiter gegeneinander erfolgt, um die stoffschlüssige Verbindung in einer Grenzschicht zu erzeugen.

[0022] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist ein elektrisches Kabel herstellbar, das einen oder mehrere Leiter, insbesondere aus Kupfer oder Aluminium aufweist, die endständig stoffschlüssig mit dem Anschlusssteil verbunden sind, bei dem besonders bevorzugt keine Hülse um die Leiter angeordnet ist, da die Leiter während des Pressens zur Herstellung der Verbindung zwischen Leitern und Anschlusssteil von dem ersten Werkzeug form- und/oder kraftschlüssig umfasst sind. Daher erlaubt das Verfahren eine einfachere Herstellung der Verbindung zwischen Anschlusssteil und Litzenleiter als solche Verfahren, die die Einfassung der Litzenleiter mit einer Hülse erfordern, die Bestandteil des Kabels wird.

[0023] Abhängig von der Querschnittsfläche des Anschlusssteils im Verhältnis zu der Querschnittsfläche des ersten Werkzeugs und der Masse des Leitermaterials, insbesondere des Aluminiums, das beim axialen Einpressen des Anschlusssteils gegen die Leiter verdrängt wird, kann ein erfindungsgemäßes Kabel endständig ein stoffschlüssig verbundenes Anschlusssteil, z.B. aus Kupferwerkstoff aufweisen, das abschnittsweise von Leitermaterial, z.B. von Aluminium umgeben ist. In alternativer Ausführungsform ist die Querschnittsfläche des an die Leiter angrenzenden Abschnitts des Anschlusssteils nur geringfügig kleiner als die Querschnittsfläche des ersten Werkzeugs im Bereich zwischen der axialen Querschnittsöffnung des Werkzeugs und dem Bereich, in dem die Leiter gehalten sind, und/oder als in dem Bereich, in dem die Leiter gehalten sind, sodass die stoffschlüssige Verbindung im Wesentlichen entlang der Stirnfläche des Anschlusssteils vorliegt bzw. erzeugt ist. Die Stirnfläche des Anschlusssteils kann eben oder gewölbt sein, vorzugsweise konvex, und kann wahlweise zur Längsachse des Anschlusssteils rotationssymmetrisch sein. Eine ebene Stirnfläche des Anschlusssteils ist vorzugsweise senkrecht zur Längsachse angeordnet oder kann eine Fläche sein, die in einem Winkel von kleiner 90° zur Längsachse des Abschnitts des Anschlusssteils geneigt ist, beispielsweise in einem Winkel von 20°- 80°, vorzugsweise 30°- 60°. Eine konvexe Stirnfläche kann kegelförmig oder kegeltumpfförmig sein, einen elliptischen Querschnitt längs der Längsachse haben oder aus aufeinander zulaufenden ebenen Flächen, z.B. 3 bis 8 Flächen bestehen.

Genauere Beschreibung der Erfindung

[0024] Die Erfindung wird nun anhand der Figuren genauer beschrieben, die stellvertretend für Leiter aus Kupfer oder Aluminium schematisch

- in Figur 1 ein Anschlusssteil und Leiter vor dem Verbinden,
- in Figur 2 ein mit Leitern verbundenes Anschlusssteil,
- in Figur 3 ein ausschnittsweises lichtmikroskopische

sches Schlibfbild eines erfindungsgemäßen Kabels mit einem Leiter aus Aluminiumlitzen und massivem Anschlusssteil aus Kupfer und

- in Figur 4 ein ausschnittsweises lichtmikroskopisches Schlibfbild eines erfindungsgemäßen Kabels mit einem massiven Leiter aus Aluminium und einem Anschlusssteil aus Kupferlitzen in einer Hülse zeigen.

