



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.10.2023 Patentblatt 2023/42

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01B 7/08 ^(2006.01) **H01B 7/18** ^(2006.01)
H01B 7/29 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22168648.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01B 7/08; H01B 3/08; H01B 3/084; H01B 7/183; H01B 7/29

(22) Anmeldetag: **15.04.2022**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Koppensteiner, Ewald**
4490 St. Florian (AT)
• **Hochstöger, Jürgen**
4300 St. Valentin (AT)

(71) Anmelder: **hpw Metallwerk GmbH**
4030 Linz (AT)

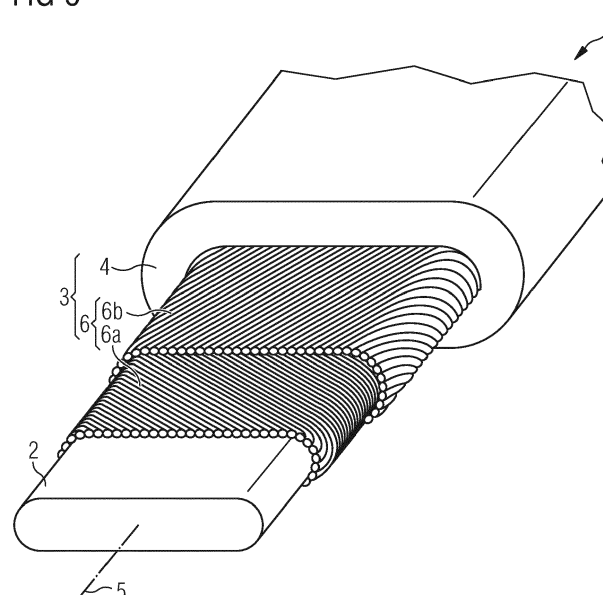
(74) Vertreter: **KLIMENT & HENHAPEL**
Patentanwälte OG
Gonzagagasse 15/2
1010 Wien (AT)

(54) **STROMSCHIENE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Stromschiene (1) zur Leitung von elektrischem Strom in einem Leitungssystem, wobei die Stromschiene (1) einen elektrisch leitenden Leiterkern (2) und eine den Leiterkern (2) ummantelnde elektrisch isolierende Beschichtung (3) aufweist, wobei die isolierende Beschichtung (3) zumindest eine Isolationsschicht (4) aus einem thermoplastischen Kunststoff umfasst.

Um zu gewährleisten, dass die erforderlichen "Notisations"-Eigenschaften in Extremsituationen über einen möglichst langen Zeitraum aufrecht erhalten werden können, ohne dass es zu einer Ablösung der für die "Notisations"-Eigenschaften zuständigen Schicht kommt, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die isolierende Beschichtung (3) eine, den Leiterkern (2) bezogen auf eine Leiterachse (5) umhüllende, ein- oder mehrlagige Glasfaser-Wickelschicht (6) aufweist.

FIG 6



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft eine Stromschiene zur Leitung von elektrischem Strom in einem Leitungssystem, vorzugsweise eines Fahrzeuges mit zumindest einem Elektromotor,

wobei die Stromschiene einen elektrisch leitenden Leiterkern und eine den Leiterkern ummantelnde elektrisch isolierende Beschichtung aufweist, wobei die isolierende Beschichtung zumindest eine Isolationsschicht aus einem thermoplastischen Kunststoff umfasst.

[0002] Bei einer Stromschiene, oftmals auch als Leitterschiene, Sammelschiene oder, in Anlehnung an den englischen Fachbegriff, Busbar bezeichnet, handelt es sich in der Regel um eine Alternative zu herkömmlichen elektrischen Kabeln. Der Leiterkern der Stromschiene ist üblicherweise als Einzelleiter ausgebildet, sodass der gesamte Leiterquerschnitt zur Stromleitung verwendet werden kann. Zumeist beträgt die Leiterquerschnittsfläche zwischen 20 und 400 mm², typischerweise, insbesondere im Bereich der Elektromobilität, zwischen 50 und 150 mm².

[0003] In der Regel ist der Leiterkern als Flachleiter ausgebildet, sprich mit einem rechteckigen Querschnitt, wobei eine Längsabmessung größer ist als eine Breitenabmessung. Vorzugsweise sind die Kanten abgerundet, wobei gegebenenfalls auch halbrunde Breitseiten vorgesehen sind.

[0004] Als Material für den Leiterkern kommen insbesondere elektrisch leitende Metalle, vorzugsweise Kupfer oder Aluminium bzw. entsprechende Kupfer- oder Aluminiumlegierungen in Frage.

[0005] Die auf den Leiterkern aufgebrachte isolierende Beschichtung dient einerseits als Kontaktschutz, um Kurzschlüsse innerhalb des Leitungssystems zu verhindern, und andererseits als Berührungsschutz, um zu verhindern, dass Personen, beispielsweise Wartungs- oder Montagetechniker, den im Betrieb stromführenden Leiterkern nicht berühren können, um Verletzungen, insbesondere Stromschläge, zu vermeiden. Zu diesem Zwecke ist die isolierende Beschichtung, in der Regel vollumfänglich, auf eine Mantelfläche des Leiterkerns aufgebracht und ummantelt diesen somit. Die Ummantelung ist in der Regel lediglich an Verbindungsstellen, an denen die Stromschiene beispielsweise mit anderen Leitern verbunden werden kann, unterbrochen. In der Praxis weisen zumindest die Stirnseiten der Stromschiene bzw. gegebenenfalls die an die Stirnseiten angrenzenden endseitigen Kontaktabschnitte keine isolierende Beschichtung auf, um die Stromschiene quellenseitig und lastseitig mit den entsprechenden Komponenten des Leittersystems elektrisch verbinden zu können.

[0006] Um zumindest den erwarteten Umgebungsbedingungen im Einsatzfall standhalten zu können und sicherzustellen, dass die geforderten Eigenschaften, insbesondere Kontaktschutz und Berührungsschutz, der

isolierenden Beschichtung während des Betriebs aufrecht erhalten werden, wird üblicherweise der passende thermoplastische Kunststoff der zumindest einen Isolationsschicht ausgewählt und die Dicke der Isolationsschicht entsprechend dimensioniert. In der Regel wird die zumindest eine Isolationsschicht mittels eines Extrusionsverfahrens aufgebracht, was insbesondere eine wirtschaftliche Herstellung ermöglicht. Es versteht sich von selbst, dass für die Aufbringung der Isolationsschicht eine Vielzahl an alternativen Verfahren bekannt sind, beispielsweise Tauchverfahren.

STAND DER TECHNIK

[0007] Als Einsatzgebiete von Stromschienen kommen beispielsweise Schaltschränke oder Umspannungsanlagen in Frage. Aufgrund der stetigen Entwicklung auf dem Gebiet der E-Mobility, sprich der Elektrifizierung von Fahrzeugen, insbesondere von personenbetriebenen Kraftfahrzeugen, welche ausschließlich (oder zusätzlich zu einem Verbrennungskraftmotor als Hybridfahrzeug) von einem oder mehreren Elektromotoren angetrieben werden, werden Stromschienen neuerdings auch in Leittersystemen von E-Mobility-Fahrzeugen eingesetzt.

[0008] Während einfache Stromschienen in der Regel zweidimensional verlaufend angeordnet sind, ist es für die Verwendung in komplexen Leittersystemen, insbesondere im Bereich der E-Mobility, erforderlich, dass die Stromschiene dreidimensional verlaufend angeordnet ist, um möglichst wenig Bauraum zu verbrauchen bzw. den vorhandenen Bauraum möglichst gut auszunützen. Zu diesem Zweck wird die rohe Stromschiene, sprich der Leiterkern samt isolierender Beschichtung, abgelängt und nachfolgend, zumeist durch Umformprozesse wie Biegen, in die erforderliche dreidimensionale Form gebracht, wobei die Biegeradien oftmals im Bereich der Dicke bzw. Breite des Leiterkerns liegen. Dabei ist es entscheidend, dass die isolierende Beschichtung gut am Leiterkern anhaftet, sodass durch die Umformprozesse keine Isolationslücken gebildet werden. Insbesondere soll die isolierende Beschichtung auch an den gebogenen Stellen gut am Leiter haften, sodass sie auch dort nicht einreißt oder Falten zeigt oder die geforderte elektrische Isoliereigenschaft der Durchschlagsspannung von mehreren kV bis zu > 20 kV, gemessen im Stahlkugelbad nach EN60851-5, nicht mehr erreicht.

[0009] Ein weiterer entscheidender Faktor, den es bei der Auslegung der isolierenden Beschichtung - neben den zu erwartenden Umgebungsbedingungen - zu berücksichtigen gilt, ist die Fähigkeit der Stromschiene in Extremsituationen zumindest eine gewisse Zeit die Isolation aufrecht zu erhalten. Beispielsweise wird in manchen Einsatzgebieten, insbesondere im Bereich der E-Mobility, gefordert, dass die Stromschiene bei 500°C zumindest 5 Minuten oder sogar bei 750°C zumindest 10 Minuten isolierende Eigenschaften beibehalten muss. Diese hohen Anforderungen sollen insbesondere einen

"thermal runaway" (ein "Thermisches Durchgehen") in einem E-Mobility-Fahrzeug verhindern bzw. sollen sicherstellen, dass die Stromschiene auch bei einem Brand/Unfall nicht (sofort) die Karosserie kurzschließt, was zu einem erheblichen Stromschlag-Risiko für Fahrer und Einsatzkräfte führen würde.

