

(19)



(11)

EP 3 285 266 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.02.2018 Patentblatt 2018/08

(51) Int Cl.:
H01B 7/30 (2006.01) **H01B 13/02 (2006.01)**
H01B 9/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17185254.4**

(22) Anmeldetag: **08.08.2017**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:

- **Koependoerfer, Erwin**
91126 Schwabach (DE)
- **Krzyzak, Marta**
90584 Allersberg (DE)
- **Koenig, Guenter**
91126 Schwabach (DE)

(30) Priorität: **16.08.2016 DE 102016215252**

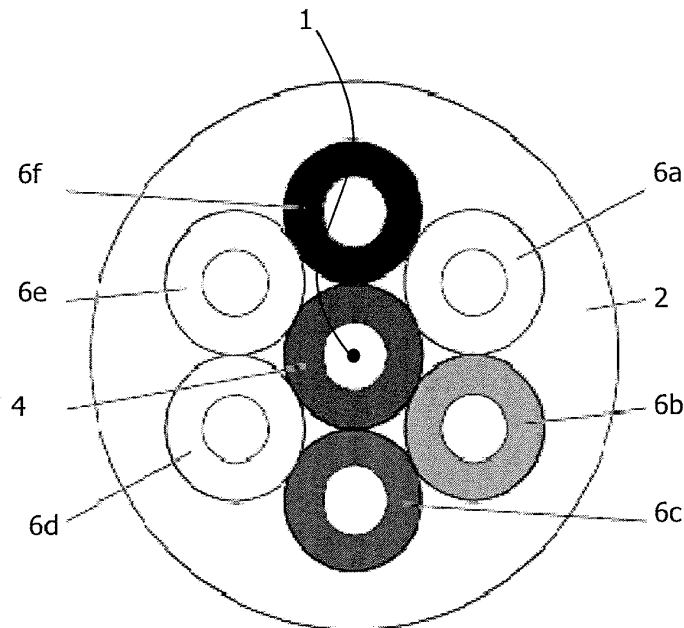
(74) Vertreter: **Frenkel, Matthias Alexander**
Wuesthoff & Wuesthoff
Patentanwälte PartG mbB
Schweigerstrasse 2
81541 München (DE)

(71) Anmelder: **LEONI Kabel GmbH**
90402 Nürnberg (DE)

(54) **KABEL MIT ANGEPASSTER VERSEILUNG**

(57) Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Kabel. Das Kabel (2) umfasst eine Vielzahl von Leitern, wobei die Leiter mehrere Leitergruppen (4; 6a - 6f) bilden, in denen jeweils zwei oder mehr der Vielzahl von Leitern miteinander verseilt sind. Die mehreren Leitergruppen

(4; 6a - 6f) sind um ein gemeinsames Verseilungszentrum (1) gesamtverseilt und die Leiter von zumindest zwei der mehreren Leitergruppen (4; 6a - 6f) sind mit einer unterschiedlichen Schlaglänge miteinander verseilt.



Figur 1

EP 3 285 266 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Kabel mit einer Vielzahl von Leitern, beispielsweise Litzen.

[0002] Als Kabel wird allgemein ein mit Isolierstoffen ummantelter ein- oder mehradriger Verbund von Adern (Einzelleitungen) bezeichnet, welcher der Übertragung von Energie oder Information dient. Als Isolierstoffe kommen üblicherweise unterschiedliche Kunststoffe zur Anwendung, welche die als Leiter genutzten Adern umgeben und gegeneinander isolieren. Elektrische Leiter bestehen meist aus Kupfer, seltener auch aus Aluminium oder geeigneten Metalllegierungen. Dreidimensional betrachtet, folgt das Kabel einer meist zylindrischen oder ähnlichen Geometrie und kann im Gesamtaufbau noch weitere Mantellagen aus isolierendem Material oder metallische Folien, oder Geflechte zum Zweck der elektromagnetischen Abschirmung oder als mechanischer Schutz enthalten.

[0003] Hohe Ströme im Bereich von mehreren Ampere und darüber erfordern einen angemessen großen Leiterquerschnitt. Bei der Übertragung von Wechselsignalen, wie z.B. Wechselstrom, wird bei steigender Frequenz durch innere Magnetfelder der Strom im Leiterquerschnitt zur Leiteroberfläche verdrängt. Dieser Effekt ist als Skineffekt (oder Skin-Effekt) bekannt. Beispielsweise beträgt bei einer Frequenz von 10 MHz die Stromdichte 20 μm unter der Oberfläche nur noch den 1/e-ten Teil (37%) der Stromdichte auf der äußersten Oberfläche. Das bedeutet, nur ein geringer Teil des Gesamtquerschnitts des Kabels trägt den Hauptteil des Stroms.

[0004] Es ist bekannt, Kabel mit Litzen in vielen Bereichen der Elektrotechnik zu verwenden. Eine Litze ist in der Elektrotechnik ein aus dünnen Einzeldrähten bestehender elektrischer Leiter. Litzen sind oftmals leicht zu biegen. In elektrischen Kabeln wird hierfür oftmals Kupfer als Leiter verwendet. Die Einzeldrähte der Litze (z.B. mehrere hundert Einzeldrähte) sind zumeist von einer gemeinsamen Isolierhülle umschlossen. Ein auf diese Weise gebildeter Leiter wird für gewöhnlich als Litzenleitung oder Litzenleiter bezeichnet. Sind mehrere solcher Leitungen in einem Kabel vereint, werden sie oftmals als Adern des Kabels bezeichnet.

[0005] Im Vergleich zum Volldraht haben Hochfrequenzlitzen (auch Hochfrequenz-Litzen), deren einzelne Leiteroberflächen von den anderen Litzendrähten isoliert sind, eine höhere Güte im Hochfrequenzbereich. Dies beruht auf der Vergrößerung des effektiv am Stromfluss beteiligten Querschnitts, der beim Volldraht durch den bereits genannten Skineffekt und zudem durch den sogenannten Proximity-Effekt eingeschränkt ist. Der Proximity-Effekt basiert auf der Stromverdrängung zwischen zwei eng benachbarten Leitern. Bei normalen Litzen, d.h. keinen Hochfrequenzlitzen mit isolierten Einzeldrähten, haben die Leiter Kontakt zueinander und der Skineffekt wirkt wie bei massiven Leitern / Massivleitern. Zudem ist durch die Längsausbreitung des Stromes und der sich darunter wendenden Litze noch ein zusätzlicher

Übergangswiderstand zu finden. Deshalb sind normale Litzen bei Hochfrequenz (HF) eher schlechter als massive Leiter.

