

(19)



(11)

EP 3 025 356 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.01.2017 Patentblatt 2017/02

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

(21) Anmeldenummer: **14811779.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/073973

(22) Anmeldetag: **06.11.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/067717 (14.05.2015 Gazette 2015/19)

(54) **LITZENLEITER UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON LITZENLEITERN**

STRANDED CONDUCTORS AND METHOD FOR PRODUCING STRANDED CONDUCTORS

CONDUCTEUR MULTIBRINS ET PROCÉDÉ DE FABRICATION DE CONDUCTEURS MULTIBRINS

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

(30) Priorität: **06.11.2013 DE 102013222529**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.06.2016 Patentblatt 2016/22

(73) Patentinhaber: **LEONI Kabel Holding GmbH 90402 Nürnberg (DE)**

(72) Erfinder:
• **SCHILL, Markus 80689 München (DE)**
• **STADLER, Wolfgang 91161 Hilpoltstein (DE)**
• **SAHINER, Yücel 90425 Nürnberg (DE)**

(74) Vertreter: **FDST Patentanwälte Nordostpark 16 90411 Nürnberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-T5-112010 004 176

EP 3 025 356 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Litzenleiter umfassend eine Anzahl von Einzeldrähten, wobei mehrere gleichartig ausgestaltete Einzeldrähte als Außendrähte um einen zentralen Innendraht angeordnet sind und wobei die Einzeldrähte einen Verbund ausbilden, der von einer Isolierung umhüllt ist. Desweiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung entsprechender Litzenleiter.

[0002] Werden mehrere Einzeldrähte mit rundem Querschnitt zur Ausbildung eines Litzenleiters als Außendrähte um einen zentralen Innendraht mit ebenfalls rundem Querschnitt angeordnet, so bilden sich im Querschnitt betrachtet umfangsseitig zwischen den Außendrähten und einer kreisförmigen Umfangslinie zwickelförmige Freiräume, nachfolgend als Zwickel bezeichnet, aus. Wird nun ein solcher Einzeldraht-Verbund mit einer isolierenden Kunststoffummantelung beispielsweise durch einen Extrusionsvorgang versehen, so werden dabei auch die Zwickel mit dem Werkstoff der Kunststoffummantelung aufgefüllt. Infolgedessen hängt das Gewicht der Kunststoffummantelung eines derartigen Litzenleiters von der Anzahl und der Größe jener umfangsseitigen Zwickel ab.

[0003] In einigen Anwendungsbereichen, wie beispielsweise im Automobilbereich, ist ein möglichst geringes Gewicht bei den eingesetzten Litzenleitern erwünscht oder gefordert, weswegen in diesen Fällen ein Querschnitt für die Litzenleiter angestrebt ist, der einer Kreisform möglichst nahe kommt und dementsprechend möglichst wenige sowie möglichst kleine Zwickel aufweist. Zur Herstellung eines solchen Litzenleiters ist es bekannt, zunächst mehrere Einzeldrähte mit rundem Querschnitt um einen zentralen Einzeldraht mit ebenfalls rundem Querschnitt anzuordnen und diese Anordnung nachfolgend zu verpressen. Im Rahmen dieser Kompaktierung werden die Einzeldrähte verformt und der Querschnitt dieses Einzeldraht-Verbundes wird bei entsprechend gleichmäßiger Druckausübung über den Umfang hinweg an eine Kreisform angenähert. Ein derartiger verpresster Litzenleiter ist beispielsweise aus der DE 11 2010 004 176 T5 oder auch der GB 1 336 200 B zu entnehmen.

[0004] Infolge dieser mechanischen Druck-Behandlung des Einzeldraht-Verbundes ändern sich die mechanischen Eigenschaften der Einzeldrähte, so dass eine Nachbehandlung, beispielsweise ein Glühen als zusätzlicher Prozessschritt erforderlich ist. Zudem wird durch das Kompaktieren die sogenannte Biegewechselbeständigkeit verringert.

[0005] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen kompakten Litzenleiter mit guter Biegewechselbeständigkeit sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Litzenleiters anzugeben.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Litzenleiter mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen

des Anspruchs 14. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den rückbezogenen Ansprüchen enthalten. Die im Hinblick auf den Litzenleiter angeführten Vorteile und bevorzugten Ausgestaltungen sind sinngemäß auch auf das Verfahren übertragbar und umgekehrt.

[0007] Ein entsprechender Litzenleiter umfasst dabei eine Anzahl von Einzeldrähten, wobei mehrere gleichartig ausgestaltete Einzeldrähte als Außendrähte um einen zentralen Innendraht angeordnet sind und wobei die Einzeldrähte einen Einzeldraht-Verbund oder kurz einen Verbund ausbilden, der von einer Isolierung umhüllt ist. Als Außendrähte werden dabei Außendrähte mit einem unrunder Querschnitt verwendet, wobei die Ausdehnung der Außendrähte vom Innendraht ausgehend radial nach außen im Querschnitt betrachtet zunimmt. Das heißt, dass die Einzeldrähte, die als Außendrähte für einen entsprechenden Litzenleiter bestimmt sind, mit einem unrunder Querschnitt vorgefertigt werden und als solche insbesondere um einen zentralen Innendraht oder um eine innere Lage von Einzeldrähten zur Ausbildung des Litzenleiters angeordnet und somit mit einem bereits unrunder Querschnitt verseilt werden.