[0010] Um diese gegensätzlichen Anforderungen erfüllen zu können, spricht die hohe Haftung der isolierenden Beschichtung am Leiterkern bei gleichzeitiger Gewährleistung der Umformbarkeit auf der einen Seite und die Anpassung der Isolationsschicht an die Einsatzbedingungen sowie die Sicherstellung der "Notisolations"-Eigenschaften in Extremsituationen, sind aus dem Stand der Technik zwei unterschiedliche Varianten bekannt:

[0011] Einerseits kann die Stromschiene nachträglich, sprich nach der Umformung, mit einem Hochtemperaturbeständigen Schutzelement versehen werden, beispielsweise einem Überzieh-Schlauch oder mit einer speziell auf die Form und den Verlauf der Stromschiene angepassten festen Verkleidung, die in der Regel aus mehreren Verkleidungselementen besteht. Andererseits kann vorgesehen sein, dass Glimmerplättchen (bspw. aus Muskovit oder Phlogobit) in die isolierende Beschichtung eingearbeitet sind bzw. mit Hilfe eines Gewebebandes auf die Stromschiene aufgebracht sind.

[0012] Beide beschriebene Varianten weisen entscheidende Nachteile auf: Offensichtlich sind für das Vorsehen eines zusätzlichen Schutzelements, wie einen Schutzschlauch oder eine Schutzverkleidung, sowohl zusätzliche Arbeitsschritte notwendig als auch zusätzlicher Bauraum erforderlich. Das Integrieren von Glimmerplättchen hingegen ist dahingehend problematisch als dass die "Notisolations"-Eigenschaften nur aufrecht erhalten werden können, solange die Trägerschicht der Glimmerplättchen intakt ist: verbrennt oder schmilzt die Trägerschicht, so lösen sich die Glimmerplättchen zumindest lokal von der Stromschiene und die "Notisolations"-Eigenschaften können dort nicht mehr aufrecht erhalten werden.

AUFGABE DER ERFINDUNG

[0013] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung die Nachteile des Stands der Technik zu überwinden und eine Stromschiene vorzuschlagen, welche einen möglichst einfachen Aufbau aufweist und dennoch die eingangs erwähnten gegensätzlichen Anforderungen möglichst gut erfüllt, insbesondere im Zusammenhang mit den "Notisolations"-Eigenschaften in Extremfällen. Weiters soll gewährleistet werden, dass die "Notisolations"-Eigenschaften über einen möglichst langen Zeitraum aufrecht erhalten werden können, ohne dass es zu einer Ablösung der für die "Notisolations"-Eigenschaften zuständigen Schicht kommt. Insbesondere soll sich die Stromschiene für den Einsatz im Bereich der E-Mobility, sprich in Fahrzeugen mit zumindest einem Elektromotor bzw. Elektrofahrzeugen, eignen.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0014] Diese Aufgabe wird in einer erfindungsgemäßen Stromschiene der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die isolierende Beschichtung eine, den Leiterkern bezogen auf eine Leiterachse umhüllende, Glasfaser-Wickelschicht aufweist.

[0015] Dadurch, dass die isolierende Beschichtung neben der zumindest einen Isolationsschicht aus thermoplastischem Kunststoff auch die Glasfaser-Wickelschicht umfasst, können beide geforderten Eigenschaften der isolierenden Beschichtung durch unterschiedliche Schichten erreicht werden: Während die zumindest eine Isolationsschicht für die Betriebsbedingungen ausgelegt ist, stellt die Glasfaser-Wickelschicht die "Notisolations"-Eigenschaften in Extremsituationen sicher.

[0016] Da bei Glasfasern, vorzugsweise in Glasfaserbündel gebündelt, aufgrund deren amorpher Struktur bei den geforderten Temperaturbelastungen über einen gewissen Zeitraum keine Gefahr besteht, dass diese verbrennen oder schmelzen, eignet sich die Glasfaser-Wickelschicht aufgrund dieser Materialeigenschaften besonders gut, um Isolationseigenschaften auch bei hohen Temperaturbelastungen über einen längeren Zeitraum aufrecht zu erhalten ("Notisolations"-Eigenschaften). Zwar kann es bei einer langanhaltenden Hitzebelastung von 500°C und mehr zu einer Erweichung der Glasfasern kommen, die geforderten "Notisolations"-Eigenschaften werden dadurch jedoch nicht entscheidend negativ beeinflusst.

[0017] Ein weiterer Effekt der Erfindung besteht darin, dass die Glasfaser-Wickelschicht eine Vielzahl von um den Leiterkern gewickelten Glasfasern umfasst, vorzugsweise aus einer Vielzahl von um den Leiterkern gewickelten Glasfasern besteht. Mit anderen Worten handelt es sich bei der Glasfaser-Wickelschicht vorzugsweise um eine Schicht, die aus - mit oder ohne Zwischenlage einer beliebigen Zwischenschicht - um den Leiterkern gewickelten Glasfasern oder Glasfaserbündeln besteht.

[0018] Die Glasfaser-Wickelschicht kann einlagig oder mehrlagig ausgebildet sein, vorzugsweise zweilagig. Durch das Umwickeln des Leiterkerns mit den Glasfasern, oder gegebenenfalls Glasfaserbündeln, wird sichergestellt, dass der Leiterkern bezogen auf die Leiterachse von der Glasfaser-Wickelschicht umhüllt ist. In anderen Worten ist in einem Querschnitt der Stromschiene normal auf die Leiterachse, der Leiterkern von einer Schicht aus Glasfasern umhüllt. Unter Umhüllung ist dabei zu verstehen, dass die Glasfaser-Wickelschicht den Leiterkern vollumfänglich möglichst gleichmäßig bedeckt, um die "Notisolations"-Eigenschaft zu gewährleisten, wobei eine vollständige Bedeckung jedoch in der Regel nicht erforderlich ist: Auch wenn die Glasfasern der Glasfaser-Wickelschicht voneinander beabstandet und/oder nicht überlappend angeordnet sind, kann dennoch mit ausreichender Sicherheit gewährleistet werden, dass es zu keinem Kontakt zwischen dem Leiterkern und der Umgebung kommt, da die Glasfasern als Abstands-

halter fungieren.

[0019] Dabei ist es unerheblich, ob die Glasfaser-Wickelschicht direkt um den Leiterkern gewickelt ist oder unter Zwischenlage von einer oder mehreren Zwischenschichten; die erforderliche Umhüllung wird durch das Umwickeln erreicht.

[0020] Durch die um den Leiterkern gewickelten Glasfasern bzw. Glasfaserbündel der Glasfaser-Wickelschicht, wird auch erreicht, dass sich die Glasfasern der Glasfaser-Wickelschicht nicht vom Leiterkern ablösen können, selbst wenn die übrigen Kunststoff-Schichten der isolierenden Beschichtung, insbesondere die zumindest eine Isolationsschicht, bereits geschmolzen oder verbrannt ist. Somit wird die Sicherstellung der "Notisolations"-Eigenschaften gegenüber dem Stand der Technik deutlich erhöht.

[0021] Aufgrund der Glasfaser-Wickelschicht ist es ebenfalls möglich, die Stromschiene wirtschaftlicher herzustellen, da keine kostenintensiven Kunststoffe verwendet werden müssen, die die Glasfasern in Position halten - dies wird bereits durch die Umwicklung bewerkstelligt.

[0022] In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Glasfaser-Wickelschicht zumindest eine erste Wicklungslage aus Glasfasern, vorzugsweise Glasfaserbündeln, umfasst, wobei die Glasfasern der Glasfaser-Wickelschicht schräg zur Leiterachse verlaufend gewickelt sind. Unter Wicklungslage wird dabei, unabhängig ob es sich um eine erste oder zweite Wicklungslage handelt, eine aus Glasfasern bzw. Glasfaserbündeln bestehende Schicht verstanden, die in einem Wicklungsschritt aufgebracht wird. Durch die Wicklung schräg zur Leiterachse wird eine verhältnismäßig hohe Überdeckung erreicht sowie eine kontinuierliche Fertigung ermöglicht. Wie bereits eingangs erwähnt, kann die Glasfaser-Wickelschicht einlagig oder mehrlagig ausgebildet sein. Entsprechend können in dieser Ausführungsvariante eine, zwei oder mehr erste Wicklungslagen vorgesehen sein, wobei die Wicklungslagen bezogen auf die Leiterachse übereinander angeordnet sind.

[0023] Um die Bedeckung zu erhöhen und den Umhüllungs-Effekt der Glasfaser-Wickelschicht zu verbessern, ist in einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen, dass die Glasfaser-Wickelschicht zumindest zwei erste Wicklungslagen umfasst und die ersten Wicklungslagen bezogen auf die Leiterachse gleichsinnig gewickelt sind. Durch die Erhöhung der Anzahl der ersten Wicklungslagen und die gleichsinnige Wicklung der Wicklungslagen, können die, in etwa durch den Querschnitt der Glasfasern oder das Wickelmaterial, bedingten Glasfaser-freien Bereiche in der Glasfaser-Wickelschicht minimiert werden, da die Glasfasern der oberen ersten Wicklungslage vorteilhafter Weise in den Zwischenräumen der Glasfasern der unterhalb liegenden ersten Wicklungslage zu liegen kommen. Vorzugsweise ist der Wicklungswinkel für zumindest zwei benachbarte erste Wicklungslagen gleich groß. Die Gleichsinnigkeit ist jedoch bereits dann gegeben, wenn der Wicklungswinkel für die zumindest zwei ersten Wicklungslagen im

selben Quadranten liegt.