[0006] Zur Verringerung des Skineffekts und/oder des Proximity-Effekts wird, wie angesprochen, bei Hochfrequenz-Litzen (normalerweise abgekürzt als HF-Litzen) eine Isolierung zwischen den Einzeldrähten vorgesehen. Oftmals wird für die Isolation Lack verwendet, d.h. die Einzeldrähte einer Litze sind voneinander durch eine Lackschicht isoliert. Diese Isolation ist demnach auch vorgesehen, wenn die Litzen gleiches Potential führen. Durch die Verringerung des Skineffekts und/oder des Proximity-Effekts nimmt ein größerer Teil des Gesamtquerschnitts des Kabels am Stromtransport teil. Dieses Vorgehen ist jedoch aufwändig in der Herstellung und Verarbeitung des Kabels. Zudem entsteht ein komplex aufgebautes Kabel.

[0007] Es besteht das Bedürfnis, ein einfach aufgebautes Kabel mit guten Eigenschaften, wie z.B. gutem Gesamtwirkungsgrad und/oder möglichst geringem Energieverbrauch und/oder möglichst geringer Eigenerwärmung und/oder möglichst guter elektromagnetischer Verträglichkeit, bereitzustellen.

[0008] Hierfür wird ein Kabel bereitgestellt, das eine Vielzahl von Leitern, umfasst. Die Leiter der Vielzahl von Leitern bilden mehrere Leitergruppen. In den mehreren Leitergruppen sind jeweils zwei oder mehr der Vielzahl von Leitern miteinander verseilt. Die mehreren Leitergruppen sind um ein gemeinsames Verseilungszentrum gesamtverseilt. Die Leiter von zumindest zwei der mehreren Leitergruppen sind mit einer unterschiedlichen Schlaglänge miteinander verseilt.

[0009] Die Leiter können auch als elektrische Leiter bezeichnet werden. Die Vielzahl von Leitern kann als eine Vielzahl von Litzen oder als eine Vielzahl von Massivleitern ausgebildet sein. Beispielsweise kann die Vielzahl von Leitern mehrere Litzen und/oder mehrere Massivleiter (mehrere massive Leiter) umfassen. So ist auch eine Kombination aus Litzen und Massivleitern denkbar.

[0010] Anders ausgedrückt werden sozusagen, aus in dem Kabel vorhandenen Leitern, z.B. Litzen und/oder Massivleitern (massiven Leitern), Leitergruppen mit jeweils zwei oder mehr Leitern, z.B. Litzengruppen mit jeweils zwei oder mehr Litzen gebildet und/oder Massivleitergruppen mit jeweils zwei oder mehr Massivleitern gebildet. Die Leiter, z.B. Litzen und/oder Massivleiter, einer Leitergruppe, z.B. Litzengruppe und/oder Massivleitergruppe, sind miteinander verseilt. In zumindest zwei Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, unterscheidet sich die Schlaglänge der Verseilung. Die Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, werden um das gemeinsame Verseilungszentrum gesamtverseilt.

[0011] Unter Verseilung (auch oftmals als Verdrehung bezeichnet) wird das Gegeneinanderverwinden und das schraubenförmige/wendelförmige Umeinanderwickeln von Fasern oder Drähten verstanden. Bei einer verdrehten Leitung tauschen die einzelnen Leiter eines Strom-

kreises in ihrem Verlauf ihren Platz zueinander. Bei der Verseilung von Kabeln werden einzelne Drähte oder Drahtbündel gegeneinander verdrillt. Sie werden schraubenförmig um eine Verseilungsachse / um ein Verseilungszentrum gewickelt. Durch die Verseilung/Verdrillung wird die gegenseitige Beeinflussung von elektrischen Leitern reduziert. Die Verseilung/Verdrillung ist eine wirksame Maßnahme zur Reduktion induktiv eingekoppelter Gegentaktstörungen.

[0012] In der Fernmeldetechnik wird die Verseilung zur Verminderung der Übersprechkopplung eingesetzt. Das wesentliche Maß bei der Verseilung ist die Schlaglänge, die oftmals auch als Dralllänge oder Drallschritt bezeichnet wird. Die Schlaglänge ist die Ganghöhe des schraubenförmig um die Verseilungsachse gewundenen Drahts oder Drahtbündels. Durch die Verseilung werden die Einzeladern länger als das Kabel selbst. Der Verseilungsfaktor gibt hierbei das Verhältnis der Einzeladerlänge zur Kabellänge an. Bezogen auf das beschriebene Kabel bedeutet dies, dass der Verseilungsfaktor das Verhältnis der tatsächlichen oder mechanischen Länge einer Leitergruppe, z.B. Litzengruppe und/oder Massivleitergruppe, zu der Kabellänge angibt. Die Leiter einer Leitergruppe, z.B. die Litzen einer Litzengruppe und/oder die Massivleiter einer Massivleitergruppe, weisen für gewöhnlich die gleiche Länge auf. In diesem Fall gibt der Verseilungsfaktor auch das Verhältnis der Länge der Leiter einer Leitergruppe, z.B. der Litzen einer Litzengruppe und/oder der Massivleiter einer Massivleitergruppe, zu der Kabellänge an.

[0013] Durch die unterschiedliche Schlaglänge der zwei oder mehr Leitergruppen, z.B. der zwei oder mehr Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, weisen die Leiter, z.B. Litzen und/oder Massivleiter, der zwei oder mehr in der Schlaglänge sich unterscheidenden Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, eine unterschiedliche Länge im Sinne ihrer mechanischen Länge auf. Als mechanische Länge wird hierin die tatsächliche Länge der entsprechenden Elemente in ihrer eigenen Längsrichtung verstanden. Unter der mechanischen Länge kann daher die Länge der entsprechenden Elemente in einem unverseilten / abgewickelten Zustand verstanden werden. Der elektrische Widerstand eines Drahts ist proportional zu seiner mechanischen / tatsächlichen Länge. Die Länge der Leiter, z.B. Litzen und/oder Massivleiter, sowie der Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, lässt sich durch die Veränderung der Schlaglänge verändern und anpassen. Die zumindest zwei der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, können durch Verwendung einer bestimmten Schlaglänge derart ausgebildet sein, dass sie den gleichen Verseilungsfaktor, d.h. die gleiche Länge im Verhältnis zur Kabellänge, aufweisen. Beispielsweise können alle der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen derart, beispielsweise durch Wahl geeigneter Schlaglängen, ausgebildet sein, dass sie den gleichen Verseilungsfaktor aufweisen.