[0008] Der Einzeldraht-Verbund und damit auch die Außendrähte des Litzenleiters sind im fertiggestellten Litzenleiter unverpresst, werden also nicht erst nachträglich durch ein Verpressen oder durch eine Kompaktierung des Einzeldraht-Verbundes aus ursprünglich runden Einzeldrähten in die unrunde Geometrie verformt. Der unrunde Querschnitt der Außendrähte ist dabei so gewählt, dass der gegebene Raum oder Platz möglichst vollständig ausgenutzt wird und dass der Querschnitt des Einzeldraht-Verbundes zumindest im Umfangsbereich möglichst kreisrund ist. Hierdurch sind die umfangsseitig verbleibenden Zwickel zumindest deutlich reduziert im Vergleich zu runden Einzeldrähten.

[0009] Da der Einzeldraht-Verbund nicht verpresst und somit keiner nachträglichen Kompaktierung und daher keiner Kaltverformung unterzogen wird, kann und wird bei der Herstellung des Litzenleiters auf einen im Falle einer Kompaktierung üblichen Glühprozess für den Einzeldraht-Verbund verzichtet, sodass die Fertigung entsprechender Litzenleiter weniger aufwendig ist. Zudem weist ein solcher unverpresster Verbund aus Einzeldrähten eine hohe Wechselbiegebeständigkeit auf, was für eine Vielzahl von Anwendungen von Vorteil ist. Unter einer hohen Wechselbiegebeständigkeit oder Biegewechselbeständigkeit wird dabei verstanden, dass der Litzenleiter relativ vielen Biegewechselprozessen standhält, also geringe Ermüdungserscheinungen bei einer Biegewechselbeanspruchung zeigt. Für eine weitergehende Begriffserläuterung sei an dieser Stelle auf die ASTM B470 und die Veröffentlichung "Schymura M.A., Fischer A.: Beitrag zur Untersuchung der Ermüdungseigenschaften dünner Drähte aus Kupferbasiswerkstoffen unter Biegewechselbeanspruchung nach ASTM B470 - 02. Metall, 66, 11 (2012), S.514-517, ISSN 0026-0746" verwiesen.

[0010] Diese hohe Wechselbiegebeständigkeit wird im

Vergleich zu kompaktierten Litzenleiter gerade durch den Verzicht auf den Kompaktierschritt und der gleichzeitigen Verwendung von im Ausgangszustand vor dem Verlitzen unrunten Einzeldrähten erreicht. Die Einzeldrähte liegen nämlich - im Vergleich zu kompaktierten Litzenleiter - vergleichsweise lose aneinander an, so dass sie reibungsarm relativ zueinander beweglich sind. Im Unterschied hierzu sind die Einzeldrähte beim kompaktierten Litzenleiter durch die Kompaktierung derart verformt, dass sie flächig aneinander gepresst und dadurch quasi miteinander an ihren Oberflächen verzahnt sind. Gleichzeitig wird der Vorteil von kompaktierten Litzenleitern beibehalten, nämlich einen möglichst runden Außenquerschnitt der Litze zu erhalten, so dass nur eine geringe und möglichst homogene Wandstärke der (Ader)-Isolation ermöglicht ist.

[0011] Ein derartiger Litzenleiter wird insbesondere als superdünne Leitung, insbesondere Fahrzeugleitung eingesetzt.

[0012] Die Anzahl an Einzeldrähten, die als Außendrähte um einen zentralen Innendraht angeordnet werden, ist hierbei vorteilhafterweise an den jeweiligen Anwendungszweck angepasst. Bei einem zweilagigen Litzenleiter mit einem zentralen Innendraht und einer Außenlage aus Außendrähten besteht dieser bevorzugt aus dem einen Innendraht und sechs Außendrähten. Bei Litzenleitern mit mehreren Außenlagen ist zumindest die äußerste Lage aus den Außendrähten mit dem unrunten Querschnitt gebildet. Die Außendrähte umgeben in diesem Fall den Innendraht mittelbar unter Zwischenanordnung von ein oder mehreren Zwischenlagen an Einzeldrähten, die rund oder vorzugsweise ebenso wie die äußeren Außendrähte unrund ausgebildet sind.

[0013] Wie bereits erwähnt weisen die vorgeformten Einzeldrähte Querschnittsformen derart auf, dass der Querschnitt des Einzeldraht-Verbundes möglichst rund ist und somit einem Kreis möglichst nahe kommt. Im einfachsten Fall wird dabei für die Außendrähte eine an eine dreieckige Querschnittsform zumindest angenäherte Querschnittsform gewählt, wobei die Form eines gleichseitigen Dreiecks bevorzugt ist. Im Einzeldraht-Verbund sind die Außendrähte dann derart angeordnet, dass im Querschnitt betrachtet eine Ecke eines jeden Außendrahtes radial nach innen in Richtung zum Innendraht zeigt und dabei quasi punktförmig am Innendraht bzw. am Einzeldraht der Zwischenlage anliegt. Zwischen den Außendrähten und dem Innendraht ist somit im Wesentlichen eine Punktauflage realisiert, aufgrund derer eine hohe Flexibilität und eine hohe Wechselbiegebeständigkeit des Einzeldraht-Verbundes und letztenendes auch des Litzenleiters gegeben ist. Im Unterschied hierzu sind bei kompaktierten Litzenleitern im Querschnitt betrachtet linienförmige Kontaktzonen gebildet. Insbesondere sind die Einzeldrähte in etwa nach Art eines Trapezes ausgebildet, wobei insbesondere die zum Innendraht orientierte Trapezfläche konkav gewölbt ist und sich an die Rundung des Innenleiters anschmiegt.

[0014] Zweckdienlicherweise wird des Weiteren für die

Außendrähte eine dreieckige Querschnittsform gewählt, bei der die Ecken abgerundet sind. Eine derartige Querschnittsform lässt sich unter anderem leichter realisieren.