[0024] Eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass die Glasfaser-Wickelschicht zumindest eine zweite Wicklungslage aus Glasfasern umfasst, wobei die zumindest eine erste Wicklungslage und die zumindest eine zweite Wicklungslage bezogen auf die Leiterachse gegensinnig gewickelt sind. Durch die gegensinnige Wicklung der zweiten Wicklungslage kommt es zu einer kreuzweisen Umwicklung des Leiterkerns. Diese kreuzweise Umwicklung ist insbesondere vorteilhaft, um die ausreichende Umhüllung des Leiterkerns nach erforderlichen Umformprozessen zur Formgebung der Stromschiene sicherzustellen. Selbst an Biegestellen wird durch die überkreuzte Wicklung sichergestellt, dass die Glasfasern nicht so weit auseinandergezogen werden, dass kritische Lücken entstehen. Vorteilhafterweise entsprechen dabei die Wicklungswinkel der ersten Wicklungslage und der zweiten Wicklungslage Komplementärwinkel auf 180°. Die Gegensinnigkeit ist jedoch bereits dann gegeben, wenn der Wicklungswinkel für die zumindest zwei ersten Wicklungslagen in zwei benachbarten Quadranten liegt.

[0025] Für die Bestimmung der zuvor erwähnten Quadranten kann beispielsweise ein Koordinatensystem bestehend aus der Leiterachse und einer Normalebene auf die Leiterachse definiert werden.

[0026] Durch die Kombination von unterschiedlichen Anzahlen und Abfolgen von ersten und zweiten Wicklungslagen lässt sich eine Vielzahl an Aufbauten der Glasfaser-Wickelschicht erreichen, wobei es auch denkbar ist, dass zwischen zwei Wicklungslagen eine Zwischenschicht aus Kunststoff als Trennschicht vorgesehen ist.

[0027] Als besonders vorteilhaft hat es sich herausgestellt, wenn die Glasfaser-Wickelschicht genau eine erste Wicklungslage und genau eine zweite Wicklungslage umfasst, vorzugsweise besteht, oder wenn die Glasfaser-Wickelschicht zwei erste Wicklungslagen und zwei zweite Wicklungslagen umfasst, vorzugsweise daraus besteht.

[0028] Eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass zumindest ein Teil der Glasfasern der Glasfaser-Wickelschicht als Glasfaserbündel gebündelt ist, vorzugsweise dass alle Glasfasern der Glasfaser-Wickelschicht als Glasfaserbündel gebündelt sind. Wie bereits eingangs erwähnt ist es vorteilhaft, wenn die Glasfasern nicht einzeln verwickelt sind, sondern als Glasfaserbündel gebündelt verarbeitet werden, um unter anderem die Reißfestigkeit zu erhöhen und die Verarbeitbarkeit zu verbessern. Grundsätzlich ist es möglich, lediglich einen Teil der verwickelten Glasfasern als Glasfaserbündel zu verarbeiten. Vorteilhaft ist es aus den zuvor erwähnten Gründen jedoch, wenn für die Herstellung der Glasfaser-Wickelschicht ausschließlich Glasfaserbündel verwendet werden, sprich alle Glasfasern der einzelnen Wicklungslagen in Form von Glasfaserbündeln gebündelt sind.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante

der Erfindung ist vorgesehen, dass die Glasfaser-Wickelschicht einen optischen Bedeckungsgrad von zumindest 40%, vorzugsweise zumindest 65%, insbesondere zumindest 90%, bezogen auf eine Mantelfläche des Leiterkerns aufweist. In der Regel reicht bereits ein optischer Bedeckungsgrad von zwischen 40% und 50% bei einer, insbesondere einlagigen, Glasfaser-Wickelschicht aus, um die erforderliche Umhüllung des Leiterkerns zu erreichen. Der optische Bedeckungsgrad kann sowohl durch die Wicklungsdichte als auch durch die Anzahl und Sinngkeit der einzelnen Lagen vergrößert werden. Grundsätzlich gilt: je höher der optische Bedeckungsgrad ist, desto besser ist in der Regel auch der erzielte Grad der Umhüllung.

[0030] Ein besonders einfacher Aufbau der isolierenden Beschichtung wird in einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung dadurch erreicht, dass die Glasfaser-Wickelschicht in die zumindest eine Isolationsschicht eingebettet ist. Unter Einbettung wird dabei verstanden, dass etwaige Zwischenräume zwischen den Glasfasern der Glasfaser-Wickelschicht, insbesondere in dem/ den an die zumindest eine Isolationsschicht angrenzend(en) Bereich(en), durch das Material der Isolationsschicht ausgefüllt sind. Insbesondere von Vorteil ist es, wenn die zumindest eine Isolationsschicht auf die Glasfaser-Wickelschicht aufextrudiert ist.

[0031] In der einfachsten Variante der Erfindung wäre es somit denkbar, dass die isolierende Beschichtung aus der ein- oder mehrlagigen Glasfaser-Wickelschicht und der zumindest einen Isolationsschicht, vorzugsweise aus genau einer Isolationsschicht, besteht.

[0032] Eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass die Glasfaser-Wickelschicht direkt auf den Leiterkern aufgebracht ist. Durch diese Ausführungsvariante kann die Stromschiene besonders einfach und kostengünstig hergestellt werden, da Wartezeiten, beispielsweise aufgrund von erforderlicher Abkühlung oder Aushärtung, minimiert können und der Leiterkern einen stabilen Untergrund für den Umwicklungsprozess bildet.

[0033] Vorteilhaft ergänzt sich diese Ausführungsvariante beispielsweise durch die Kombination mit der zuvor beschriebenen Ausführungsvariante, in der die Glasfaser-Wickelschicht in die zumindest eine Isolationsschicht aus thermoplastischem Kunststoff eingebettet ist.

[0034] In einer weiteren Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass die isolierende Beschichtung eine Matrixschicht aus Kunststoff aufweist, wobei die Glasfaser-Wickelschicht in die Matrixschicht eingebettet ist. Durch die Matrixschicht aus Kunststoff, die - wie zuvor beschrieben - eine Einbettung der Glasfaser-Wickelschicht in eine Kunststoffschicht gewährleistet, kann die Glasfaser-Wickelschicht während des Wicklungsprozesses bzw. vor dem Aufbringen, insbesondere vor dem Aufextrudieren, der zumindest einen Isolationsschicht oder gegebenenfalls einer Zwischenschicht stabilisiert werden. Weiters kann die Matrixschicht dazu dienen, die Haftung zwischen der direkt auf die Glasfaser-Wickelschicht aufge-

brachten Isolationsschicht oder gegebenenfalls Zwischenschicht zu verbessern. Auch kann durch die Matrixschicht der Untergrund für die nächste aufgetragene Schicht gleichmäßig gemacht werden.

[0035] Für die Einbettung der Glasfaser-Wickelschicht in die Matrixschicht kommen mehrere Verfahren in Frage: Entweder die Matrixschicht wird zuerst auf den Leiterkern bzw. auf die unterhalb der Glasfaser-Wickelschicht angeordnete Schicht aufgebracht und wird nachfolgend mit der Glasfaser-Wickelschicht umwickelt oder es wird zuerst die Glasfaser-Wickelschicht umwickelt und danach wird die Matrixschicht aufgebracht. Hierfür kommen beispielsweise Lacke, insbesondere Imprägnierlacke, zum Einsatz.

[0036] Ein besonders einfacher Aufbau der Stromschiene wird im Zusammenhang mit der gegenständlichen Ausführungsvariante dadurch erreicht, dass die isolierende Beschichtung aus der Matrixschicht, der einlagigen oder mehrlagigen Glasfaser-Wickelschicht und der zumindest einen, vorzugsweise genau einen, Isolationsschicht aus thermoplastischem Kunststoff besteht.

[0037] Eine bevorzugte Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass die Matrixschicht aus Kunststofffasern oder Kunststofffäden hergestellt ist, wobei die Kunststofffasern oder Kunststofffäden gemeinsam mit den Glasfasern bzw. den Glasfaserbündeln verwickelt werden, sprich eine Mischwicklung stattfindet und/oder Mischfasern verwickelt werden. Durch nachfolgendes Erhitzen der Mischwicklungsschicht, schmelzen die Kunststofffasern bzw. Kunststofffäden auf und bilden so die einbettende Matrixschicht aus, wodurch insbesondere eine gute Ausfüllung der Zwischenräume in einer mehrlagigen Glasfaser-Wickelschicht erreichen lässt.

[0038] Gemäß den vorstehenden Ausführungen ist es daher besonders vorteilhaft, wenn die Matrixschicht aus geschmolzenen Kunststofffasern oder Kunststofffäden ausgebildet ist. Vorzugsweise werden die Kunststofffasern oder Kunststofffäden gemeinsam mit den Glasfasern der Glasfaser-Wickelschicht, beispielsweise als Mischfasern, verwickelt bevor die Kunststofffasern oder Kunststofffäden durch Erhitzung geschmolzen bzw. plastifiziert werden.