[0014] Sind die zwei oder mehr Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, derart ausgebildet, dass sie den gleichen Verseilungsfaktor aufweisen, hat dies den Effekt, dass die in ihren zugehörigen Leitern, z.B. Litzen und/oder Massivleiter, geführten Ströme zumindest nahezu gleichzeitig miteinander das Ende des Kabels erreichen. Das heißt, in den entsprechenden Leitern, z.B. Litzen und/oder Massivleitern, geführte Ströme können nach einer gleich langen Laufzeit das Ende des Kabels erreichen. Hierdurch werden Potentialunterschiede zwischen den Elementen des Leiters minimiert, idealerweise sogar eliminiert. Dadurch wird das Auftreten von Kurzschlüssen, die zu einem gesteigerten Energieverbrauch oder zu einer erhöhten Eigen Erwärmung führen, zumindest verringert oder idealerweise verhindert. Solche Kurzschlüsse sind beispielsweise kurze Strompulse mit teilweise hohen Oberwellen. Somit wird durch die Verringerung oder Vermeidung der Kurzschlüsse die elektromagnetische Verträglichkeit (emV) des Kabels erhöht, d.h. die emV-Ausstrahlung minimiert oder vermieden.

[0015] Die zumindest zwei der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, können in radialer Richtung des Kabels an unterschiedlichen Positionen in dem Kabel angeordnet sein. Durch die Gesamtverseilung um das gemeinsame Verseilungszentrum der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, haben Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, die in radialer Richtung des Kabels weiter außen angeordnet sind, eine größere Länge als Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, die in radialer Richtung des Kabels weiter innen angeordnet sind. Die unterschiedliche mechanische Länge der Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, und folglich (bei gleichem Material) der unterschiedliche elektrische Widerstand der Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, führen bei gleicher Ausbreitungsgeschwindigkeit der in den Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, geführten Signale, beispielsweise Ströme, zu unterschiedlichen Laufzeiten und damit einem zeitversetzten Empfang am Leitungsende. Dies kann, wie geschildert, zu Kurzschlüssen und damit zu erhöhtem Energieverbrauch, erhöhter Erwärmung und/oder erhöhter emV-Ausstrahlung führen. Werden die zumindest zwei der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, die in radialer Richtung des Kabels an einer unterschiedlichen Position in dem Kabel angeordnet sind, derart ausgebildet, dass sie eine unterschiedliche Schlaglänge aufweisen, können der durch die Gesamtverseilung auftretende Längenunterschied und damit (bei gleichem Material) der unterschiedliche elektrische Widerstand durch die unterschiedliche, in den entsprechenden Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, verwendete Schlaglänge ausgeglichen werden.

[0016] Demgemäß kann die Schlaglänge der zumin-

dest zwei der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, entsprechend ihrer Position in dem Kabel in radialer Richtung angepasst sein. Beispielsweise kann die Schlaglänge aller der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, entsprechend ihrer Position in dem Kabel in radialer Richtung angepasst sein. Es ist zum Beispiel denkbar, dass eine erste der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, in radialer Richtung des Kabels weiter außen angeordnet ist als eine zweite der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen. Die weiter außen in radialer Richtung des Kabels liegende Leitergruppe, z.B. Litzengruppe und/oder Massivleitergruppe (die erste Leitergruppe) hat aufgrund der Gesamtverseilung eine größere Länge als die weiter innen in radialer Richtung des Kabels liegende Leitergruppe, z.B. Litzengruppe und/oder Massivleitergruppe (die zweite Leitergruppe). Demgemäß kann die Schlaglänge der ersten der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, größer gewählt werden als die Schlaglänge der zweiten der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen. Durch die größere Schlaglänge der ersten Leitergruppe, z.B. Litzengruppe und/oder Massivleitergruppe, als die der zweiten Leitergruppe, z.B. Litzengruppe und/oder Massivleitergruppe, kann die aufgrund der Gesamtverseilung auftretende größere Länge der ersten Leitergruppe, z.B. Litzengruppe und/oder Massivleitergruppe, ausgeglichen werden. Beispielsweise können die Schlaglängen der ersten und der zweiten der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, so gewählt werden, dass die Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, zumindest nahezu die gleiche Länge in dem Kabel haben. Beide Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, erreichen dann zumindest nahezu den gleichen Verseilungsfaktor. In einem Beispiel können die Schlaglängen aller Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, so gewählt werden, dass die Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, zumindest nahezu die gleiche Länge in dem Kabel haben. Alle Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, erreichen dann zumindest nahezu den gleichen Verseilungsfaktor.

[0017] Eine oder mehrere der Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, sind beispielsweise als Leiterpaare, z.B. Litzepaare und/oder Massivleiterpaare, ausgebildet. In den Leiterpaaren, z.B. Litzepaaren und/oder Massivleiterpaaren, sind jeweils zwei der Vielzahl von Leitern, z.B. zwei der Vielzahl von Litzen und/oder zwei der Vielzahl von Massivleiter, miteinander verseilt. Bei einer oder mehreren der Leitergruppen, z.B. der Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, kann es sich alternativ auch um Dreier- oder Viererverseilungen handeln, bei denen jeweils drei bzw. vier der Vielzahl von Leitern, z.B. der Vielzahl von Litzen

und/oder der Vielzahl von Massivleitern, miteinander verseilt sind. Leiterpaare (z.B. Litzepaare und/oder Massivleiterpaare), Dreier- und Viererverseilungen sind miteinander in dem Kabel kombinierbar.