[0015] In vorteilhafter Weiterbildung sind die Seiten des dreieckigen Querschnitts nach außen gewölbt und somit bogenförmig gestaltet. Auf diese Weise berühren sich die Außendrähte untereinander quasi punktuell, was wiederum eine hohe Flexibilität und eine hohe Wechselbiegebeständigkeit des Einzeldraht-Verbundes nach sich zieht.

[0016] Bevorzugt wird desweiteren eine Ausführung des Litzenleiters, bei der die Außendrähte eine Querschnittsform nach Art eines Reuleaux-Dreiecks mit abgerundeten Ecken aufweisen. Eine derart gestaltete Querschnittsform zeichnet sich durch konvex nach außen gewölbte Seitenflächen sowie abgerundete Ecken aus. Sowohl an den Seitenflächen als auch an den Ecken liegen die Einzeldrähte daher (im Querschnitt betrachtet) an benachbarten Litzenleiter nur punktförmig an. Diese Ausgestaltung ist im Hinblick auf die gewünschte hohe Biegegeschwelligkeit besonders vorteilhaft.

[0017] Für den Innendraht hingegen wird ein runder Querschnitt bevorzugt.

[0018] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Litzenleiters liegen die Außendrähte im Wesentlichen punktuell am Innendraht an und sind zudem derart geformt und angeordnet, dass zwischen benachbarten Außendrähten ebenfalls in guter Näherung eine Punktauflage gegeben ist. Infolgedessen bilden die Außendrähte zusammen eine den Innendraht umhüllende und einschließende Außenlage aus, welche im Querschnitt gesehen einen im Wesentlichen kreisförmigen Umfang zeigt. Diese Außenlage wird dann bevorzugt mit einer isolierenden Ummantelung oder Isolierung beispielsweise aus Kunststoff überzogen, wobei die Wandstärke der Isolierung aufgrund des nahezu kreisförmigen Umfangs der Außenlage in Umfangsrichtung gesehen nahezu gleichbleibend ist.

[0019] Es lässt sich somit eine sehr dünne Wandstärke realisieren, sodass ein entsprechend gestalteter Litzenleiter ein verhältnismäßig geringes Gewicht und einen verhältnismäßig geringen Bauraumbedarf aufweist. Entsprechende Litzenleiter sind dabei insbesondere für den Kraftfahrzeugbereich vorgesehen und dementsprechend bevorzugt für diesen Anwendungszweck ausgelegt. Bei den Litzenleitern handelt es sich insbesondere um superdünne Fahrzeugleitungen, beispielsweise sogenannte FLRY Leitungen (Nomenklatur gemäß ISO 6722).

[0020] Typisch und daher bevorzugt sind dabei Litzenleiter, die aus dem zentralen Innendraht, mehreren, insbesondere 6 Außendrähten (1+6-Verbund) und der Isolierung bestehen. Die Außendrähte sind also in einer einzigen Außenlage um den zentralen Innendraht angeordnet und diese Außenlage ist mit der dünnwandigen Isolierung überzogen ist.

[0021] Der Verbund aus Einzeldrähten weist hierbei vorteilhafterweise eine Querschnittsfläche kleiner 2,5

mm² und insbesondere kleiner 1,5 mm² auf. Besonders verbreitet sind vor allem mit Querschnittsflächen von 0,35 mm², 0,75 mm² und 1 mm², die auch vorliegend vorzugsweise verwendet sind.

[0022] Der Litzenleiter weist zweckdienlicherweise eine Schlaglänge auf, die bevorzugt 10 mm bis 30 mm beträgt. Unter Schlaglänge wird die axiale Länge des Litzenleiters verstanden, die für eine 360°-Wicklung eines jeweiligen Einzeldrahtes benötigt wird. Im Unterschied zu herkömmlichen Litzen mit runden Einzeldrähten ist die Schlaglänge deutlich geringer, insbesondere etwa um den Faktor 2. Insbesondere ist die Schlaglänge auch zumindest weitgehend unabhängig von dem jeweiligen Durchmesser des Verbundes aus Einzeldrähten. Litzenleiter unterschiedlicher Durchmesser weisen daher gleiche oder zumindest vergleichbare Schlaglängen auf, die in dem angegebenen Bereich liegen. Bei herkömmlichen Verbünden variiert die Schlaglänge mit den Durchmessern. Untersuchungen haben ergeben, dass diese verkürzte Schlaglänge von besonderem Vorteil ist und ein unerwünschtes Verdrehen der unrunder Einzeldrähte um ihre Mittenachse aus der gewünschten Drehorientierung vermieden ist. Dadurch ist die definierte, gewünschte Ausrichtung der Einzeldrähte im Verbund sichergestellt.

[0023] Auf der Basis der hier vorgestellten Grundidee, also der Verwendung von vorgeformten Einzeldrähten mit unrunder Querschnitt, lassen sich darüber hinaus auch Litzenleiter realisieren, die mehrere Lagen an Außendrähten aufweisen, wobei die einzelnen Lagen konzentrisch zum Innendraht angeordnet sind. Auch bei diesen Litzenleitern lässt sich durch dieses Konzept eine bessere Raumaussnutzung erreichen.

