

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Dezember 2018 (27.12.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/234196 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60L 11/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/066019

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Juni 2018 (15.06.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 210 209.8
19. Juni 2017 (19.06.2017) DE

(71) Anmelder: **LEONI KABEL GMBH** [DE/DE]; Marien-
straße 7, 90402 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder: **KÖPPENDÖRFER, Erwin**; Föhrenweg 23,
91126 Schwabach (DE). **SCHILL, Markus**; Rechpacher-
straße 27, 80689 München (DE).

(74) Anwalt: **FDST PATENTANWÄLTE**; Nordostpark 16,
90411 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu
beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

(54) Title: ELECTRICAL SUPPLY SYSTEM AND POWER CABLE

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHES VERSORGUNGSSYSTEM SOWIE STROMKABEL

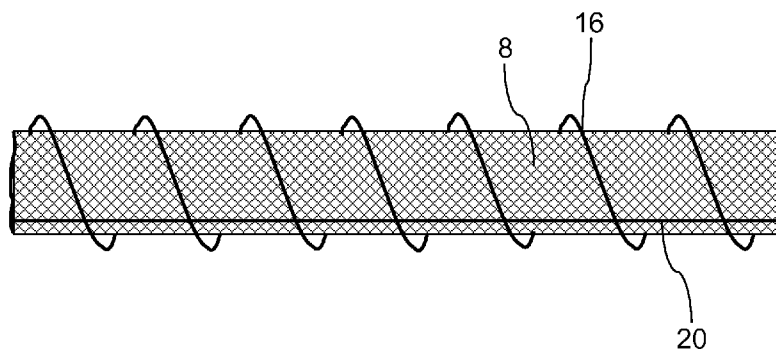


Fig 2

(57) **Abstract:** The invention relates to an electrical supply system, in particular a charging system, having a power cable. The power cable has at least one supply wire, at least one control line, and at least one measurement conductor, which are jointly surrounded by a cable sheath. The at least one measurement conductor is helically wound around the at least one supply wire and is connected to an evaluation unit such that, during operation, the current flowing through the supply wire is determined on the basis of a voltage induced in the measurement conductor.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein elektrisches Versorgungssystem, insbesondere Ladesystem, mit einem Stromkabel angegeben. Das Stromkabel weist zumindest eine Versorgungsader, zumindest eine Steuerleitung sowie zumindest einen Messleiter auf, welche gemeinsam von einem Kabelmantel umgeben sind. Der zumindest eine Messleiter ist helixförmig um die zumindest eine Versorgungsader gewunden und mit einer Auswerteeinheit verbunden, sodass im Betrieb eine Ermittlung des über die Versorgungsader fließenden Stroms anhand einer in den Messleiter induzierten Spannung erfolgt.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2018/234196 A1

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

5

Beschreibung

Elektrisches Versorgungssystem sowie Stromkabel

10

Die Erfindung betrifft ein elektrisches Versorgungssystem, insbesondere ein Ladesystem mit einem Stromkabel sowie ein Stromkabel für ein solches elektrisches Versorgungssystem.

15

Unter elektrisches Versorgungssystem wird vorliegend ein System verstanden, bei dem eine elektrische Einheit über ein Kabel mit elektrischer Leistung versorgt wird.

20

In vielen Systemen ist die Kenntnis des im Kabel fließenden Stroms relevant, beispielsweise um das Kabel oder auch die daran angeschlossenen Einheiten zu schützen.

25

Im Bereich der Elektromobilität werden elektrisch betriebene Fahrzeuge mit Hilfe von Ladesystemen geladen. Das Ladesystem weist hierbei typischerweise eine Ladestation sowie ein Ladekabel auf. Beim Ladevorgang selbst ist die zu ladende Batterie des Fahrzeugs Teil des Ladesystems.