[0018] Die zumindest zwei der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, können jeweils einen Leiter, z.B. jeweils eine Litze und/oder jeweils einen Massivleiter, als Hinleiter und einen Leiter, z.B. eine Litze und/oder einen Massivleiter, als Rückleiter umfassen. Beispielsweise können alle der mehreren Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, jeweils einen Leiter, z.B. jeweils eine Litze und/oder jeweils einen Massivleiter, als Hinleiter und einen Leiter, z.B. eine Litze und/oder Massivleiter, als Rückleiter umfassen.

[0019] Es ist denkbar, zusätzlich zu der Schlaglänge auch den Drall der Verseilung der mindestens zwei Leitergruppen, z.B. Litzengruppen und/oder Massivleitergruppen, anzupassen. Als Drall wird für gewöhnlich die Ganghöhe oder Steigung der Schraubenlinie, die sich bei der Verseilung der Leiter, z.B. der Litzen oder Drähte oder Massivleiter, im Allgemeinen ergibt, bezeichnet. Der Drall wird auch als Schlagwinkel bezeichnet. Der Schlagwinkel α ist sozusagen der Winkel, in dem die Drahtachse die Leiterachse, z.B. die Litzennachse oder Massivleiterachse, im Aufriß schneidet. Ein größerer/kleinerer Schlagwinkel führt nicht notwendigerweise zu einer größeren/kleineren Schlaglänge. Beispielsweise bleibt trotz größerem Schlagwinkel die Schlaglänge unverändert, wenn die Dicke des Kabels vergrößert wird.

[0020] Das Kabel kann als Starkstromkabel ausgebildet sein. Beispielsweise kann das Kabel zum Leiten von Strömen von mindestens 10A, beispielsweise zwischen 40A und 100A, z.B. 70A, bei einer Wechselstromfrequenz zwischen 8kHz und 200kHz, beispielsweise 85kHz, ausgebildet sein.

[0021] Die vorliegende Offenbarung soll weiter anhand von Figuren erläutert werden. Diese Figuren zeigen schematisch:

- Figur 1 eine Querschnittsansicht einer möglichen Ausgestaltung eines Kabels gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;
- Figur 2 eine Querschnittsansicht einer möglichen Ausgestaltung eines Kabels gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;
- Figur 3a eine Seitenansicht eines Kabels zur Erläuterung der Schlaglänge; und
- Figur 3b eine Seitenansicht von Details des Kabels gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel aus Figur 2.

[0022] Im Folgenden werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, spezifische Details dargelegt, um ein vollständiges Verständnis der vorliegenden Offenbarung zu lie-

fern. Es ist einem Fachmann jedoch klar, dass die vorliegende Offenbarung in anderen Ausführungsbeispielen verwendet werden kann, die von den nachfolgend dargelegten Details abweichen können. Beispielsweise werden im Folgenden spezifische Konfigurationen und Ausgestaltungen eines Kabels beschrieben, die nicht als einschränkend anzusehen sind. Beispielsweise wird die Ausgestaltung gemäß Figuren 2 und 3b in Bezug auf eine Vielzahl von Litzen als ein Beispiel für eine Vielzahl von Leitern beschrieben. Die Ausgestaltung aus den Figuren 2 und 3b ist jedoch nicht auf diese spezifische Ausgestaltung beschränkt sondern es können als Leiter an Stelle von oder zusätzlich zu Litzen auch Massivleiter oder andere Leiter verwendet werden.

[0023] Das im Folgenden beschriebene Kabel kann als Starkstromkabel ausgebildet sein. Beispielsweise kann das Kabel zum Leiten von Strömen ab 10A, beispielsweise zwischen 40A und 100A, z.B. 70A, bei einer Wechselstromfrequenz zwischen 8kHz und 200kHz, beispielsweise 85kHz, ausgebildet sein.

[0024] Das Kabel kann für verschiedene Anwendungen eingesetzt werden. Das heißt, es sind verschiedene Anwendungsgebiete des Kabels denkbar. Bei diesen Anwendungsgebieten kann es sich um alle Einsatzbereiche handeln, in denen hohe Ströme und/oder große Frequenzen (z.B. Hochfrequenzbereich) verwendet werden. Es ist denkbar, ohne hierauf beschränkt zu sein, dass das Kabel im Zusammenhang mit einer Vorrichtung zum induktiven Laden von Fahrzeugen, z.B. reinen Elektrofahrzeugen, eingesetzt wird. Eine Möglichkeit zum induktiven Laden von Fahrzeugen sieht vor, dass eine Ladestation, z.B. eine Wandladestation, mit einer Ladeanordnung, wie z.B., einer Ladeplatte, über ein Kabel/Ladekabel verbunden ist/wird. Die Ladeanordnung, z.B. die Ladeplatte, kann am Boden angeordnet sein und eine oder mehrere Spulen umfassen. Die Wandladestation wird für den Ladevorgang also nicht direkt mit dem Fahrzeug verbunden sondern mit der Ladeanordnung. Das Fahrzeug kann dann auf bekannte Weise induktiv geladen werden, indem es auf die Ladeanordnung gestellt / bewegt wird.

[0025] Bei dem hierin beschriebenen Kabel kann es sich, ohne hierauf beschränkt zu sein, beispielsweise um das genannte Kabel/Ladekabel zur Verbindung einer Wandladestation mit der Ladeanordnung handeln. Das Ladekabel kann eine Länge von 1m oder mehr, z.B. von mehreren Metern, haben.

[0026] Rein beispielhaft sei als weiteres Anwendungsgebiet des Kabels genannt, dass es sich bei dem Kabel um ein Kabel zur Versorgung einer Sputtereinheit mit Wechselstrom hoher Frequenzen handeln kann.

[0027] Figur 1 zeigt eine Querschnittsansicht eines Kabels 2 mit sieben voneinander isolierten Segmenten 4, 6a bis 6f, die im Folgenden allgemein als Elemente bezeichnet werden. Die sieben voneinander isolierten Elemente 4, 6a bis 6f werden um ein gemeinsames Verseilungszentrum 1 gesamtverseilt. Bei diesem Verseilungszentrum 1 handelt es sich wie beispielhaft in Figur 1 dargestellt um die Mittelachse / Längsachse des Kabels 2.