[0024] Unabhängig von der Anzahl der Lagen aus Außendrähten erfolgt im Rahmen der Herstellung entsprechender Litzenleiter zunächst eine Vorfertigung der Einzeldrähte mit unrunder Querschnitt, insbesondere durch einen üblicherweise mehrstufigen Ziehprozess. Nachfolgend werden die so in Form gebrachten Einzeldrähte bevorzugt einer Glühprozedur (Weichglühen) unterzogen, um die gewünschten biegeelastischen Eigenschaften der Einzeldrähte zu gewährleisten. In der Folge werden die Einzeldrähte dann verlitzet oder verseilt und schließlich mit der Isolierung versehen, wobei hierfür beispielsweise ein Extruder einer Verlitzmaschine unmittelbar nachgelagert ist. Eine Verpressung der Einzeldrähte oder des Verbundes aus Einzeldrähten sowie eine weitere Glühprozedur nach dem Verlitzten wird nicht vorgenommen.

[0025] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 in einer Querschnittsdarstellung einen Litzenleiter mit einem Innen-draht und mit mehreren Außendrähten,

FIG 2 in einer vergrößerten Querschnittsdarstellung

einen der Außendrähte sowie

FIG 3 in einer Querschnittsdarstellung einen Litzenleiter mit verpressten Einzeldrähten nach dem Stand der Technik.

[0026] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0027] Ein nachfolgend exemplarisch beschriebener und in FIG 1 skizzierter Litzenleiter 2 ist aus sieben Einzeldrähten aufgebaut, wobei sechs Einzeldrähte als Außendrähte 4 um einen zentralen Innendraht 6 angeordnet sind. Der Innendraht 6 weist hierbei einen kreisförmigen Querschnitt auf und die Außendrähte 4 sind nach Art einer Gleichteilung um diesen Innendraht 6 herum positioniert.

[0028] Die Außendrähte 4 sind identisch gestaltet und weisen einen Querschnitt auf, der in guter Näherung die Form eines Reuleaux-Dreiecks mit abgerundeten Ecken zeigt. Diese Querschnittsform ist in FIG 2 vergrößert dargestellt und zu Vergleichszwecken zusammen mit einem gleichseitigen Dreieck mit einer Seitenlänge L abgebildet. Auf diese Weise ist zu erkennen, dass der Querschnitt der Außendrähte 4 ausgehend von einer Dreiecksform abgerundete Ecken aufweist. Zudem sind die Seiten nach außen gewölbt.

[0029] Anders beschrieben ist die Querschnittsform der Außendrähte 4 aus zwei unterschiedlichen Kreissegmentformen aufgebaut, wobei die Ecken der Reuleaux-Dreiecks-Form jeweils durch eine Kreissegmentform mit einem Radius R_E gebildet werden und wobei die Seiten der Reuleaux-Dreiecks-Form jeweils durch eine Kreissegmentform mit einem Radius R_S gebildet werden.

[0030] Bei einem Litzenleiter 2 für ultradünne Fahrzeugleitungen liegt die Seitenlänge L beispielsweise im Bereich von 0,25 mm - 0,6 mm, insbesondere bei etwa 0,4 mm. Der Radius R_S beträgt etwa das 10-fache des Radius R_E und liegt beispielsweise bei 0,6 mm bis 1 mm, insbesondere bei 0,8 mm.

[0031] Der Einzeldraht-Verbund aus Außendrähten 4 und dem Innendraht 6 ist derart gestaltet, dass im Querschnitt betrachtet eine Ecke eines jeden Außendrahtes 4 punktuell am Innendraht 6 anliegt und dass zwischen benachbarten Außendrähten 4 ebenfalls eine Punktaufage, also eine punktuelle Berührung, gegeben ist.

[0032] Die Außendrähte 4 bilden zusammen eine geschlossene Außenlage 8 aus, durch die der Innendraht 6 vollständig eingeschlossen ist. Die Außenlage 8 weist weiter im Querschnitt betrachtet einen in guter Näherung kreisförmigen Umfang auf, wobei jedoch jeweils im Zwischenbereich zwischen zwei Außendrähten 4 umfänglich ein verbleibender Zwickel 10 gebildet ist. Diese Zwickel 10 sind allerdings im Vergleich zu einem Litzenleiter nach dem Stand der Technik, bei dem Außendrähte mit einem kreisförmigen Querschnitt um einen Innendraht mit ebenfalls kreisförmigem Querschnitt angeordnet sind, verhältnismäßig klein.

[0033] Der Litzenleiter 2 weist außerdem eine die Au-

ßenlage umgebende Isolierung 12 auf, die üblicherweise durch eine Extrusion aufgebracht wird. Durch die gewählte Querschnittsform der Außendrähte 4 und die infolgedessen relativ geringe Größe der Zwickel 10 ist die Wandstärke 14 der Isolierung 12 in Umfangsrichtung 16 gesehen in guter Näherung gleichbleibend und kann insbesondere sehr dünn eingestellt werden.

[0034] In Fig. 3 ist für einen gegenüberstellenden Vergleich zudem noch ein Litzenleiter 2' nach dem Stand der Technik gezeigt, bei dem der Einzeldraht-Verbund nach dem Verlitzen der Einzeldrähte 4', 6' verpresst wurde. Hier berühren sich die näherungsweise trapezförmigen Einzeldrähte 4' nicht punktuell sondern großflächig. Die Einzeldrähte 4', 6' scheinen auf den ersten Blick geradezu miteinander verschmolzen zu sein, so dass zwischen den Einzeldrähten 4', 6' keine Grenzen mehr ausgemacht werden können. Dies wirkt sich auch auf die Eigenschaften des Litzenleiters 2' aus, der unter anderem eine geringere Wechselbiegefähigkeit aufweist, als ein Litzenleiter 2, wie er in Fig. 1 abgebildet ist.