[0025] Figur 1 zeigt ein erstes Werkzeug 1 und ein zweites Werkzeug 2 im jeweils geschlossenen Zustand, deren Aufnahmeausnehmungen auf einer gemeinsamen Achse angeordnet sind. Das erste Werkzeug 1 kann aus einer ersten Formhälfte 1a und einer zweiten Formhälfte 1b bestehen, die radial zur Längsachse der Aufnahmeausnehmung verfahrbar sind, um das erste Werkzeug 1 zu öffnen. Entsprechend kann auch das zweite Werkzeug 2 aus zwei radial gegeneinander verfahrbaren Werkzeughälften 2a, 2b bestehen. Im ersten Werkzeug 1 sind Aluminiumleiter 10 formschlüssig umfasst, wobei das erste Werkzeug 1 in einem ersten Abschnitt 3 die Leiter 10 unmittelbar fasst. Der erste Abschnitt 3 des ersten Werkzeugs 1 erstreckt sich bis an die Querschnittsöffnung 4 oder bis in einen Abstand von der Querschnittsöffnung 4 des ersten Werkzeugs 1, die dieses im geschlossenen Zustand aufspannt. Entsprechend einer möglichen Ausführungsform weist das erste Werkzeug 1 einen zweiten Abschnitt 5 auf, in dem das erste Werkzeug 1 die von einer umfänglichen Isolierung 11 umgebenen Leiter 10 form- und/oder kraftschlüssig umfasst. Das Anschlusssteil 20 wird zumindest abschnittsweise von einem zweiten Werkzeug 2 form- und/oder kraftschlüssig umfasst und ragt aus dem zweiten Werkzeug 2 hervor.

[0026] Das Anschlusssteil 20 ist in dem Abschnitt, in dem es über das zweite Werkzeug 2 in Richtung auf das erste Werkzeug 1 ragt, generell vorzugsweise symmetrisch, z.B. mit quadratischem Querschnitt oder mit rundem Querschnitt. Das Anschlusssteil 20 weist vorzugsweise eine planare Stirnfläche auf, oder wie in Figur 1 gezeigt ist, eine konvexe oder mit einer umfänglichen Fase versehene Stirnfläche auf.

[0027] Beim erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren werden das erste und das zweite Werkzeug 1,2 gegeneinander verfahren, während sie Leiter 10 bzw. Anschlusssteil 20 halten, wobei bevorzugt Leiter 10 und Anschlusssteil 20 erwärmt sind. Für die Erwärmung von Leitern 10 bzw. Anschlusssteil 20 werden z.B. die Leiter 10 und das erste Werkzeug 1 bzw. das Anschlusssteil 20 und das zweite Werkzeug 2 jeweils von Strom durchflossen.

[0028] Durch das Verfahren von erstem und zweitem Werkzeug 1, 2 gegeneinander wird das Anschlusssteil 20 durch die Querschnittsöffnung 4 des ersten Werkzeugs 1 geführt und in axialer Richtung gegen die Leiter 10 gepresst.

[0029] Figur 2 zeigt den Zustand der entlang der gemeinsamen Achse der Aufnahmeausnehmungen gegeneinander verfahrenen ersten und zweiten Werkzeuge 1, 2, in dem das Anschlusssteil 20 abschnittsweise

innerhalb des ersten Werkzeugs 1 gegen die Leiter 10 gepresst ist. Wie schematisch gezeigt ist, wird eine stoffschlüssige Verbindung zwischen den Leitern 10 und dem Anschlusssteil 20 hergestellt, insbesondere im Bereich der Stirnfläche des Anschlusssteils 20, während aus dem ersten Werkzeug 1 verdrängtes Leitermaterial, z.B. Aluminium, einen Grat oder Butzen 12 zwischen erstem und zweitem Werkzeug 1,2 bilden kann. Nach dem Einpressen des Anschlusssteils 20 gegen die in dem ersten Werkzeug 1 gehaltenen Leiter 10 können beide Werkzeuge 1,2 geöffnet werden und das Kabel, dessen Leiter 10 endständig stoffschlüssig mit einem Anschlusssteil 20 verbunden sind, können entnommen werden. Ein Grat 12 wird vorzugsweise vor oder nach Öffnen des ersten und/oder zweiten Werkzeugs 1,2 entfernt.