[0039] Wird die Mischwicklungsschicht nicht oder nur teilweise erhitzt, so bilden die (verbleibenden) Kunststofffasern bzw. Kunststofffäden die Matrixschicht aus.

[0040] Auch im Hinblick auf die Fertigungs- bzw. Herstellungs- und Materialkosten ist die Verwicklung von Mischfasern, beispielsweise in Form von Glas-Kunststoff-Mischfasern, insbesondere in Form von Glas-Polyester-Mischfasern, vorteilhaft.

[0041] Aus den bereits oben genannten Gründen ist auch für jene Ausführungsvariante, die eine einbettende Matrixschicht vorsieht, vorgesehen, dass die Glasfaser-Wickelschicht und/oder die Matrixschicht direkt auf den Leiterkern aufgebracht ist. Wie vorstehend erläutert kann die Matrixschicht vor oder nach dem Umwickeln aufgebracht werden bzw. gegebenenfalls nach dem Umwickeln durch Erhitzen ausgebildet werden. Aufgrund der

Zwischenräume zwischen den gewickelten Glasfasern bzw. Glasfaserbündeln, kann auch sowohl Matrixschicht als auch Glasfaser-Wickelschicht in der fertiggestellten Stromschiene jeweils abschnittsweise direkt auf den Leiterkern aufgebracht sein.

[0042] Wenngleich das Aufbringen der Glasfaser-Wickelschicht und/oder der Matrixschicht auf die Oberfläche des Leiterkerns gewisse Vorteile mit sich bringt, ist in alternativen Ausführungsvarianten dennoch vorgesehen, dass die Matrixschicht eine Zwischenschicht der isolierenden Beschichtung ausbildet, sprich zwischen zwei Schichten der isolierenden Beschichtung angeordnet ist. Ein besonders einfacher Schichtaufbau wird in einer isolierenden Beschichtung, die zumindest zwei Isolationsschichten umfasst, entsprechend dadurch erreicht, dass die Matrixschicht zwischen zwei Isolationsschichten angeordnet ist. Eine derartige Ausführungsvariante der Erfindung kann beispielsweise die Haftung zwischen der isolierenden Beschichtung, insbesondere einer inneren Isolationsschicht, und dem Leiterkern verbessern. Der Herstellungsprozess gleicht den zuvor beschriebenen Prozessen, lediglich bildet die innere Isolationsschicht die Basis für die Umwicklung bzw. das Aufbringen der Matrixschicht.

[0043] Alternativ dazu ist in einer weiteren alternativen Ausführungsvariante vorgesehen, dass die Matrixschicht eine äußerste Schicht der isolierenden Beschichtung ausbildet. Im Gegensatz zur zuvor beschriebenen Ausführungsvariante befindet sich damit die zumindest eine Isolationsschicht innerhalb der Matrixschicht. Matrixschicht und Glasfaser-Wickelschicht können wie vorstehend beschrieben aufgebracht werden.

[0044] Vorzugsweise wird die Matrixschicht und/oder die Glasfaser-Wickelschicht auf die zumindest eine Isolationsschicht aus thermoplastischem Kunststoff aufgebracht, während die zumindest eine Isolationsschicht unmittelbar auf den Leiterkern aufgebracht ist.

[0045] Wie bereits obenstehend ausführlich beschrieben, kommen mehrere Herstellungsverfahren für die Einbettung der Glasfaser-Wickelschicht in die Matrixschicht in Frage. Je nachdem welche der Schichten zuerst aufgebracht wird oder ob eine Mischwicklungsschicht (siehe vorstehende Ausführungen) aufgebracht wird, kommen unterschiedliche Materialien bzw. Kunststoffe für die Ausführung der Erfindung in Frage. Als besonders vorteilhaft hat sich die Verwendung von Polyester-basierten Kunststoffen, von Imprägnierlacken oder von Kombinationen aus Imprägnierlackschichten und Polyester-basierten Kunststoffen herausgestellt.

[0046] Auch wenn für die Herstellung von Glasfaser-Wickelschicht und Matrixschicht eine Mischwicklungsschicht verwendet wird, sprich Kunststofffasern, insbesondere Polyesterfasern, oder Kunststofffäden, insbesondere Polyesterfäden, mit verwickelt werden, kann durch nachträgliche Erhitzung eine homogene Matrixschicht aus Kunststoff, insbesondere aus Polyester oder einem Polyester-basierten Kunststoff, erzeugt werden, in welcher die Fäden bzw. Fasern nicht mehr identifizier-

bar sind.

[0047] Ebenfalls ist es denkbar, dass eine Lackschicht, insbesondere eine Imprägnierlackschicht, unterhalb oder oberhalb einer Mischwicklungsschicht aufgebracht wird, sodass die Matrixschicht aus einer Kombination von Lackschicht und Kunststoffschicht gebildet ist.

[0048] Entsprechend sieht eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung vor, dass der Kunststoff der Matrixschicht ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus thermoplastischem Kunststoff, vorzugsweise Polyester, Kunststoff-Fasern, vorzugsweise Polyester-Fasern, Kunststoff-Fäden, vorzugsweise Polyester-Fäden, Lack, vorzugsweise Imprägnierlack, oder Mischungen daraus. Vorzugsweise bestehen die Kunststoff-Fasern und/oder die Kunststoff-Fäden aus einem thermoplastischen Kunststoff, sodass die Kunststoff-Fasern und/oder die Kunststoff-Fäden aufgeschmolzen werden können, um die, vorzugsweise homogene, Matrixschicht auszubilden.

[0049] Um die Temperaturbeständigkeit der zumindest einen Isolationsschicht bei Betriebsbedingungen zu gewährleisten, ist in einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen, dass der thermoplastische Kunststoff der zumindest einen Isolationsschicht zumindest mitteltemperaturbeständig, vorzugsweise hochtemperaturbeständig, ist.

[0050] Unter mitteltemperaturbeständig werden dabei fachüblicherweise Kunststoffe verstanden, die einer Temperaturbelastung von über 90°C, vorzugsweise über 100°C, standhalten. Als Beispiel für einen derartigen thermoplastischen Kunststoff sei der Kunststoff Polyamid 12 [PA12] erwähnt, der eine Temperaturbeständigkeit von ~110°C aufweist. Selbstverständlich ist eine Vielzahl anderer thermoplastischer Kunststoffe denkbar, die derartige Eigenschaften aufweisen.

[0051] Unter hochtemperaturbeständig werden fachüblicherweise Kunststoffe verstanden, die über einen vorgegebenen Zeitraum einer Temperaturbelastung von über 180°C, vorzugsweise über 200°C, standhalten. Als Beispiel für einen derartigen thermoplastischen Kunststoff sei der Kunststoff Polyetheretherketon [PEEK] erwähnt, der eine Temperaturbeständigkeit von 250°C über 20.000h aufweist. Selbstverständlich ist eine Vielzahl anderer thermoplastischer Kunststoffe denkbar, die derartige Eigenschaften aufweisen.

[0052] Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass der thermoplastische Kunststoff der zumindest einen Isolationsschicht ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Polyamid [PA], Polyaryletherketon [PAEK], insbesondere Polyetheretherketon [PEEK], Polyimid [PI], Polyamidimid [PAI], Polyetherimid [PEI], Polyphenylensulfid [PPS], Polyphenylensulfon [PPSU] und Kombinationen davon. Alle vorgenannten Kunststoffe sind gemäß der vorstehenden Definition zumindest mitteltemperaturfest.

[0053] Aufgrund der Glasfaser-Wickelschicht können auch Polyamide, wie beispielsweise PA12, PA11 oder PA6, für die zumindest eine Isolationsschicht verwendet

werden, was einen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber der Verwendung von hochtemperaturfesten Kunststoffen bedingt, die in der Regel teurer sind. Auch wenn hochtemperaturbeständige Kunststoffe für die zumindest eine Isolationsschicht verwendet werden, so kommt der Effekt der Glasfaser-Wickelschicht dennoch bei Extrembedingungen, insbesondere den zuvor erwähnten Testbedingungen, zum Tragen.

[0054] Die Erfindung betrifft entsprechend den vorstehenden Ausführungen auch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Stromschiene in einem Leitungssystem eines E-Mobility-Fahrzeugs, insbesondere eines Elektroautos und/oder eines Hybridautos.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0055] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die Zeichnungen sind beispielhaft und sollen den Erfindungsgedanken zwar darlegen, ihn aber keinesfalls einengen oder gar abschließend wiedergeben.

[0056] Dabei zeigt:

- Fig. 1a einen Querschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels einer Stromschiene mit in einer Isolationsschicht eingebetteter einlagiger Glasfaser-Wickelschicht;
- Fig. 1b einen Querschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels der Stromschiene mit in einer Matrixschicht eingebetteter einlagiger Glasfaser-Wickelschicht;
- Fig. 2a einen Querschnitt des ersten Ausführungsbeispiels mit zweilagiger Glasfaser-Wickelschicht;
- Fig. 2b einen Querschnitt des zweiten Ausführungsbeispiels mit zweilagiger Glasfaser-Wickelschicht;
- Fig. 3a einen Querschnitt des ersten Ausführungsbeispiels mit vierlagiger Glasfaser-Wickelschicht;
- Fig. 3b einen Querschnitt des zweiten Ausführungsbeispiels mit vierlagiger Glasfaser-Wickelschicht;
- Fig. 4 einen Querschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels der Stromschiene mit in einer Matrixschicht eingebetteter zweilagiger Glasfaser-Wickelschicht;
- Fig. 5 einen Querschnitt eines vierten Ausführungsbeispiels der Stromschiene mit in einer Matrixschicht eingebetteter zweilagiger Glasfaser-Wickelschicht;
- Fig. 6 eine dreidimensionale Ansicht des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 2a mit teilweise freigelegten Schichten.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0057] Die Figuren 1a, 2a und 3a zeigen jeweils den

Querschnitt einer ersten Ausführungsvariante einer Stromschiene 1. Die Figuren 1b, 2b und 3b zeigen jeweils den Querschnitt einer zweiten Ausführungsvariante einer Stromschiene 1, wobei der Grundaufbau jeweils analog zu den erstgenannten Figuren ist.