[0035] Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr können auch andere Varianten der Erfindung von dem Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Gegenstand der Erfindung zu verlassen. Insbesondere sind ferner alle im Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel beschriebenen Einzelmerkmale auch auf andere Weise miteinander kombinierbar, ohne den Gegenstand der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0036]

2	Litzenleiter
4	Außendraht
6	Innendraht
8	Außenlage
10	Zwickel
12	Isolierung
14	Wandstärke
16	Umfangsrichtung
2'	Litzenleiter nach dem Stand der Technik
4'	Außendraht nach dem Stand der Technik
6'	Innendraht nach dem Stand der Technik
12'	Isolierung nach dem Stand der Technik

Patentansprüche

1. Litzenleiter (2) umfassend eine Anzahl von Einzeldrähten (4,6), wobei mehrere gleichartig ausgestaltete Einzeldrähte (4) als Außendrähte (4) um einen zentralen Innendraht (6) angeordnet sind und wobei die Einzeldrähte (4,6) einen Verbund ausbilden, der von einer Isolierung (12) umhüllt ist, **dadurch gekennzeichnet,**

dadurch gekennzeichnet, dass als Außendrähte (4) Außendrähte (4) mit einem unrunder Querschnitt verwendet sind, sodass die Ausdehnung der Außendrähte (4) vom Innendraht (6) ausgehend radial nach außen im Querschnitt betrachtet zunimmt, und dass der Verbund aus Einzeldrähten (4,6) unverpresst ist.

2. Litzenleiter (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Querschnittsform der Außendrähte (4) dreieckig ist.
3. Litzenleiter (2) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Querschnittsform der Außendrähte (4) abgerundete Ecken aufweist.
4. Litzenleiter (2) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Querschnittsform der Außendrähte (4) nach außen gebogene Seiten aufweist.
5. Litzenleiter (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Querschnittsform der Außendrähte (4) nach Art eines Reuleaux-Dreiecks gestaltet ist, bei dem die Ecken abgerundet sind.
6. Litzenleiter (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Außendrähte (4) den Innendraht (6) jeweils punktuell berühren.
7. Litzenleiter (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,** dass sich jeweils zwei benachbarte Außendrähte (4) punktuell berühren.
8. Litzenleiter (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Innendraht (6) einen runden Querschnitt aufweist.
9. Litzenleiter (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,** dass sechs Außendrähte (4) um einen zentralen Innendraht (6) angeordnet sind.
10. Litzenleiter (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Außendrähte (4) zusammen eine Außenlage (8) ausbilden, die mit der Isolierung (12) überzogen ist, wobei die Wandstärke (14) der Isolierung (12) in Umfangsrichtung (16) gesehen gleichbleibend ist.
11. Litzenleiter (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet,**

dass dieser aus dem zentralen Innendraht (6), mehreren Außendrähten (4) und der Isolierung (12) besteht, wobei die Außendrähte (4) in einer einzigen Außenlage (8) um den zentralen Innendraht (6) angeordnet sind und wobei die Außenlage (8) mit der Isolierung (12) überzogen ist,

12. Litzenleiter (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Verbund aus Einzeldrähten (4,6) eine Querschnittsfläche kleiner 2,5 mm² und insbesondere kleiner 1,5 mm² aufweist.

13. Litzenleiter (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Einzeldrähte (4,6) eine Schlaglänge im Bereich von 10-30 mm aufweisen, wobei die Schlaglänge vorzugsweise unabhängig ist von dem Durchmesser des Verbundes der Einzeldrähte (4,6).

14. Verfahren zur Herstellung eines Litzenleiters (2), insbesondere eines Litzenleiters (2) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem mehrere Einzeldrähte (4) als Außendrähte (4) um einen Einzeldraht (6) als zentralen Innendraht (6) angeordnet werden, so dass die Einzeldrähte (4,6) einen Verbund ausbilden, der dann mit einer Isolierung (12) umhüllt wird, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** als Außendrähte (4) Einzeldrähte (4) mit unrundem Querschnitt verwendet werden, wobei die Ausdehnung der Außendrähte (4) vom Innendraht (6) ausgehend radial nach außen im Querschnitt betrachtet zunimmt, und dass der Verbund aus Einzeldrähten (4,6) unverpresst belassen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zunächst die Einzeldrähte (4,6) mit unrundem Querschnitt durch Ziehen hergestellt werden, dass die Einzeldrähte (4,6) mit unrundem Querschnitt nach dem Ziehen einer Glühprozedur unterzogen werden und dass die Einzeldrähte (4,6) mit unrundem Querschnitt nach der Glühprozedur schließlich verlitzt und mit der Isolierung (12) versehen werden, wobei auf eine Verpressung der Einzeldrähte (4,6) sowie auf eine weitere Glühprozedur nach dem Verlitzen verzichtet wird.

Claims

1. Stranded conductor (2) comprising a number of single wires (4, 6), wherein several similarly formed single wires (4) are arranged as outer wires (4) around a central inner wire (6), and wherein the single wires (4, 6) form a composite that is encased by insulation (12), **characterised in that**

outer wires (4) having a non-circular cross-section are used as outer wires (4) so that the expansion of the outer wires (4) starting from the inner wire (6) increases radially outwards when viewed in cross-section, and that the composite of single wires (4, 6) is not compacted.

2. Stranded conductor (2) according to claim 1, **characterised in that** the cross-sectional shape of the outer wires (4) is triangular.

3. Stranded conductor (2) according to claim 2, **characterised in that** the cross-sectional shape of the outer wires (4) has rounded corners.

4. Stranded conductor (2) according to claim 3, **characterised in that** the cross-sectional shape of the outer wires (4) has sides that are bent outwards.