[0030] Die Querschnittsfläche des Abschnitts des Anschlusssteils 20, der in die Aufnahmeausnehmung des ersten Werkzeugs 1 geführt wird, ist vorzugsweise geringfügig kleiner als die lichte Querschnittsfläche der Aufnahmeöffnung des ersten Werkzeugs 1, insbesondere als die Querschnittsfläche des ersten Abschnitts 3 des ersten Werkzeugs 1. Der radiale Abstand zwischen dem Anschlusssteil 20 und der Aufnahmeausnehmung des ersten Werkzeugs 1 bildet dann den Spalt, durch den Material der Leiter 10, das beim Einpressen des Anschlusssteils 20 gegen die Leiter 10 verdrängt wird, von der Stirnfläche des Anschlusssteils 20 entweichen kann.

[0031] Es hat sich gezeigt, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine derart beständige stoffschlüssige Verbindung zwischen einem massiven Aluminiumleiter oder einem Litzenleiter, vorzugsweise aus Aluminium, und einem Anschlusssteil mit geschlossener Stirnfläche aus einem Kupferwerkstoff erzeugt wird, die die Zugfestigkeit des Leiters erreicht, z.B. bei Aluminiumleitern.

[0032] Für die in den Figuren 3 und 4 gezeigten Schlibfe wurden die Kabel mit dem erfindungsgemäßen Verfahren durch Pressen des Anschlusssteils in die Aluminiumlitzen hergestellt. Der Schlibf wurde mit einer wassergekühlten Diamanttrennscheibe parallel zur Längsachse des Leiters angefertigt. Die Schlibfe wurden für die mikroskopischen Aufnahmen wahlweise in 3% NaOH, 60°C (für Aluminium) oder 10% Al-sulfat (für Kupfer) geätzt.

[0033] Figur 3 zeigt ein Schlibfbild des Verbindungsbereichs des aus Aluminiumlitzen (A199,7) bestehenden Leiters (im unteren Bildabschnitt) und des aus massivem Kupferwerkstoff E-Cu57 F30 bestehenden Abschnitts des Anschlusssteils (oberer Bildabschnitt). Es wird deutlich, dass das Anschlusssteil in einer Grenzfläche stoffschlüssig mit den Aluminiumlitzen verbunden ist, wobei die Grenzfläche durch die Rauheit bzw. Oberflächengeometrie des Anschlusssteils aus dem Kupferwerkstoff bestimmt wird. Die Aluminiumlitzen sind im Randbereich nach außen gedrückt, was derzeit auf das Herauspressen des Aluminiums aus dem Werkzeug mittels des Anschlusssteils zurückgeführt wird. Die Aluminiumlitzen sind parallel zueinander angeordnet und ragen im Wesentli-

chen bis an die Grenzfläche.