30

Derartige Ladekabel sind dabei häufig zur Übertragung von sehr hohen Strömen, beispielsweise mit Werten im Bereich von mehr als 100 A ausgebildet. In der Norm IEC61851-1 werden unterschiedliche Lademodi für das Aufladen einer Batterie eines elektromotorisch angetriebenen Kraftfahrzeugs behandelt. Generell besteht die Möglichkeit, für den Ladevorgang über das Ladekabel sowohl Wechselstrom als auch Gleichstrom zu übertragen. Speziell bei hohen Ladeströmen werden die Ladevorgänge bevorzugt mit Gleichstrom durchgeführt, da dann fahrzeugseitig keine Umwandlung mehr erforderlich ist.

Für Schnellladevorgänge werden dabei Ströme, typischerweise mit einem Wert im Bereich zwischen 100 A und 400 A oder auch bis zu 1000A übertragen. Speziell die sogenannte Mode 4 Ladebetriebsart gemäß der Norm IEC61851-1 betrifft ein
5 derartiges Schnellladen.

Bei derartigen Ladekabeln ist die Kenntnis des aktuellen Ladestroms von Bedeutung und daher eine Messung des Ladestroms gewünscht.

10 Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, den Strom mittels eines Spannungsabfalls über einen bekannten Widerstand zu ermitteln. Dies hat jedoch bei den großen Ladeströmen den Nachteil einer hohen Verlustleistung, was zu einer zusätzlichen Erwärmung führt. Gerade die Erwärmung des Ladekabels stellt jedoch ein gewisses Problem dar, da aus Gründen des Berührungsschutzes eine Maximaltemperatur
15 nicht überschritten werden darf.

Für die Messung von Wechselströmen ist eine induktive Messung, d.h. eine Messung mit Hilfe einer um den stromdurchflossenen Leiter angeordneten Spule bekannt. Hierzu wird insbesondere eine sogenannte Rogowski-Spule eingesetzt.

20

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, bei einem elektrischen Versorgungssystem, insbesondere einem Ladesystem, eine zuverlässige und einfache Messung eines über das Kabel fließenden Stroms zu ermöglichen.

25

Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst durch ein elektrisches Versorgungssystem, insbesondere ein Ladesystem, welches ein sich in eine Längsrichtung erstreckendes Stromkabel aufweist, mit zumindest einer Versorgungsader sowie zumindest einem Messleiter und einen die zumindest eine Versorgungsader und den zumindest einen Messleiter gemeinsam umgebenden Kabelmantel. Im
30 Betrieb fließt über die zumindest eine Versorgungsader ein elektrischer Strom, insbesondere ein Ladestrom. Insbesondere ist das Stromkabel für eine Übertragung von elektrischen Strömen von typischerweise > 50 A und insbesondere auch

> 100 A und vorzugsweise zur Übertragung von Strömen bis zu 400A, bis zu 600A oder bis zu 1000A ausgebildet.

Der innerhalb des Kabelmantels im Stromkabel mitgeführte Messleiter dient zur Erfassung des über die zumindest eine Versorgungssader fließenden Stroms. Hierzu ist er um die zumindest eine Versorgungssader helixförmig mit einer Anzahl von Windungen gewunden. Weiterhin ist der Messleiter zumindest im Betrieb, wenn also der über das Stromkabel fließende Strom gemessen werden soll, mit einer Auswerteeinheit verbunden. Diese ist dabei zur Ermittlung des über die zumindest eine Versorgungssader fließenden Stroms anhand einer in den Messleiter induzierten Spannung ausgebildet.

Bei dem Messleiter handelt es sich bevorzugt um eine Messader, also um einen von einem Isolationsmantel umgebenen Leiter. Der Messleiter selbst ist insbesondere als Litzenleiter ausgebildet. Der Messleiter weist bevorzugt einen im Vergleich zur Versorgungssader deutlich kleineren Leiterquerschnitt mit einem Wert im Bereich von $0,05\text{mm}^2$ bis maximal 1mm^2 , vorzugsweise bis maximal $0,5\text{mm}^2$ auf.