[0058] Die Stromschiene 1 besteht in den besprochenen Ausführungsbeispielen jeweils aus einem zentral angeordneten Leiterkern 2 und einer auf den Leiterkern 2 aufgetragenen elektrisch isolierenden Beschichtung 3. Der Leiterkern 2 weist eine Leiterachse 5 aus, die in den abgebildeten Figuren jeweils aus der Bildebene hinausragt. Die isolierende Beschichtung 3 dient als Berührungs- und/oder Kontaktierungsschutz, welche den Leiterkern 2 vollumfänglich umgibt und somit ummantelt.

[0059] Der Querschnitt des Leiterkerns 2 entspricht einem Flachleiter, welcher eine im Wesentlichen rechteckige Form mit Rundungen an den Kanten aufweist. In den vorliegenden Figuren sind die beiden Breitseiten des Querschnitts als halbrunde Übergangsflächen ausgebildet. Das Verhältnis von Länge zu Breite liegt etwa bei 3:1. Der Leiterquerschnitt des Leiterkerns 2 beträgt in den gegenständlichen Ausführungsbeispielen zwischen etwa 50 mm² und 150 mm².

[0060] Die isolierende Beschichtung 3 umfasst in allen Ausführungsbeispielen zumindest eine Isolationsschicht 4 aus thermoplastischem Kunststoff sowie eine Glasfaser-Wickelschicht 6. Die Glasfaser-Wickelschicht 6 besteht aus einer Vielzahl an Glasfasern, vorzugsweise in Form von Glasfaserbündeln, die ein- oder mehrlagig um den Leiterkern 2 gewickelt sind und diesen umhüllen.

[0061] Die zumindest eine Isolationsschicht 4 besteht vorzugsweise aus einem mitteltemperaturfesten Kunststoff, wie beispielsweise PA12, oder aus einem hochtemperaturfesten Kunststoff, wie beispielsweise PEEK.

[0062] In allen Figuren, insbesondere in den Querschnitten, ist die Umhüllung des Leiterkerns 2 durch die Glasfaser-Wickelschicht 6 deutlich zu erkennen: Über die Mantelfläche des Leiterkerns 2 verteilt ist der Leiterkern 2 von einer Vielzahl an Glasfasern bzw. Glasfaserbündeln umgeben. Die Umwicklung des Leiterkerns 3 durch die Glasfasern bzw. Glasfaserbündel der Glasfaser-Wickelschicht 6 ist besonders deutlich in Fig. 6 zu erkennen, wobei auch ersichtlich ist, dass die Glasfasern bzw. Glasfaserbündel schräg zur Leiterachse 5 verlaufend gewickelt sind.

[0063] Durch die Glasfaser-Wickelschicht 6 wird sichergestellt, dass die Stromschiene 1 auch unter Extrembedingungen die geforderten "Notisolutions"-Eigenschaften aufweist, sprich, dass selbst wenn die Kunststoff enthaltenden Schichten der isolierenden Beschichtung 3 geschmolzen sind, die Glasfasern der Glasfaser-Wickelschicht 6 verhindern, dass der Leiterkern 2 vollständig freiliegt und einen Kurzschluss mit der Umgebung, etwa einer Karosserie eines Elektrofahrzeugs, bilden kann. Dies deshalb, weil sich die Glasfasern der Glasfaser-Wickelschicht 6 aufgrund der Umwicklung nicht vom Leiterkern lösen können und auch bei einer Temperatur von über 500°C bzw. über 750°C weder ver-

brennen noch schmelzen, sondern höchstens aufweichen.

[0064] Das in den Figuren 1a, 2a, 3a dargestellte erste Ausführungsbeispiel zeichnet sich dadurch aus, dass die Glasfaser-Wickelschicht 6 direkt auf den Leiterkern 3 aufgebracht ist. Dabei wird der Leiterkern 3 direkt mit den Glasfasern bzw. Glasfaserbündeln der Glasfaser-Wickelschicht 6 umwickelt, wobei die Glasfaser-Wickelschicht 6 in Fig. 1a einlagig ausgebildet ist und lediglich aus einer ersten Wicklungslage 6a besteht. Die isolierende Beschichtung 3 des ersten Ausführungsbeispiels umfasst neben der Glasfaser-Wickelschicht 6 genau eine Isolationsschicht 4, wobei die Glasfaser-Wickelschicht 6 direkt in die Isolationsschicht 4 eingebettet ist. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Isolationsschicht 4 nach dem Umwickeln des Leiterkerns 2 auf die Glasfaser-Wickelschicht 6 aufextrudiert wird.

[0065] Die Figuren 2a und 3a zeigen dasselbe Ausführungsbeispiel wie Fig. 1a mit in die Isolationsschicht 4 eingebetteter Glasfaser-Wickelschicht 6, jedoch mit zwei bzw. vier Wicklungslagen 6a, 6b. Die Glasfaser-Wickelschicht 6 in Figur 2a besteht aus einer ersten Wicklungslage 6a und einer zweiten Wicklungslage 6b. Wie in Figur 6 zu erkennen ist sind die erste Wicklungslage 6a und die zweite Wicklungslage 6b gegensinnig gewickelt, so dass sie den Leiterkern 2 kreuzweise umwickeln.

[0066] Fig. 3a weist im Unterschied dazu zwei erste Wicklungslagen 6a und zwei zweite Wicklungslagen 6b auf, die sich jeweils abwechseln. Dadurch sind alle aufeinanderfolgenden Wicklungslagen 6a, 6b jeweils gegeneinander überkreuzt verwickelt.

[0067] Der Vergleich der Figuren 1a und 3a zeigt auch, dass es durch die Glasfaser-Wickelschicht 6 zu einem Isolationszuwachs kommt: während die gesamte Schichtdicke der Isolationsschicht 4 in beiden Figuren in etwa gleich groß ist, in der Praxis sind Werte zwischen 0,2 mm und 1,8 mm typisch, wobei einseitige Schichtdicken zwischen 0,4 mm bis 0,8 mm möglich sind, nimmt die Dicke der isolierenden Beschichtung durch die Glasfaser-Wickelschicht 6 in Abhängigkeit der Anzahl der Wicklungslagen 6a, 6b zu. In der Praxis beträgt der Isolationszuwachs durch die Glasfaser-Wickelschicht 6 dabei oftmals zwischen 0,25 mm und 0,31 mm.

[0068] Das zweite Ausführungsbeispiel, welches in den Figuren 1b, 2b und 3b abgebildet ist unterscheidet sich in einigen Aspekten vom ersten Ausführungsbeispiel, wobei in der Folge lediglich auf die Unterschiede eingegangen wird.

[0069] Während die Glasfaser-Wickelschicht 6 im ersten Ausführungsbeispiel in die Isolationsschicht 4 eingebettet ist, umfasst die isolierende Beschichtung 3 im zweiten Ausführungsbeispiel eine Matrixschicht 7 aus Kunststoff, in welche die Glasfaser-Wickelschicht 6 eingebettet ist.

[0070] Die Matrixschicht 7 kann dabei beispielsweise als Lackschicht, vorzugsweise als Prägelackschicht, ausgebildet sein oder als Schicht aus thermoplastischem

Kunststoff, vorzugsweise aus Polyester. Es ist dabei sowohl denkbar, dass die Matrixschicht 7 vor dem Wicklungsprozess zur Herstellung der Glasfaser-Wickelschicht 6 auf den Leiterkern 2 aufgebracht wird als auch dass die Matrixschicht 7 nach der Herstellung der Glasfaser-Wickelschicht 6 auf diese aufgebracht wird. Ist die Matrixschicht 7 als Lackschicht ausgebildet, so wird sie in der Regel vor der Glasfaser-Wickelschicht 6 aufgebracht, ist die Matrixschicht 7 hingegen als Schicht aus thermoplastischem Kunststoff ausgebildet, so wird sie in der Regel nach der Glasfaser-Wickelschicht 6 aufgebracht.

[0071] Eine bevorzugte Ausführungsvariante der Stromschiene 1 sieht einen alternativen Prozess zur gemeinsamen Herstellung von Glasfaser-Wickelschicht 6 und Matrixschicht 7 vor. Dabei werden die Glasfasern bzw. die Glasfaserbündel gemeinsam mit Kunststoffäden bzw. Kunststofffasern, vorzugsweise aus Polyester, verwickelt. Vorzugsweise werden dabei Mischfasern in Form von Glas(faser)-Kunststoff-Mischfasern, insbesondere in Form von Glas(faser)-Polyester-Mischfasern, verwickelt.