[0034] Figur 4 zeigt den Verbindungsbereich des Abschnitts eines Anschlusssteils, der aus Kupferlitzen (E-Cu58) mit einer umfänglich aufgedrückten Hülse besteht, mit einem Leiter aus massivem Aluminium (A199,7). Der in der oberen Bildhälfte gezeigte Aluminiumleiter grenzt in einer Grenzfläche an die Kupferlitzen des Anschlusssteils, die in der unteren Bildhälfte gezeigt sind, wobei die Grenzfläche von den Kupferlitzen bestimmt wird. Die Kupferlitzen sind angrenzend an ihre gemeinsame Stirnfläche umgeknickt und zeigen zwischen die Kupferlitzen eingedrungenes Aluminium.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kabels, das zumindest einen Leiter (10) und ein axial am Leiter (10) fixiertes Anschlusssteil (20) aus Kupferwerkstoff aufweist, mit dem Schritt des Pressens des Anschlusssteils (20) gegen den Leiter (10), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (10) formschlüssig und/oder kraftschlüssig in einer Aufnahmeausnehmung eines ersten Werkzeugs (1) gehalten wird und das Anschlusssteil (20) im Wesentlichen ausschließlich entlang der Achse des Leiters (10) gegen den Leiter (10) bewegt wird.
 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlusssteil (20) in die Aufnahmeausnehmung des ersten Werkzeugs (1) geführt und gegen den Leiter (10) gepresst wird, wobei das Anschlusssteil (20) eine geringere Querschnittsfläche aufweist als die lichte Querschnittsfläche der Aufnahmeausnehmung des ersten Werkzeugs (1).
 3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (10) massiv ist und aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht oder aus Litzen aus Aluminium, einer Aluminiumlegierung und/oder aus Kupferwerkstoff besteht.
 4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlusssteil (20) abschnittsweise in einem zweiten Werkzeug (2) kraftschlüssig und/oder formschlüssig gehalten wird und mit einem Abschnitt über das zweite Werkzeug (2) hervorsteht, der zumindest anteilig in die Aufnahmeausnehmung eines ersten Werkzeugs (1) bewegt wird, bis die Stirnfläche des Anschlusssteils (10) bis in den ersten Abschnitt (3) des ersten Werkzeugs (1) gepresst wird, in welchem der Leiter (10) gehalten ist.
 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stirnfläche des Anschlusssteils (20) zu 10% bis 90% der axialen Erstreckung des
- ersten Abschnitts (3) gegen den Leiter (10) bewegt wird.
 6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (10) und/oder das Anschlusssteil (20) während des Pressens des Anschlusssteils (20) gegen den Leiter (10) bei Kontakt des Leiters (10) mit dem Anschlusssteil (20) von Strom durchflossen werden und bis auf maximal die Erweichungstemperatur des Leiters (10) erwärmt wird.
 7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (10) aus einer Vielzahl von Litzen besteht und in einem ersten Abschnitt (3) des ersten Werkzeugs (1) unmittelbar vom ersten Werkzeug (1) umfasst wird, der unmittelbar oder mit einem Abstand an die Querschnittsöffnung (4) des ersten Werkzeugs (1) angrenzt.
 8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlusssteil (20) eine ebene oder konvexe Stirnfläche aufweist, die in einem Winkel von 10° bis 90° gegen die Längsachse des gegen die Leiter (10) gepressten Abschnitts des Anschlusssteils (20) geneigt ist.
 9. Elektrisches Kabel mit einem Leiter (10) und einem axial an den Leiter (10) gebundenen Anschlusssteil (20) aus Kupferwerkstoff, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (10) in seinem an das Anschlusssteil (20) angrenzenden Abschnitt aus einer Vielzahl von Litzen besteht und das Anschlusssteil (20) und die Leiter (10) in einer Grenzschicht stoffschlüssig aneinander gefügt sind.
 10. Elektrisches Kabel nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (10) in seinem an das Anschlusssteil (20) angrenzenden Abschnitt keine die Litzen des Leiters (10) umfassende Hülse aufweist.
 11. Elektrisches Kabel nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (10) aus Kupfer, einer Kupferlegierung und/oder Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.
 12. Elektrisches Kabel nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlusssteil (20) eine ebene Stirnfläche aufweist, die in einem Winkel von 10° bis 90° gegen die Längsachse des gegen die Leiter (10) gepressten Abschnitts des Anschlusssteils (20) geneigt ist.
 13. Elektrisches Kabel nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlusssteil (20) eine konvexe Stirnfläche aufweist,

die rotationssymmetrisch zur Längsachse des gegen die Leiter (10) gepressten Abschnitts des Anschlussteils (20) angeordnet ist.

14. Elektrisches Kabel nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlussteil (20) in einem an die Leiter (10) angrenzenden Abschnitt von Aluminium umfasst ist. 5
15. Elektrisches Kabel nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlussteil (20) in seinem mit dem Leiter (10) verbundenen Abschnitt aus von einer Hülse umfassten Litzen aus Kupfer oder Kupferwerkstoff besteht. 10

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kabels, das zumindest einen Leiter (10) und ein axial am Leiter (10) fixiertes Anschlussteil (20) aus Kupferwerkstoff aufweist, mit dem Schritt des Pressens des Anschlussteils (20) gegen den Leiter (10), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (10) aus einer Vielzahl von Litzen besteht und formschlüssig und/oder kraftschlüssig in einer Aufnahmeausnehmung in einem ersten Abschnitt (3) eines ersten Werkzeugs (1) unmittelbar vom ersten Werkzeug (1) umfasst wird, der unmittelbar oder mit einem Abstand an die Querschnittsöffnung (4) des ersten Werkzeugs (1) angrenzt und das Anschlussteil (20) im Wesentlichen ausschliesslich entlang der Achse des Leiters (10) gegen den Leiter (10) bewegt wird, wobei der Leiter (10) und das Anschlussteil (20) während des Pressens des Anschlussteils (20) gegen den Leiter (10) bei Kontakt des Leiters (10) mit dem Anschlussteil (20) von Strom durchflossen werden und bis auf maximal die Erweichungstemperatur des Leiters (10) erwärmt werden. 20 25 30 35 40