Das innere Element 4 (innen im Sinne der Position in radialer Richtung des Kabels 2) liegt symmetrisch um die Längsachse des Kabels 2 und damit um das Verseilungszentrum 1. Ferner sind die äußeren Elemente 6a bis 6f (außen im Sinne der Position in radialer Richtung des Kabels 2) um das Verseilungszentrum 1 und damit um innere Element 4 verseilt. Da die äußeren Elemente 6a bis 6f (außenliegenden Elemente 6a bis 6f) eine Helix/Schraubenform beschreiben, legen sie in Längsrichtung des Kabels 2 einen größeren Weg zurück, d.h. ihre mechanische Länge ist größer als die des inneren Elements 4 (innenliegenden Elements 4). Daher erreicht ein Wechselsignal, wie z.B. ein Wechselstrom / Wechselstromsignal, über das innere Element 4 schneller das Ende des Kabels 2 als über die äußeren Elemente 6a bis 6f. Das führt dazu, dass während einer Zeitspanne ein Teil des Kabels 2 bereits ein anderes Potential aufweist, nämlich das innenliegende Element 4, als andere Teile des Kabels 2, nämlich die außenliegenden Elemente 6a bis 6f. In dieser Zeitspanne kann innerhalb des Kabels 2 ein Kurzschluss entstehen, der zum einen Energie verbraucht und zudem zu einer erhöhten Eigenerwärmung des Kabels 2 führt. Ferner kann auf Grund der hohen Frequenz der kurze Strompuls des Kurzschlusses hohe Oberwellen aufweisen. Dies kann die emV-Austrahlung erhöhen.

[0028] Rein beispielhaft sei angenommen, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Wechselsignals zum Beispiel 60% der Lichtgeschwindigkeit beträgt. Bei einer 10m langen Strecke kommt das Signal somit nach 55,55nsec am Ende des inneren Elements 4 an. Bei einem Verseileingang von angenommen 2% steht das Signal am Ende eines außenliegenden Elements 6a bis 6f aus Figur 1 jedoch erst nach 56,7nsec zur Verfügung steht. In den 1,2nsec besteht zwischen Elementen desselben Kabels 2 somit ein Potentialunterschied, der Energie im Kabel umsetzt.

[0029] Eine Reduzierung dieses Effekts, wenn nicht sogar eine Vermeidung desselben, wird dadurch erreicht, dass die mechanische Länge der außenliegenden Elemente 6a bis 6f künstlich verkürzt wird und/oder dass die mechanische Länge des innenliegenden Elements 4 künstlich verlängert wird. Als mechanische Länge wird hierin die tatsächliche Länge der entsprechenden Elemente in ihrer eigenen Längsrichtung verstanden. Unter der mechanischen Länge kann daher die Länge der entsprechenden Elemente in einem unverseilten / abgewickelten Zustand verstanden werden. Die mechanische Länge des innenliegenden Elements 4 soll durch die künstliche Anpassung zumindest nahezu, idealerweise genau, der mechanischen Länge der außenliegenden Elemente 6a bis 6h entsprechen. Aufgrund der zumindest nahezu identischen mechanischen Länge erreicht ein Wechselsignal zur gleichen Zeit das Ende des Kabels. Laufzeitunterschiede werden ausgeglichen/verhindert. Kurzschlüsse werden daher verringert oder gänzlich vermieden. Bei den in Bezug auf Figur 1 genannten Elementen kann es sich als Leiter um Litzen / Litzenleiter

und/oder Massivleiter handeln.

[0030] Eine Möglichkeit der künstlichen Anpassung, z.B. künstlichen Verlängerung und/oder künstlichen Verkürzung, wird nun in Bezug auf die Figuren 2 bis 3b erläutert.

[0031] Auch Figur 2 zeigt eine Querschnittsansicht eines Kabels 2 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die in Bezug auf Figur 1 erläuterten Prinzipien und Details gelten in entsprechender Weise auch für das Ausführungsbeispiel aus Figur 2. In dem Beispiel aus Figur 2 umfasst das innenliegende Element 4 innere Adern 4a bis 4d. Die außenliegenden Elemente sind beispielhaft durch elf außenliegende Adern 6a bis 6k gebildet. Zudem ist rein beispielhaft jede innenliegende Ader 4a bis 4d als Litzenpaar (als ein Beispiel für ein Leiterpaar) ausgebildet und wird demnach nachfolgend als inneres Litzenpaar 4a bis 4d bezeichnet. Als alternatives Beispiel kann jede innenliegende Ader 4a bis 4d als Massivleiterpaar ausgebildet sein. Gleichermäßen ist jede außenliegende Ader 6a bis 6k beispielhaft als Litzenpaar (als ein Beispiel für ein Leiterpaar) ausgebildet und wird demnach nachfolgend als äußeres Litzenpaar 6a bis 6k bezeichnet. Als alternatives Beispiel kann jede außenliegende Ader 4a bis 4d als Massivleiterpaar ausgebildet sein. Jedes in Figur 2 gezeigte Litzenpaar 4a bis 4d und 6a bis 6k umfasst beispielhaft zwei Litzen 8a, 8b, wie dies in Bezug auf das Litzenpaar 6k in Figur 2 illustriert ist. Bei den Litzen 8a, 8b kann es sich beispielsweise um einen Hinleiter und einen Rückleiter handeln.

[0032] Wie in Bezug auf Figur 1 erläutert, legt aufgrund der Gesamtverseilung um die Mittelachse / Längsachse des Kabels 2 als gemeinsames Verseilungszentrum 1 jedes äußere Litzenpaar 6a bis 6k (und damit jede äußere Litze) eine längere Wegstrecke zurück als jedes der inneren Litzenpaare 4a bis 4d (und damit jeder inneren Litze). Anders ausgedrückt, ist die mechanische Länge jedes Litzenpaars 6a bis 6k größer als die mechanische Länge jedes inneren Litzenpaars 4a bis 4d. In dem Ausführungsbeispiel aus Figur 2 liegen die inneren Litzenpaare 4a bis 4d in radialer Richtung des Kabels 2 auf gleicher Höhe. Daher ist die mechanische Länge jedes inneren Litzenpaars 4a bis 4d (und damit jeder inneren Litze) und folglich (bei gleichem Material) ihr elektrischer Widerstand identisch. Gleiches gilt für die äußeren Litzenpaare 6a bis 6k. Das heißt, in dem Ausführungsbeispiel aus Figur 2 liegen die äußeren Litzenpaare 6a bis 6k in radialer Richtung des Kabels 2 auf gleicher Höhe. Daher ist die mechanische Länge jedes äußeren Litzenpaars 6a bis 6k (und damit jeder äußeren Litze) und folglich (bei gleichem Material) ihr elektrischer Widerstand identisch.