5. Stranded conductor (2) according to one of the claims 1 to 4, **characterised in that** the cross-sectional shape of the outer wires (4) is shaped according to the form of a Reuleaux triangle in which the corners are rounded.

6. Stranded conductor (2) according to one of the claims 1 to 5, **characterised in that** the outer wires (4) each touch the inner wire (6) at points.

7. Stranded conductor (2) according to one of the claims 1 to 6, **characterised in that** each of the two adjacent outer wires (4) touch each other at points.

8. Stranded conductor (2) according to one of the claims 1 to 7, **characterised in that** the inner wire (6) has a round cross-section.

9. Stranded conductor (2) according to one of the claims 1 to 8, **characterised in that** six outer wires (4) are arranged around a central inner wire (6).

10. Stranded conductor (2) according to one of the claims 1 to 9, **characterised in that** the outer wires (4) together form an outer layer (8) that is covered by the insulation (12), wherein the wall thickness (14) of the insulation (12) is unvarying

when viewed in the circumferential direction (16).

11. Stranded conductor (2) according to one of the claims 1 to 10,

characterised in that

this consists of the central inner wire (6), several outer wires (4) and the insulation (12), wherein the outer wires (4) are arranged in a single outer layer (8) around the central inner wire (6), and wherein the outer layer (8) is covered with the insulation (12).

12. Stranded conductor (2) according to one of the claims 1 to 11,

characterised in that

the composite of single wires (4, 6) has a cross-sectional area smaller than 2.5mm² and in particular smaller than 1.5 mm²

13. Stranded conductor (2) according to one of the claims 1 to 12,

characterised in that

the single wires (4, 6) have a lay length in the range of 10-30mm, wherein the lay length preferably does not depend on the diameter of the composite of single wires (4,6).

14. Method for producing a stranded conductor (2), in particular a stranded conductor (2) according to one of the preceding claims, in which several single wires (4) are arranged as outer wires (4) around a single wire (6) as a central inner wire (6) so that the single wires (4,6) form a composite which is then encased with insulation (12),

characterised in that

single wires (4) having a non-circular cross-section are used as outer wires (4), wherein the expansion of the outer wires (4) starting from the inner wire (6) increases radially outwards when viewed in cross-section, and that the composite of single wires (4, 6) remains not compacted.

15. Method according to claim 14,

characterised in that

firstly the single wires (4, 6) having a non-circular cross-section are produced by drawing, that the single wires (4, 6) having a non-circular cross-section are subjected to an annealing procedure after drawing and that the single wires (4, 6) having a non-circular cross-section are finally stranded after the annealing procedure and provided with the insulation (12), wherein the single wires (4, 6) are not pressed and no additional annealing procedures are undertaken after stranding.

Revendications

1. Conducteur multibrins (2) comprenant un certain

nombre de fils individuels (4, 6), plusieurs fils individuels (4) de même configuration étant agencés en tant que fils extérieurs (4) autour d'un fil intérieur (6) central, et les fils individuels (4, 6) formant un ensemble composite, qui est enveloppé par une isolation (12),

caractérisé

en ce que les fils extérieurs (4) utilisés sont des fils extérieurs (4) présentant une section transversale non circulaire, de manière à ce que l'étendue des fils extérieurs (4), vus en section transversale, augmente radialement vers l'extérieur à partir du fil intérieur (6), et en ce que l'ensemble composite constitué par les fils individuels (4, 6) n'est pas compressé.

2. Conducteur multibrins (2) selon la revendication 1, **caractérisé**

en ce que la forme de section transversale des fils extérieurs (4) est triangulaire.

3. Conducteur multibrins (2) selon la revendication 2, **caractérisé**

en ce que la forme de section transversale des fils extérieurs (4) présente des coins ou sommets arrondis.

4. Conducteur multibrins (2) selon la revendication 3, **caractérisé**

en ce que la forme de section transversale des fils extérieurs (4) présente des côtés cintrés vers l'extérieur.

5. Conducteur multibrins (2) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé**

en ce que la forme de section transversale des fils extérieurs (4) est d'une configuration du type triangle de Reuleaux dont les sommets sont arrondis.

6. Conducteur multibrins (2) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé**

en ce que les fils extérieurs (4) touchent le conducteur intérieur (6) chacun respectivement de manière ponctuelle.

7. Conducteur multibrins (2) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé**

en ce que les fils extérieurs (4) respectivement voisins se touchent respectivement de manière ponctuelle.

8. Conducteur multibrins (2) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé**

en ce que le fil intérieur (6) présente une section

transversale ronde.

9. Conducteur multibrins (2) selon l'une des revendications 1 à 8,
caractérisé
en ce qu'il est formé par l'agencement de six fils extérieurs (4) et d'un fil intérieur (6) central.
10. Conducteur multibrins (2) selon l'une des revendications 1 à 9,
caractérisé
en ce que les fils extérieurs (4) forment ensemble une couche extérieure (8), qui est revêtue par l'isolation (12), l'épaisseur de paroi (14) de l'isolation (12) restant identique, vu dans la direction périphérique (16).
11. Conducteur multibrins (2) selon l'une des revendications 1 à 10,
caractérisé
en ce que celui-ci est constitué par le fil intérieur (6) central, plusieurs fils extérieurs (4) et par l'isolation (12), les fils extérieurs (4) étant agencés selon une seule couche extérieure (8) autour du fil intérieur (6) central, et la couche extérieure (8) étant revêtue par l'isolation (12).
12. Conducteur multibrins (2) selon l'une des revendications 1 à 11,
caractérisé
en ce que l'ensemble composite constitué des fils individuels (4, 6) présente une surface de section transversale inférieure à 2,5 mm² et notamment inférieure à 1,5 mm².
13. Conducteur multibrins (2) selon l'une des revendications 1 à 12,
caractérisé
en ce que les fils individuels (4, 6) présentent un pas de toronnage se situant dans une plage de 10-30 mm, le pas de toronnage étant de préférence indépendant du diamètre du composite constitués par les fils individuels (4, 6).
14. Procédé de fabrication d'un conducteur multibrins (2), notamment d'un conducteur multibrins (2) selon l'une des revendications précédentes, d'après lequel on agence plusieurs fils individuels (4) en guise de fils extérieurs (4) autour d'un fil individuel (6) en guise de fil intérieur (6) central, de manière à ce que les fils individuels (4, 6) forment un ensemble composite, que l'on enveloppe alors avec une isolation (12),
caractérisé
en ce que les fils extérieurs (4) utilisés sont des fils individuels (4) présentant une section transversale non circulaire, l'étendue des fils extérieurs (4), vus en section transversale, augmentant radialement