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlussteil (20) in die Aufnahmeausnehmung des ersten Werkzeugs (1) geführt und gegen den Leiter (10) gepresst wird, wobei das Anschlussteil (20) eine geringere Querschnittsfläche aufweist als die lichte Querschnittsfläche der Aufnahmeausnehmung des ersten Werkzeugs (1). 45

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (10) massiv ist und aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht oder aus Litzen aus Aluminium, einer Aluminiumlegierung und/oder aus Kupferwerkstoff besteht. 50 55

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das An-

schlusssteil (20) abschnittsweise in einem zweiten Werkzeug (2) kraftschlüssig und/oder formschlüssig gehalten wird und mit einem Abschnitt über das zweite Werkzeug (2) hervorsteht, der zumindest anteilig in die Aufnahmeausnehmung eines ersten Werkzeugs (1) bewegt wird, bis die Stirnfläche des Anschlussteils (10) bis in den ersten Abschnitt (3) des ersten Werkzeugs (1) gepresst wird, in welchem der Leiter (10) gehalten ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stirnfläche des Anschlussteils (20) zu 10% bis 90% der axialen Erstreckung des ersten Abschnitts (3) gegen den Leiter (10) bewegt wird. 15

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlussteil (20) eine ebene oder konvexe Stirnfläche aufweist, die in einem Winkel von 10° bis 90° gegen die Längsachse des gegen die Leiter (10) gepressten Abschnitts des Anschlussteils (20) geneigt ist.

7. Elektrisches Kabel mit einem Leiter (10) und einem axial an den Leiter (10) gebundenen Anschlussteil (20) aus Kupferwerkstoff, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (10) in seinem an das Anschlussteil (20) angrenzenden Abschnitt aus einer Vielzahl von Litzen besteht und das Anschlussteil (20) und die Leiter (10) in einer Grenzschicht stoffschlüssig aneinander gefügt sind, wobei der Leiter (10) in seinem an das Anschlussteil (20) angrenzenden Abschnitt keine die Litzen des Leiters (10) umfassende Hülse aufweist.

8. Elektrisches Kabel nach Anspruche 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (10) aus Kupfer, einer Kupferlegierung und/oder Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.

9. Elektrisches Kabel nach einem der Ansprüche 7 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlussteil (20) eine ebene Stirnfläche aufweist, die in einem Winkel von 10° bis 90° gegen die Längsachse des gegen die Leiter (10) gepressten Abschnitts des Anschlussteils (20) geneigt ist.

10. Elektrisches Kabel nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlussteil (20) eine konvexe Stirnfläche aufweist, die rotationssymmetrisch zur Längsachse des gegen die Leiter (10) gepressten Abschnitts des Anschlussteils (20) angeordnet ist.

11. Elektrisches Kabel nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlussteil (20) in einem an die Leiter (10) angrenzenden Abschnitt von Aluminium umfasst ist.

12. Elektrisches Kabel nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlussstück (20) in seinem mit dem Leiter (10) verbundenen Abschnitt aus von einer Hülse umfassten Litzen aus Kupfer oder Kupferwerkstoff besteht.