[0033] Das heißt, die mechanische Länge jedes Litzenpaars 4a bis 4d, 6a bis 6k ist abhängig von seiner Position in radialer Richtung des Kabels 2. Die mechanische Länge der inneren Litzenpaare 4a bis 4d und damit der inneren Litzen ist kürzer als die mechanische Länge der äußeren Litzenpaare 6a bis 6k und damit der äußeren Litzen. Dementsprechend erreichen Wechselsig-

nale über die innere Litzenpaare 4a bis 4d schneller das Ende des Kabels 2 als über die äußeren Litzenpaare 6a bis 6k. Dadurch kann es, wie erläutert, zu Kurzschlüssen und damit zu einem erhöhten Energieverbrauch, zu einer erhöhten Eigenerwärmung und/oder zu einer erhöhten emV-Ausstrahlung kommen.

[0034] Zur Behebung dieses Problems werden die Litzen zur Bildung der äußeren Litzenpaare 6a bis 6k mit einer unterschiedlichen Schlaglänge verseilt als die Litzen zur Bildung der inneren Litzenpaare 4a bis 4d. Zur weiteren Erläuterung wird zunächst auf Figur 3a verwiesen, welche die Schlaglänge l eines Kabels im Allgemeinen illustriert. Wie in Figur 3a gezeigt, ist die Schlaglänge l die Ganghöhe der schraubenförmig um die Verseilungsachse geschlagenen Drähte. Das heißt, die Schlaglänge l eines Leiters, z.B. einer Litze oder eines Massivleiters, ist die parallel zur Leiterlängsachse, z.B. Litzenlängsachse und/oder Massivleiterlängsachse, gemessene Ganghöhe eines Außendrahtes bei einer vollständigen Windung um die Achse des Leiters, z.B. der Litze oder des Massivleiters. Der Begriff Schlaglänge beschreibt also die Länge der Strecke, die ein einziger Draht in dem Leiter, z.B. der Litze oder dem Massivleiter, für eine 360° Drehung benötigt. Wie erläutert, werden bei der Verseilung von (symmetrischen) Kabeln einzelne Drähte oder Drahtpaare gegeneinander verdreht / verseilt. Sie werden sozusagen schraubenförmig um die Verseilungsachse / das Verseilungszentrum gewickelt. So bedeutet beispielsweise eine Schlaglänge von 70, dass die Drähte nach 70 cm eine schraubenförmige Verseilung von 360 Grad um die Verseilungsachse gemacht haben.

[0035] Figur 3b zeigt nun sehr schematisch eines der äußeren Litzenpaare 6a bis 6k, das im Folgenden als erstes Litzenpaar 6a bezeichnet wird, und eines der inneren Litzenpaare 4a bis 4d, das im Folgenden als zweites Litzenpaar 4a bezeichnet wird.

[0036] Wie in Figur 3b zu erkennen, werden die Litzen zur Bildung des ersten (äußeren) Litzenpaars 6a mit einer Schlaglänge l_{lang} verseilt, die größer ist als die Schlaglänge l_{kurz} der Verseilung der Litzen zur Bildung des zweiten (inneren) Litzenpaars 4a. Dies gilt gleichermaßen für alle äußeren Litzenpaare 6a bis 6k und inneren Litzenpaare 4a bis 4d. Dadurch verlängert sich die mechanische Länge der inneren Litzenpaare 4a bis 4d und damit der inneren Litzen im Vergleich zu der mechanischen Länge der äußeren Litzenpaare 6a bis 6k und damit der äußeren Litzen. Die Schlaglängen l_{lang} , l_{kurz} können dabei insbesondere so gewählt werden, dass die mechanische Länge der inneren Litzenpaare 4a bis 4d der mechanischen Länge der äußeren Litzenpaare 6a bis 6k zumindest nahezu entspricht. Anders ausgedrückt können die Schlaglängen so gewählt werden, dass die tatsächlichen Längen der Litzen des Kabels 2 und damit ihre Verseilungsfaktoren trotz Gesamtverseilung um das Verseilungszentrum 1 und unterschiedlicher Position in radialer Richtung des Kabels 2 einander zumindest nahezu entsprechen.

[0037] Durch die beschriebene Anpassung der Versei-

lung oder Verletzung wird eine Angleichung der tatsächlichen Längen der Leiter, z.B. Litzen oder Massivleiter, des Kabels 2 erreicht. Dies führt zu einer deutlichen Reduzierung des oben beschriebenen Laufzeitunterschieds von Wechselsignalen, wenn nicht sogar eine vollständige Vermeidung. Innenlagen eines Kabels 2 werden z.B. durch eine paarverseilte Lage gebildet, deren Verseilfaktor (Verseilungsfaktor) gleich groß ist wie der Verseilfaktor der Außenlage. Dadurch werden Unterschiede in der Laufzeit vermieden. Selbiges gilt auch bei aufgeteilten Hin- und Rückleitern wie in Bezug auf Figur 3b skizziert, die zu einem Litzenpaar, einer Ader oder einem Kabel verseilt wurden. Auch hier kann ein Ausgleich der Laufzeitunterschiede erreicht werden.