vers l'extérieur à partir du fil intérieur (6), et en ce qu'on laisse l'ensemble composite constitué par les fils individuels (4, 6), non compressé.

- 5 15. Procédé selon la revendication 14,
caractérisé
en ce que l'on fabrique tout d'abord les fils individuels (4, 6) à section transversale non circulaire, par étirage, en ce que l'on soumet les fils individuels (4, 6) à section transversale non circulaire à un processus de recuit après l'étirage, et en ce que finalement, après le processus de recuit, on réalise le toronnage des fils individuels (4, 6) à section transversale non circulaire et on munit l'ensemble de l'isolation (12), en renonçant à une compression des fils individuels (4, 6) ainsi qu'à un autre processus de recuit après le toronnage.

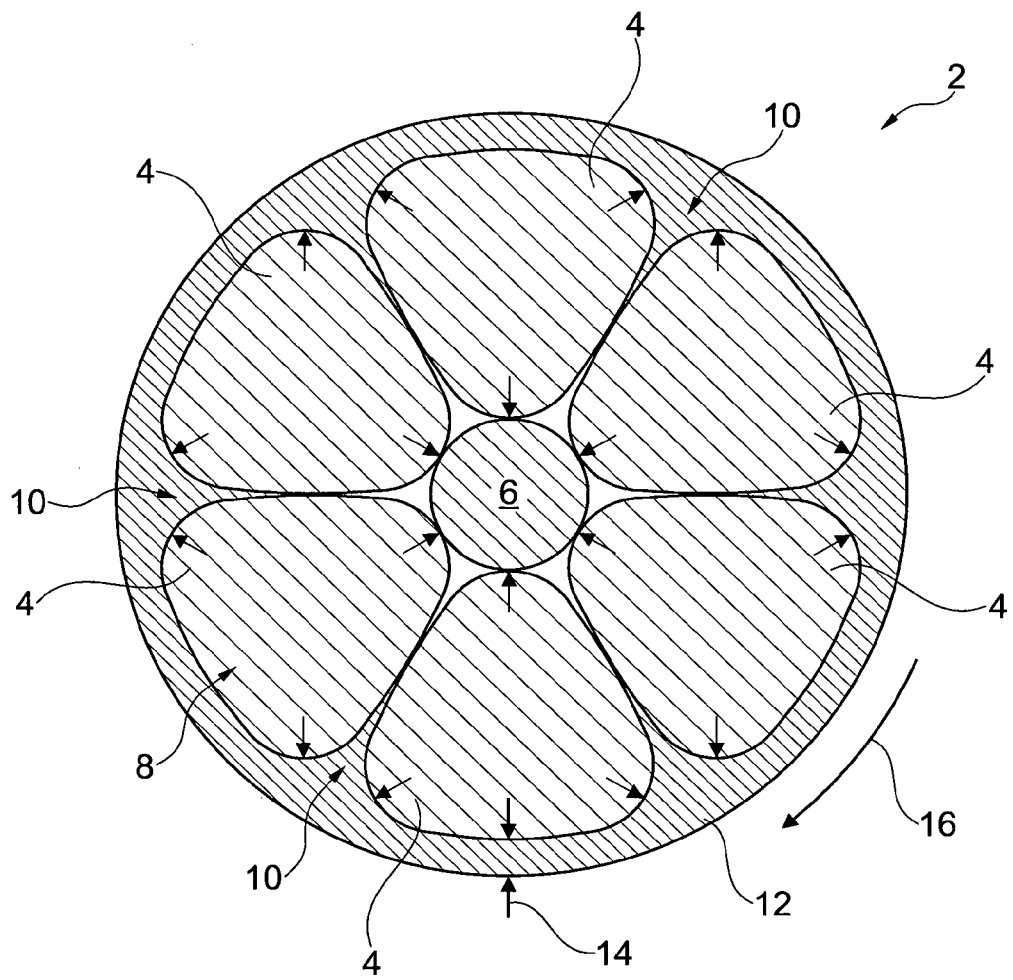


Fig. 1

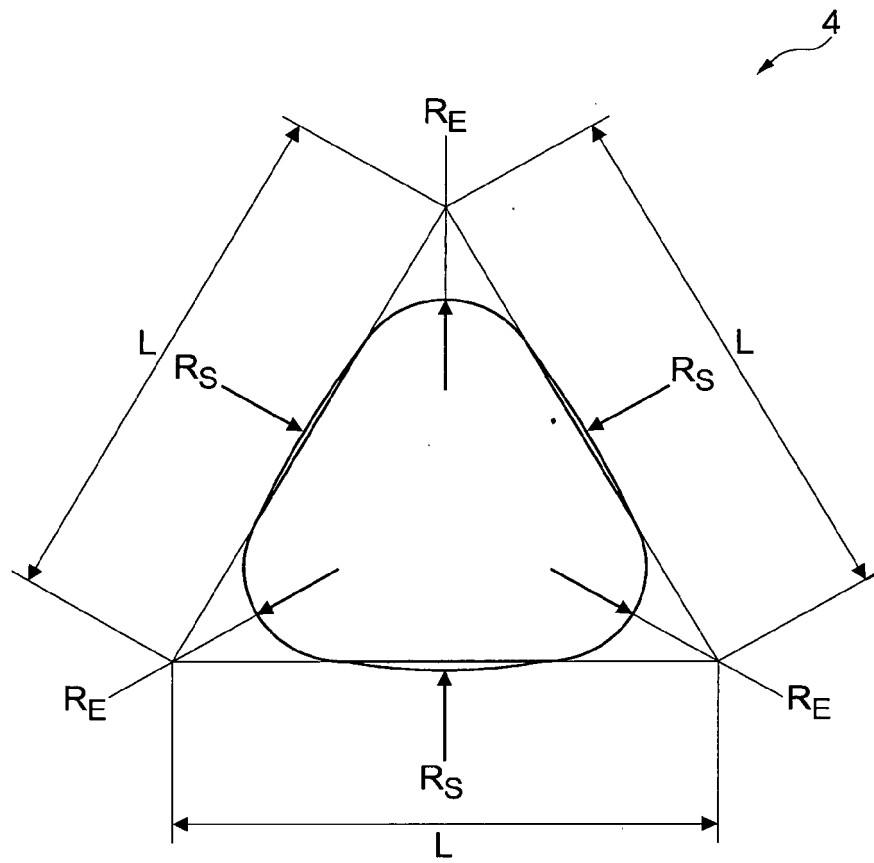
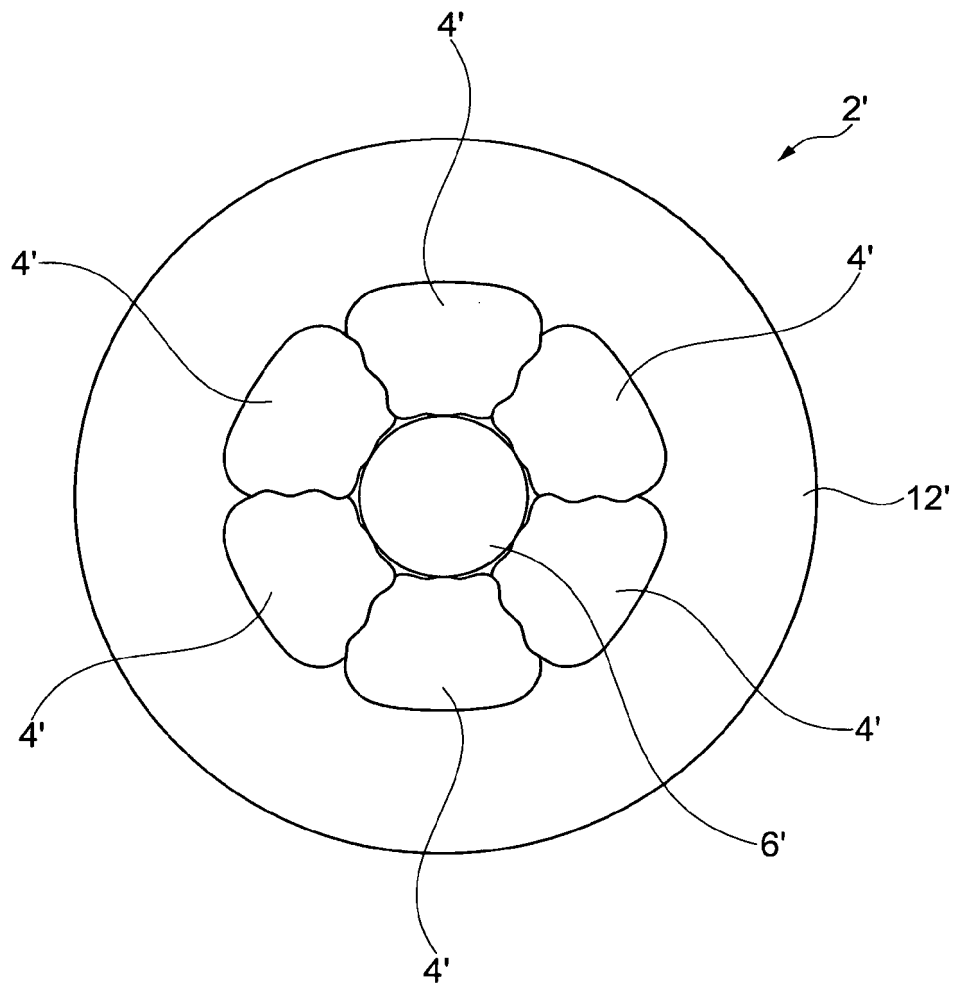


Fig. 2



Stand der Technik
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 Patentedokumente

- DE 112010004176 T5 [0003]
- GB 1336200 B [0003]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **SCHYMURA M.A. ; FISCHER A.** Beitrag zur Untersuchung der Ermüdungseigenschaften dünner Drähte aus Kupferbasiswerkstoffen unter Biegewechselbeanspruchung nach ASTM B470 - 02. *Metall*, 2012, vol. 66 (11), ISSN 0026-0746, 514-517 [0009]