5

10

15

20

25

30

35

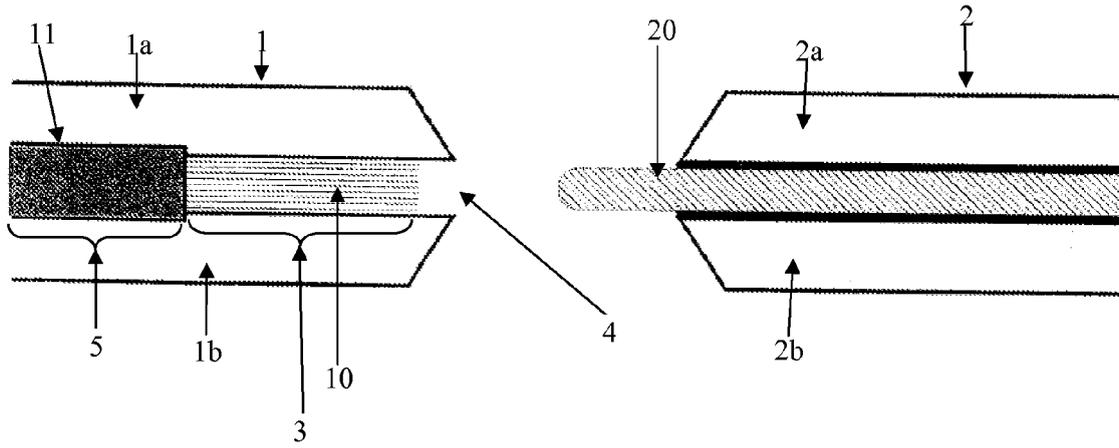
40

45

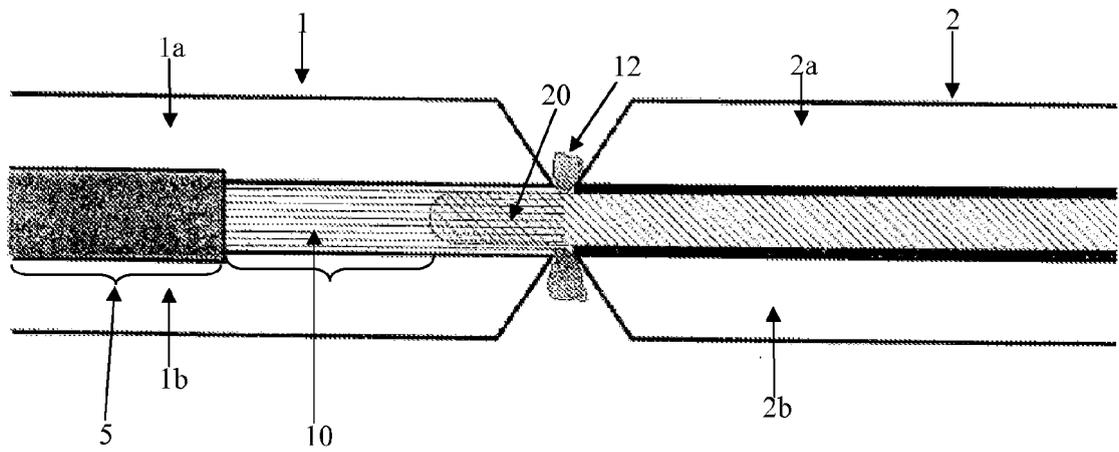
50

55

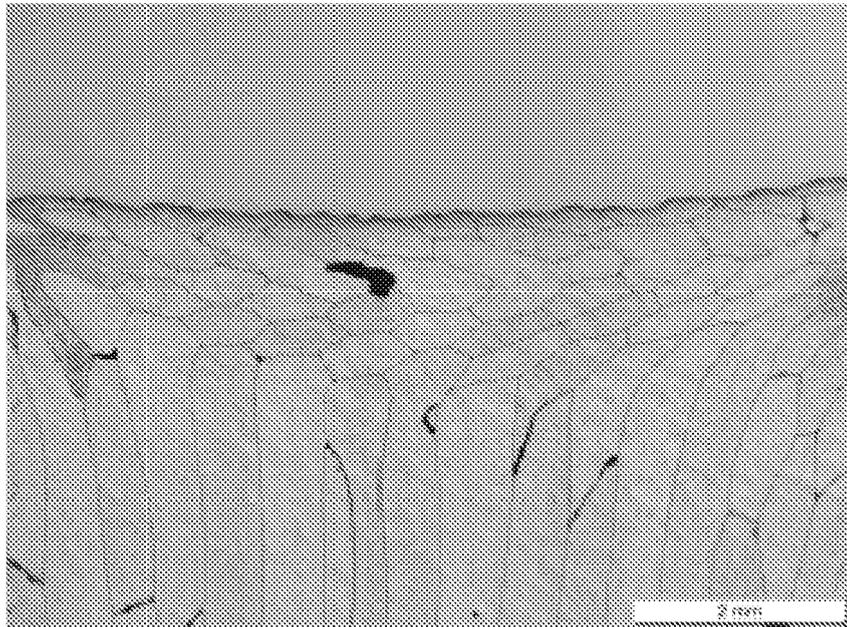
Figur 1



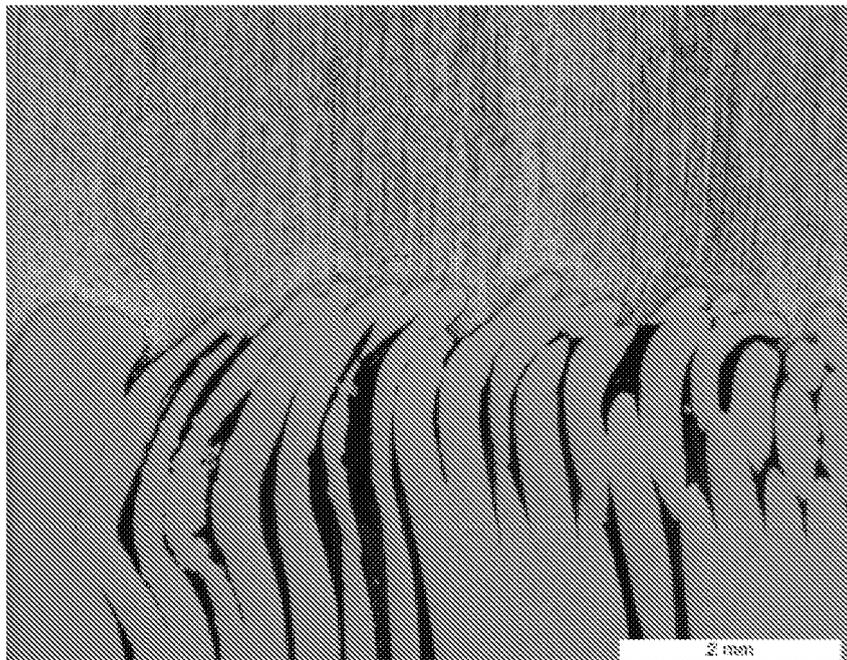
Figur 2



Figur 3



Figur 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 30 5380

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 098 449 A (NOESEN STANLEY J) 4. Juli 1978 (1978-07-04) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 31 - Zeile 62 * * Abbildungen 1-5 *	1-5,7-15	INV. H01R4/62 H01R43/00 B23K20/22
X	US 2003/031889 A1 (SHINDO TAKAHIKO [JP] ET AL) 13. Februar 2003 (2003-02-13) * das ganze Dokument *	9-15	
A		1-8	
X	US 3 949 466 A (O'BRIEN JOHN L ET AL) 13. April 1976 (1976-04-13) * das ganze Dokument *	1-5,7-15	
X	DE 620 829 C (CARL CREMER) 28. Oktober 1935 (1935-10-28) * das ganze Dokument *	9-12,14,15	
A		1-8	
X	DE 10 31 448 B (SIEMENS AG) 4. Juni 1958 (1958-06-04) * das ganze Dokument *	9-15	
A		1-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01R B23K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. August 2010	Prüfer Chelbosu, Liviu
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		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 & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

- Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:
- Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

- Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.
- Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
- Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:
- Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:
- Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 10 30 5380

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-8

Verfahren zur Kontaktierung von Aluminiumleitern mit einem Anschlussteil aus Kupferwerkstoff mit dem Schritt des Pressens des Anschlussteils gegen den Leiter mit einer Bewegung die ausschliesslich entlang der Achse des Leiters findet.

2. Ansprüche: 9-15

Stoffschlüssige Verbindung zwischen einem Leiter der aus einer Vielzahl von Litzen besteht und einem axial an den Leiter gefügten Anschlussteil.

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

EP 10 30 5380

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

24-08-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4098449 A	04-07-1978	JP 53122791 A	26-10-1978
US 2003031889 A1	13-02-2003	KEINE	
US 3949466 A	13-04-1976	BR 7503338 A	27-04-1976
DE 620829 C	28-10-1935	KEINE	
DE 1031448 B	04-06-1958	GB 847155 A	07-09-1960

EPO FORM P 0461

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 19908031 B4 [0003]
- US 2806215 A [0004]