[0072] Dadurch entsteht eine Mischwicklungsschicht, die einerseits die Glasfaser-Wickelschicht 6 und andererseits die Matrixschicht 7, welche aus den Kunststoffäden bzw. Kunststofffasern gebildet ist, umfasst. Wird diese Mischwicklungsschicht nach der Wicklung erhitzt, so schmelzen die Kunststoffäden bzw. Kunststofffasern der Matrixschicht 7 und bilden nachfolgend eine weitestgehend homogene Matrixschicht 7, welche die Zwischenräume zwischen den Glasfasern bzw. Glasfaserbündeln der Glasfaser-Wickelschicht 6 ausfüllt. Diese Art der Herstellung lässt sich auch mit einer Lackschicht als Grundlage realisieren, sodass die Matrixschicht 7 in diesem Fall sowohl einen Anteil an Lackschicht als auch einen Anteil an thermoplastischer Kunststoffschicht umfasst.

[0073] Fig. 1b zeigt dabei analog zu Fig. 1a eine einschichtige Glasfaser-Wickelschicht 6 die aus genau einer ersten Wicklungslage 6a besteht, wobei die Glasfaser-Wickelschicht 6 in die Matrixschicht 7 eingebettet ist. Das dargestellte Ausführungsbeispiel wurde mittels des vorstehend beschriebenen Mischwicklungsverfahrens mit anschließender Aufschmelzung hergestellt. Daher sind die Abstände zwischen den einzelnen Glasfasern größer als bspw. im ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1a, da die Zwischenräume durch die zuvor verwickelten Kunststoffäden, vorzugsweise Polyesterfäden, gebildet sind und der Bedeckungsgrad der Glasfaser-Wickelschicht 6 ist im Vergleich niedriger als im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1a.

[0074] Fig. 2b zeigt, ebenso wie Fig. 2a, einen zweischichtigen Aufbau der Glasfaser-Wickelschicht 6. Dabei besteht die in die Matrixschicht 7 eingebettete Glasfaser-Wickelschicht 6 jedoch aus zwei ersten Wicklungslagen 6a, die gleichsinnig verwickelt sind. Es kommt dabei nicht zu einer Überkreuzung der beiden ersten Wicklungslagen 6a, allerdings ordnet sich die obere erste Wicklungs-

lage 6a in den Zwischenräumen der unteren ersten Wicklungslage 6a an.

[0075] Auch Fig. 3b unterscheidet sich in der Abfolge der Wicklungslagen 6a,6b von Fig. 3a: während in Fig. 3a immer eine erste Wicklungslage 6a und eine zweite Wicklungslage 6b abwechselnd angeordnet sind, bilden in Fig. 3b zwei gleichsinnig gewickelte erste Wicklungslagen 6a die unteren zwei Lagen und zwei zweite Wicklungslagen 6b die oberen zwei Lagen. Es kommt dabei zwischen der oberen ersten Wicklungslage 6a und der unteren zweiten Wicklungslage 6b zu einer Überkreuzung, da erste Wicklungslage 6a und zweite Wicklungslage 6b zueinander gegensinnig gewickelt sind. Die beiden zweiten Wicklungslagen 6b sind relativ zueinander jedoch gleichsinnig gewickelt, so wie auch die beiden ersten Wicklungslagen 6a relativ zueinander gleichsinnig gewickelt sind. Grundsätzlich kann die Glasfaser-Wickelschicht beliebig viele erste und zweite Wicklungslagen 6a,6b in beliebigen Abfolgen enthalten.

[0076] In den Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 2b und 3b kann die Matrixschicht 7 beispielsweise, wie zuvor erwähnt, als Lackschicht, vorzugsweise Imprägnierlackschicht, ausgebildet sein, was im Vergleich zum Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1b, eine engere Wicklung der Wicklungslagen 6a,6b bzw. einen höheren Bedeckungsgrad der Glasfaser-Wickelschicht 6 ermöglicht.

[0077] Der Vergleich der Figuren 1b, 2b und 3b zeigt wiederum den durch die Glasfaser-Wickelschicht 6 und die Matrixschicht 7 erzielten Isolationszuwachs. Die Isolationsschicht 4 kann dabei in den Ausführungsbeispielen auf die Matrixschicht 7 aufextrudiert sein.

[0078] Die Figuren 4 und 5 zeigen ein drittes und viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches eine Weiterbildung des zweiten Ausführungsbeispiels darstellt. Während im zweiten Ausführungsbeispiel die Matrixschicht 7 gemeinsam mit der Glasfaser-Wickelschicht 6 direkt auf den Leiterkern 3 aufgebracht sind, bildet die Matrixschicht 7 und die darin eingebettete Glasfaser-Wickelschicht 6 eine Zwischenlage zwischen einer inneren Isolationsschicht 4a und einer äußeren Isolationsschicht 4b. Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 zeigt dabei eine zweilagige Glasfaser-Wickelschicht 6, welche - wie im Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1b beschrieben - durch ein Mischwicklungsverfahren und nachfolgendes Aufschmelzen der verwickelten Kunststoffäden bzw. Kunststofffasern hergestellt wurde.

[0079] Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel, in welchem die Matrixschicht 7 und die darin eingebettete Glasfaser-Wickelschicht 6 eine äußerste Schicht der isolierenden Beschichtung 3 bilden, sprich die Isolationsschicht 4 ummanteln.

[0080] Wenngleich Extrusionsverfahren für die Herstellung bzw. das Aufbringen der zumindest einen Isolationsschicht 4 in allen beschriebenen Ausführungsbeispielen vorteilhaft sind, sind dem Fachmann eine Reihe alternativer Verfahren zur Ummantelung bekannt, u.a. Tauchverfahren, die ebenso zur Herstellung der zumin-

dest einen Isolationsschicht 4 herangezogen werden können.

[0081] Fig. 6 zeigt, wie bereits eingangs erwähnt, eine dreidimensionale Ansicht der Stromschiene 1, deren Querschnitt in Fig. 2a dargestellt ist, wobei die einzelnen Schichten versetzt geschnitten sind. Insbesondere ist dabei die Wicklung der Glasfasern bzw. Glasfaserbündel der beiden Wicklungslagen 6a,6b um den Leiterkern 2 ersichtlich. Weiters ist auch deutlich zu erkennen, wie die Glasfaser-Wickelschicht 6 den Leiterkern 2 umhüllt, sodass es selbst im Falle einer Zerstörung der Isolationsschicht 4 nicht zu einem Ablösen der Glasfaser-Wickelschicht 6 vom Leiterkern 2 kommt. Wenngleich die Stromschiene 1 in Fig. 6 gerade verlaufend abgebildet ist, kann der Verlauf der Stromschiene 1 durch Umformprozesse, wie bspw. Biegen, für den Einsatzzweck beliebig dreidimensional verlaufend angepasst werden.

[0082] Der guten Ordnung halber sei angemerkt, dass die Ausführungsbeispiele, insbesondere im Hinblick auf die Abfolge der Wicklungslagen 6a,6b, beliebig untereinander kombinieren lassen. Auch kann die isolierende Beschichtung 3 weitere Schichten umfassen.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0083]

- 1 Stromschiene
- 2 Leiterkern
- 3 isolierende Beschichtung
- 4 Isolationsschicht
 - 4a innere Isolationsschicht
 - 4b äußere Isolationsschicht
- 5 Leiterachse
- 6 Glasfaser-Wickelschicht
 - 6a erste Wicklungslage
 - 6b zweite Wicklungslage
- 7 Matrixschicht

Patentansprüche

1. Stromschiene (1) zur Leitung von elektrischem Strom in einem Leitungssystem, vorzugsweise eines Fahrzeuges mit zumindest einem Elektromotor,

wobei die Stromschiene (1) einen elektrisch leitenden Leiterkern (2) und eine den Leiterkern (2) ummantelnde elektrisch isolierende Beschichtung (3) aufweist,

wobei die isolierende Beschichtung (3) zumindest eine Isolationsschicht (4) aus einem thermoplastischen Kunststoff umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass

die isolierende Beschichtung (3) eine, den Leiterkern (2) bezogen auf eine Leiterachse (5) umhüllende, Glasfaser-Wickelschicht (6) aufweist.