Patentansprüche

1. Kabel (2) aufweisend eine Vielzahl von Leitern, wobei die Leiter mehrere Leitergruppen (4, 6a - 6d; 4a - 4d, 6a - 6k) bilden, in denen jeweils zwei oder mehr der Vielzahl von Leitern miteinander verseilt sind, wobei die mehreren Leitergruppen (4, 6a - 6d; 4a - 4d, 6a - 6k) um ein gemeinsames Verseilungszentrum (1) gesamtverseilt sind und die Leiter von zumindest zwei der mehreren Leitergruppen (4, 6a - 6d; 4a - 4d, 6a - 6k) mit einer unterschiedlichen Schlaglänge (l_{kurz} , l_{lang}) miteinander verseilt sind. 20
2. Kabel (2) nach Anspruch 1, wobei die zumindest zwei der mehreren Leitergruppen (4, 6a - 6d; 4a - 4d, 6a - 6k) derart ausgebildet sind, dass sie den gleichen Verseilungsfaktor aufweisen. 25
3. Kabel (2) nach Anspruch 1 oder 2, wobei alle der mehreren Leitergruppen (4, 6a - 6d; 4a - 4d, 6a - 6k) derart ausgebildet sind, dass sie den gleichen Verseilungsfaktor aufweisen. 30
4. Kabel (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die zumindest zwei der mehreren Leitergruppen (4, 6a - 6d; 4a - 4d, 6a - 6k) in radialer Richtung des Kabels (2) an einer unterschiedlichen Position in dem Kabel (2) angeordnet sind. 35
5. Kabel (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Schlaglänge (l_{kurz} , l_{lang}) der zumindest zwei der mehreren Leitergruppen (4, 6a - 6d; 4a - 4d, 6a - 6k) entsprechend ihrer Position in dem Kabel (2) in radialer Richtung angepasst ist. 40
6. Kabel (2) nach Anspruch 5, wobei eine erste (6a) der mehreren Leitergruppen (4, 6a - 6d; 4a - 4d, 6a - 6k) in radialer Richtung des Kabels (2) weiter außen angeordnet ist als eine zweite (4a) der mehreren Leitergruppen und die Schlaglänge (l_{lang}) der ersten (6a) der mehreren Leitergruppen (4, 6a - 6d; 4a - 4d, 45
7. Kabel (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die zumindest zwei der mehreren Leitergruppen (4, 6a - 6d; 4a - 4d, 6a - 6k) als Leiterpaare ausgebildet sind, in denen jeweils zwei der Vielzahl von Leitern miteinander verseilt sind. 50
8. Kabel (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die zumindest zwei der mehreren Leitergruppen (4, 6a - 6d; 4a - 4d, 6a - 6k) jeweils einen Leiter als Hinleiter und einen Leiter als Rückleiter aufweisen. 55
9. Kabel (2) einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Kabel (2) als Starkstromkabel ausgebildet ist.
10. Kabel (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Kabel (2) zum Leiten von Strömen von mindestens 10A bei einer Wechselstromfrequenz zwischen 8kHz und 200kHz ausgebildet ist.