2. Stromschiene (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Glasfaser-Wickelschicht (6) zumindest eine erste Wicklungslage (6a) aus Glasfasern umfasst, wobei die Glasfasern der Glasfaser-Wickelschicht (6) schräg zur Leiterachse (5) verlaufend gewickelt sind. 5
3. Stromschiene (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Glasfaser-Wickelschicht (6) zumindest zwei erste Wicklungslagen (6a) umfasst und die ersten Wicklungslagen (6a) bezogen auf die Leiterachse (5) gleichsinnig gewickelt sind. 10
4. Stromschiene (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Glasfaser-Wickelschicht (6) zumindest eine zweite Wicklungslage (6b) aus Glasfasern umfasst, wobei die zumindest eine erste Wicklungslage (6a) und die zumindest eine zweite Wicklungslage (6b) bezogen auf die Leiterachse (5) gegensinnig gewickelt sind. 15 20
5. Stromschiene (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Glasfasern der Glasfaser-Wickelschicht (6) als Glasfaserbündel gebündelt ist. 25
6. Stromschiene (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Glasfaser-Wickelschicht (6) einen optischen Bedeckungsgrad von zumindest 40%, vorzugsweise zumindest 65%, insbesondere zumindest 90%, bezogen auf eine Mantelfläche des Leiterkerns (2) aufweist. 30
7. Stromschiene (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Glasfaser-Wickelschicht (6) in die zumindest eine Isolationschicht (4) eingebettet ist. 35
8. Stromschiene (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Glasfaser-Wickelschicht (6) direkt auf den Leiterkern (2) aufgebracht ist. 40
9. Stromschiene (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die isolierende Beschichtung (3) eine Matrixschicht (7) aus Kunststoff aufweist, wobei die Glasfaser-Wickelschicht (6) in die Matrixschicht (7) eingebettet ist. 45
10. Stromschiene (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Glasfaser-Wickelschicht (6) und/oder die Matrixschicht (7) direkt auf den Leiterkern (2) aufgebracht ist. 50
11. Stromschiene (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Matrixschicht (7) zwischen zwei Isolationsschichten (4a,4b) angeordnet ist. 55
12. Stromschiene (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Matrixschicht (7) eine äußerste Schicht der isolierenden Beschichtung (3) ausbildet.
13. Stromschiene (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kunststoff der Matrixschicht (7) ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus thermoplastischem Kunststoff, vorzugsweise Polyester, Kunststoff-Fasern, vorzugsweise Polyester-Fasern, Kunststoff-Fäden, vorzugsweise Polyester-Fäden, Lack, vorzugsweise Imprägnierlack, oder Mischungen daraus.
14. Stromschiene (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der thermoplastische Kunststoff der zumindest einen Isolationschicht (4) zumindest mitteltemperaturbeständig, vorzugsweise hochtemperaturbeständig, ist.
15. Stromschiene (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der thermoplastische Kunststoff der zumindest einen Isolationschicht (4) ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Polyamid [PA], Polyaryletherketon [PAEK], insbesondere Polyetheretherketon [PEEK], Polyimid [PI], Polyamidimid [PAI], Polyetherimid [PEI], Polyphenylsulfid [PPS], Polyphenylsulfon [PPSU] und Kombinationen davon.

FIG 1a

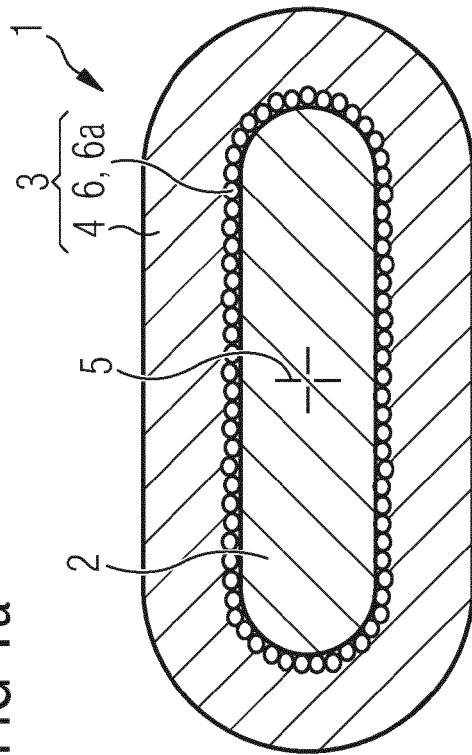


FIG 1b

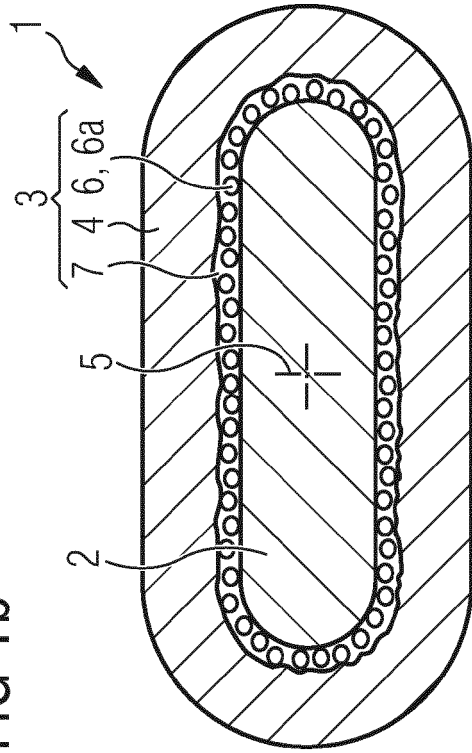


FIG 2a

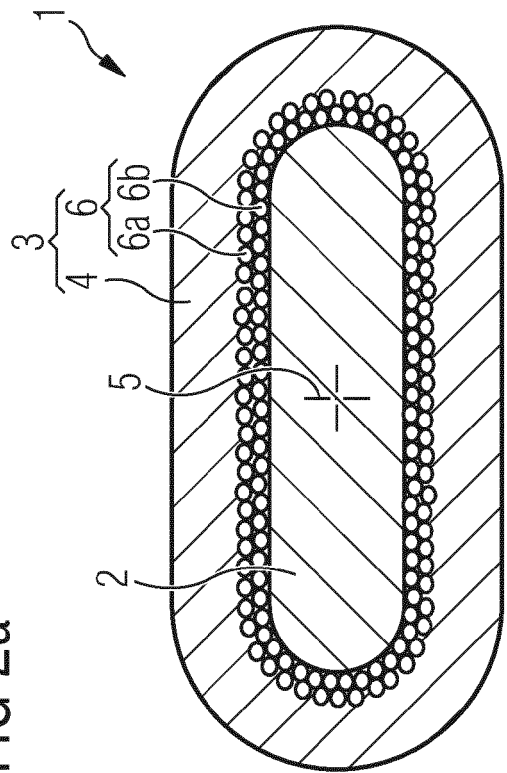


FIG 2b

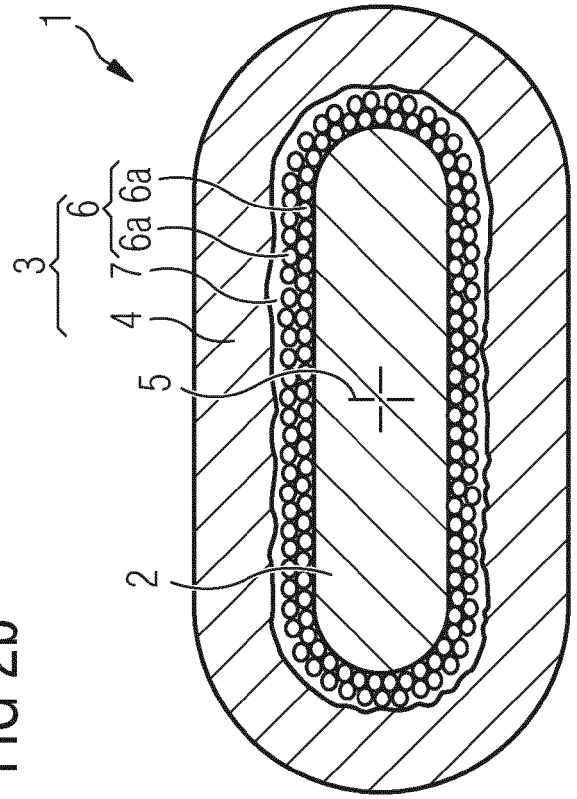


FIG 3a

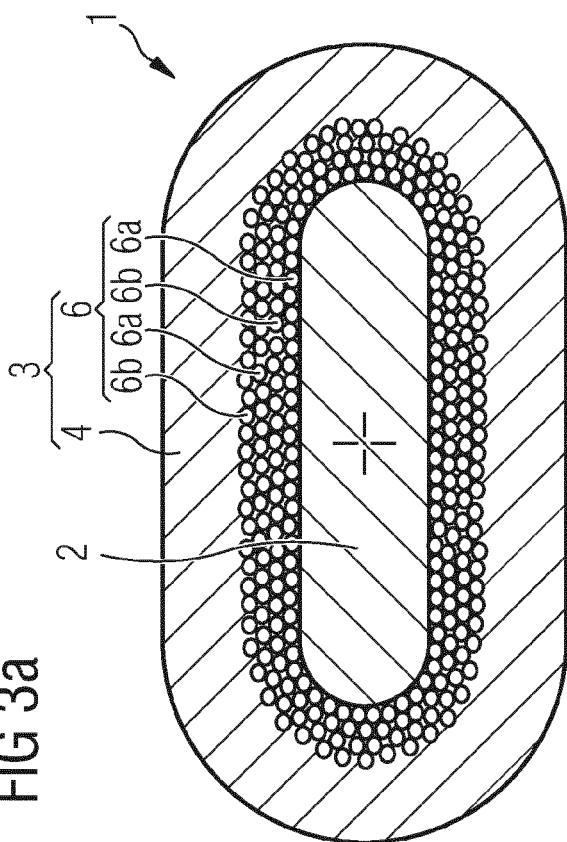


FIG 3b

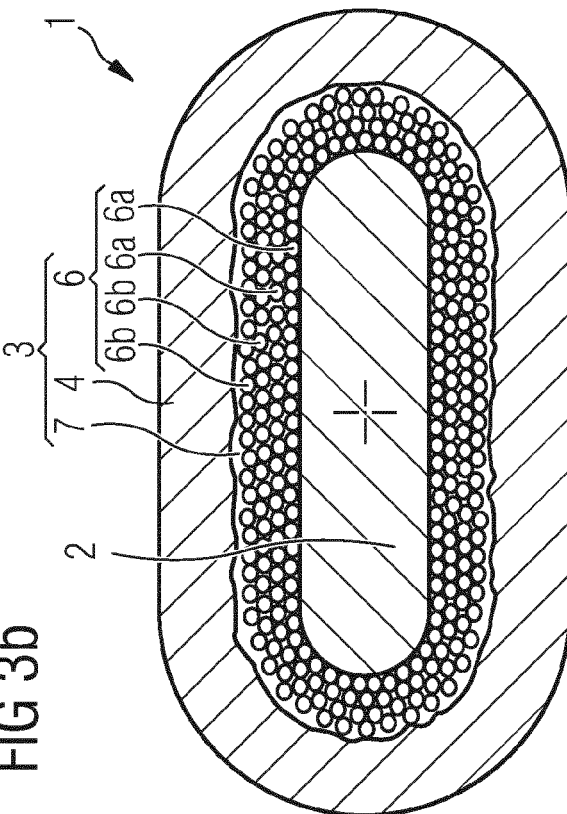


FIG 4

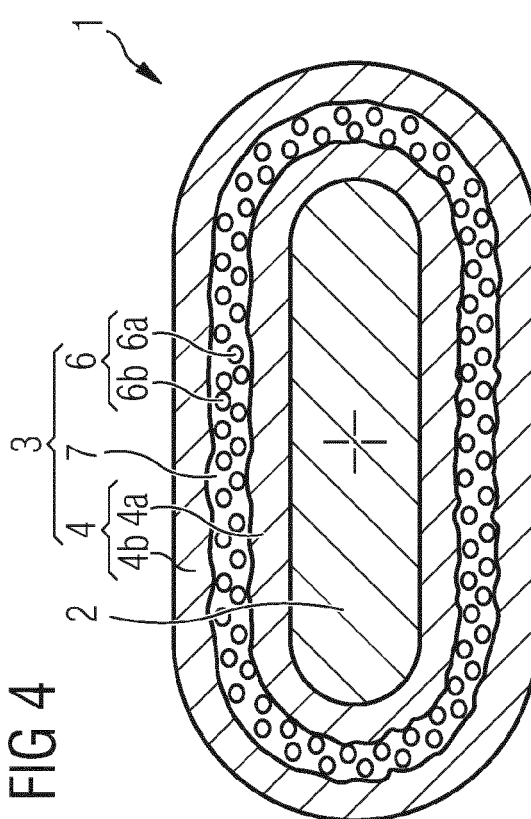


FIG 5

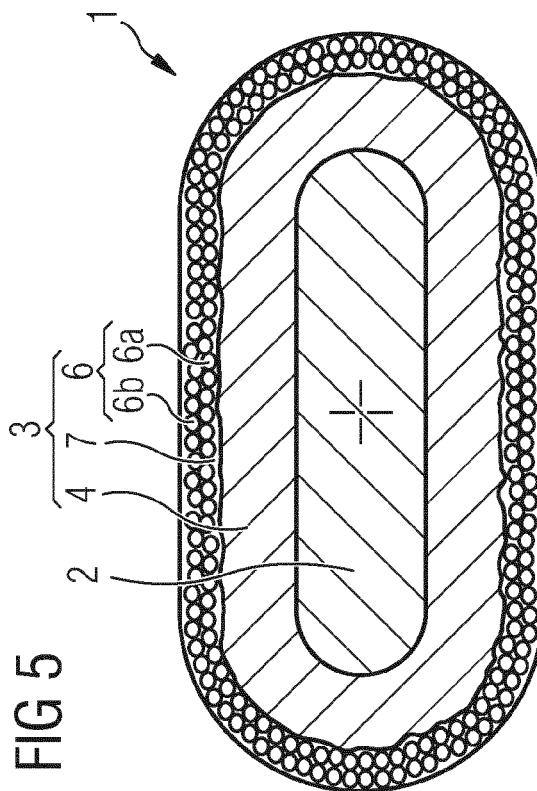
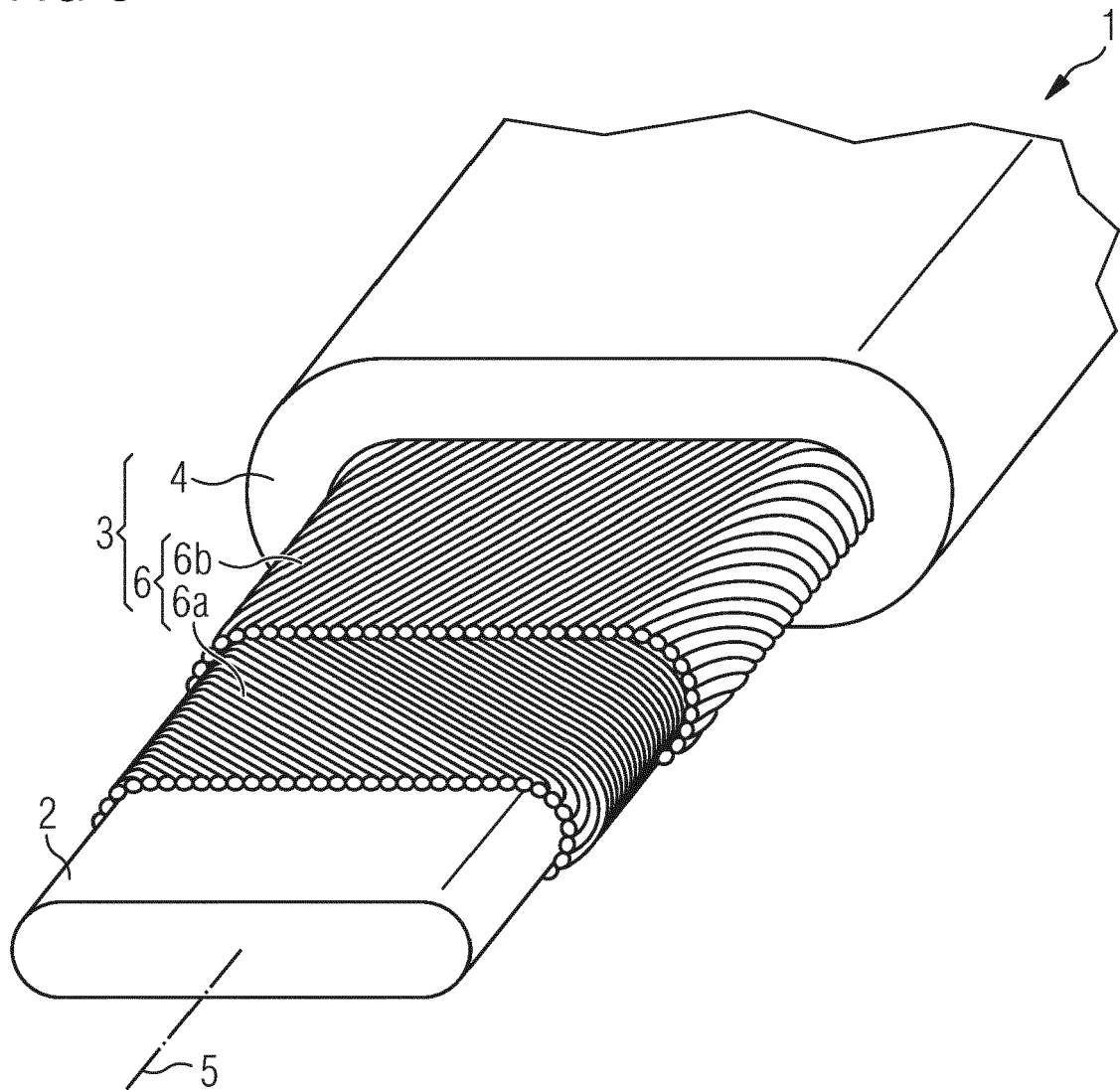


FIG 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 16 8648

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 210 295 951 U (HENAN HUAYANG ELECTRICAL TECH GROUP CO LTD) 10. April 2020 (2020-04-10) * Absatz [0033] der maschinellen Übersetzung; Abbildungen 1, 2 *	1, 2, 4-7, 9, 11, 13-15	INV. H01B7/08 H01B7/18 H01B7/29
X	CN 108 777 191 A (NANJING CHUQING ELECTRONIC TECH CO LTD) 9. November 2018 (2018-11-09) * Absatz [0024] der maschinellen Übersetzung; Abbildung 1 *	1, 2, 4-7, 9, 12-15	
X	CN 209 657 840 U (SHANGHAI SHENMAO MAGNET WIRE CO LTD) 19. November 2019 (2019-11-19) * Absatz [0026] der maschinellen Übersetzung; Abbildungen 1-3 *	1-5, 14, 15	
X	CN 103 474 141 A (HUNAN XINXIN CABLE CO LTD) 25. Dezember 2013 (2013-12-25) * Abbildungen 1, 2 *	1, 2, 4-10, 13, 14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01B
A	DE 32 20 392 A1 (FELTEN & GUILLEAUME ENERGIE [DE]) 1. Dezember 1983 (1983-12-01) * Abbildung 3 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. September 2022	Prüfer Alberti, Michele
KATEGORIE DER GENANNTE 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 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	

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

EP 22 16 8648

5 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.

09-09-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	CN 210295951 U	10-04-2020	KEINE	
15	CN 108777191 A	09-11-2018	KEINE	
	CN 209657840 U	19-11-2019	KEINE	
	CN 103474141 A	25-12-2013	KEINE	
20	DE 3220392 A1	01-12-1983	KEINE	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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