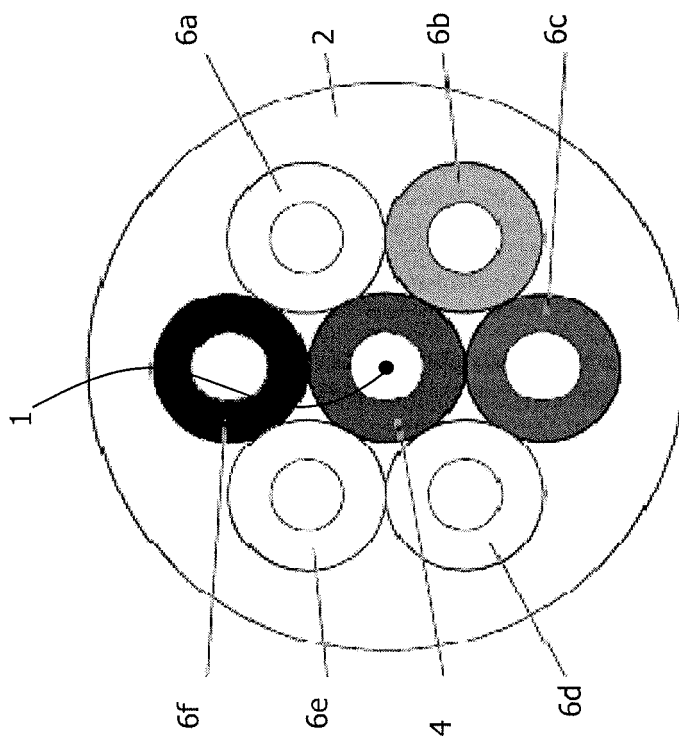


Figure 1

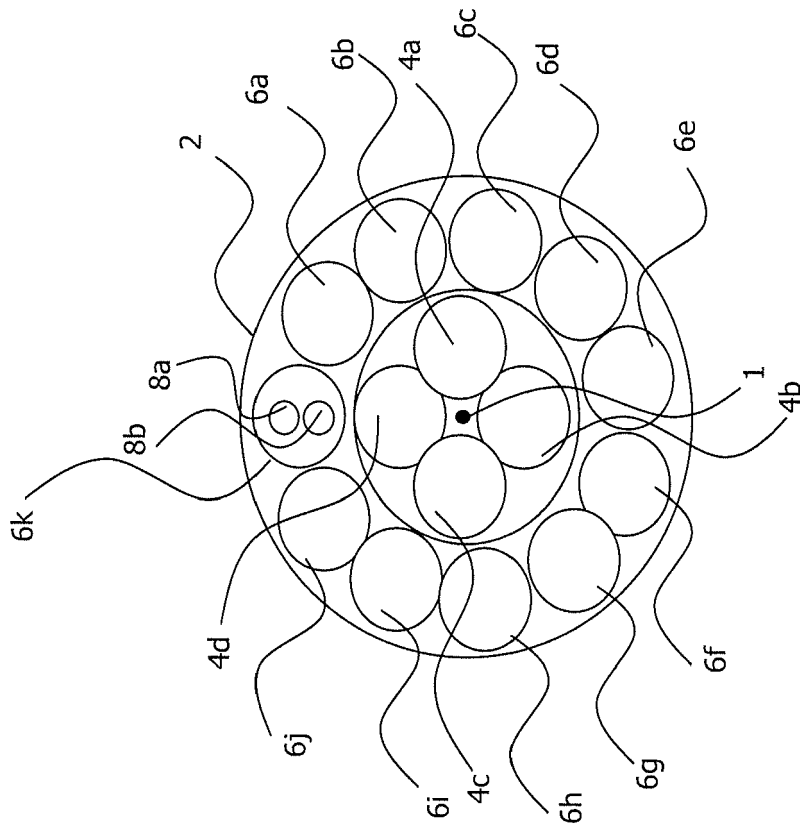
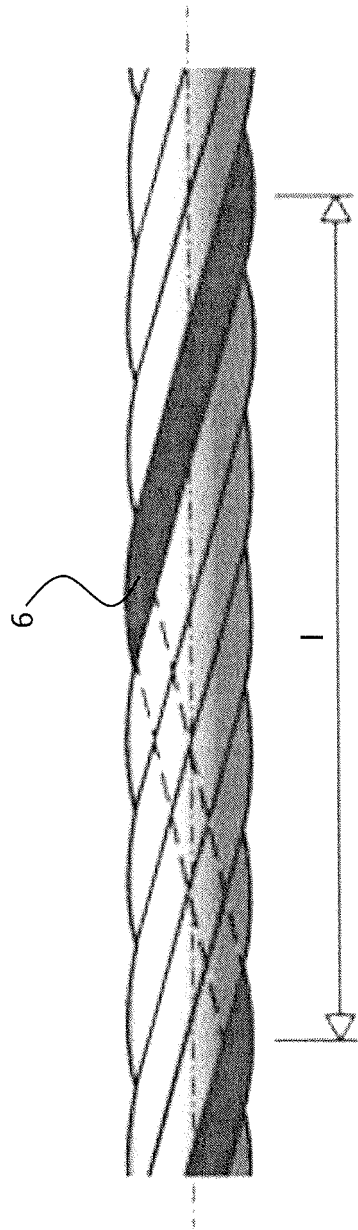
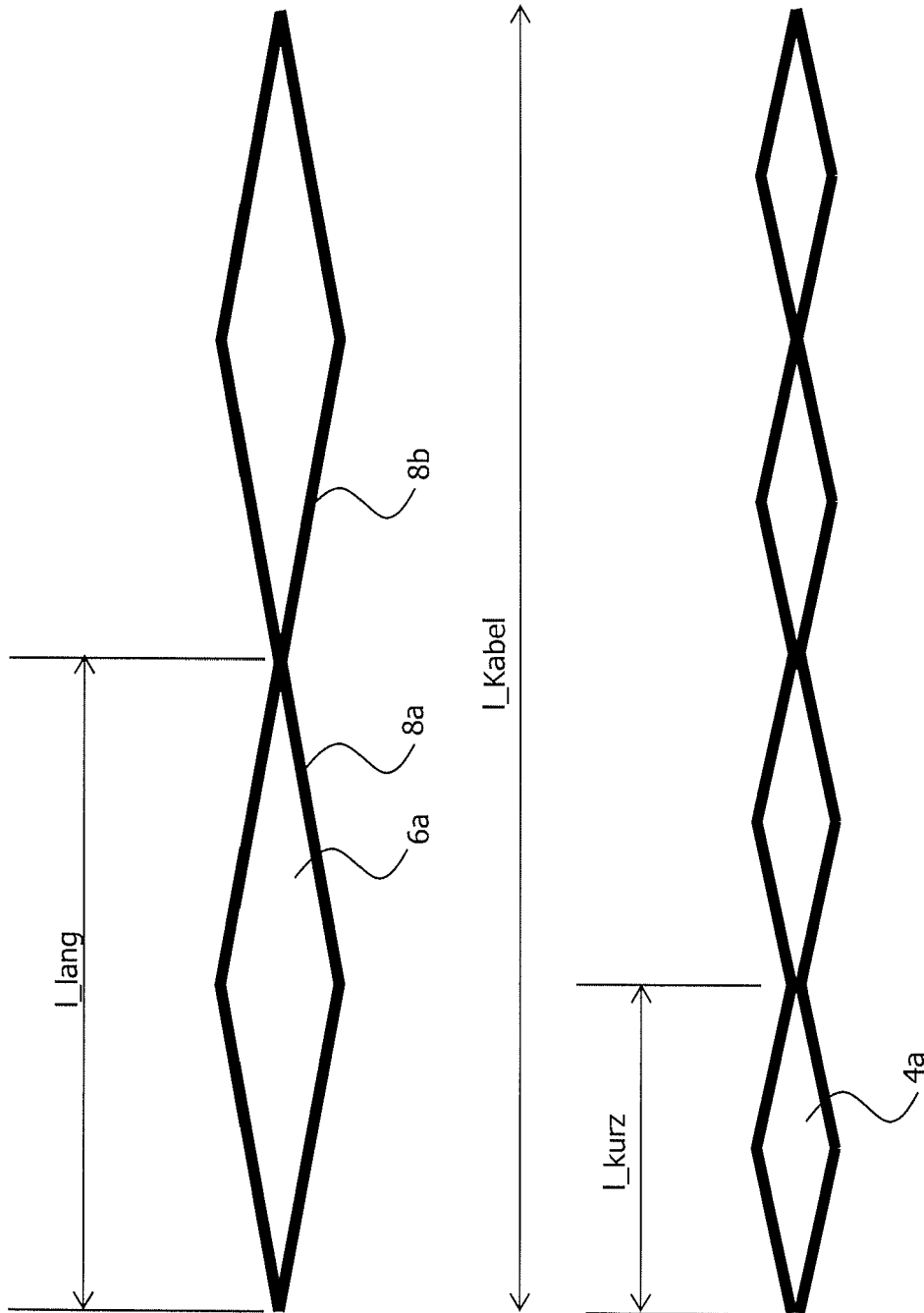


Figure 2



Figur 3a



Figur 3b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 18 5254

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H07 73749 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD; TOKYO GAS CO LTD) 17. März 1995 (1995-03-17) * Absätze [0001], [0010], [0012] - [0014] * * Abbildungen 2, 4 * -----	1,4-6,9,10	INV. H01B7/30 ADD. H01B13/02 H01B9/00
X	EP 1 327 994 A2 (NEXANS [FR]) 16. Juli 2003 (2003-07-16) * Absätze [0007], [0022], [0025] * * Abbildung 1 * -----	1-8	
X	JP H08 321220 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 3. Dezember 1996 (1996-12-03) * Absatz [0021] * * Abbildungen 1, 2 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01B B60L
2	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 16. Januar 2018	Prüfer Hillmayr, Heinrich
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 18 5254

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

16-01-2018

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H0773749 A	17-03-1995	KEINE	

EP 1327994 A2	16-07-2003	DE 10162739 A1	03-07-2003
		EP 1327994 A2	16-07-2003
		US 2003121694 A1	03-07-2003

JP H08321220 A	03-12-1996	KEINE	

EPO FORM P0461

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