Alternativ zur Ausbildung einer Messader kann grundsätzlich auch ein blanker Messleiter ohne Isolationsmantel verwendet werden. Der Messleiter ist zu weiteren Komponenten, wie beispielsweise den Versorgungssadern oder auch einer Schirmung eine elektrische Isolierung auf. Diese ist beispielsweise durch den Kabelmantel und/oder ein Adermantel der Versorgungssadern gewährleistet sein.

Durch diese Ausgestaltung ist daher ein Stromkabel, insbesondere Ladekabel geschaffen, welches mit einem integrierten Sensorelement in Form des Messleiters zur Strommessung ausgebildet ist. Zusätzliche Strommesselemente außerhalb des Kabels – abgesehen von der erforderlichen Auswerteeinheit zur Auswertung der in den Messleiter induzierten Spannungen – sind daher nicht erforderlich.

Der Vorteil der Integration des nach Art einer Spule um die zumindest eine Versorgungssader gewendelten Messleiters ist darin zu sehen, dass durch die Integration in das Stromkabel eine besonders einfache und genaue Erfassung des flie-

ßenden Stroms ermöglicht ist, da sich die durch den Messleiter gebildete Spule über eine vergleichsweise große Länge mit einer entsprechenden Anzahl an Windungen erstrecken kann.

5 Zweckdienlicherweise ist im Stromkabel zusätzlich eine Rückleitung integriert. Die Rückleitung ist einerseits mit einem Ende des Messleiters und andererseits mit der Auswerteeinheit verbindbar, insbesondere verbunden. Somit ist es ermöglicht, beide Spulenanschlüsse (Beginn des Messleiters und Ende des Rückleiters) an einem Kabelende abzugreifen und mit der Auswerteeinheit zu verbinden. Mit an-
10 dere Worten: Durch die Rückleitung liegen beide Spulenanschlüsse nebeneinander und ermöglichen somit eine insbesondere platzsparende Anordnung. Um elektromagnetische Störungen, insbesondere im Betrieb der Messleitung zu verhindern, ist die Rückleitung magnetisch neutral von dem Ende der Messleitung zu der Auswerteeinheit innerhalb des Stromkabels angeordnet. Unter magnetisch
15 neutral wird vorliegend verstanden, dass ein durch die Rückleitung erzeugtes magnetisches Feld zumindest einen reduzierten, insbesondere keinen störenden Einfluss auf den Messleiter ausübt. Bevorzugt ist die Rückleitung – anders als der Messleiter - nicht um die Versorgungsader gewickelt, sondern erstreckt sich beispielsweise geradlinig innerhalb des Stromkabels oder ist Teil eines Verseilver-
20 bundes.

Gemäß einer bevorzugten Ausbildung ist an jedem Ende des zumindest einen Messleiters ein insbesondere steuerbares Schaltelement, beispielsweise ein elektronischer Schalter angeordnet. Das Schaltelement dient einer bedarfsweisen Ver-
25 bindung des Messleiters mit der Rückleitung. D.h. mittels der steuerbaren Schaltelemente ist an jedem Ende des Messleiters wahlweise ein schaltungstechnischer Leerlauf oder Kurzschluss realisierbar. Hierdurch kann durch entsprechende Ansteuerung der Schaltelemente gewählt werden, an welchem Ende des Kabels die in den Messleiter induzierte Spannung zur Ermittlung des Stromes „abgegriffen“
30 wird. Die Anordnung der steuerbaren Schaltelemente beruht auf der Überlegung, dass in Abhängigkeit eines zu ladenden Kraftfahrzeugs entweder eine Ermittlung des Stroms seitens der beispielsweise in einer Ladesäule angeordneten Auswer-

teeinheit erfolgt, oder eine Einheit in dem zu ladenden Kraftfahrzeug den Strom ermittelt.

Mit anderen Worten: Beispielsweise ist das Stromkabel mit einem Ende an einer Ladesäule (ladesäulenseitig) angeordnet und mit dem anderen Ende an ein zu ladendes Kraftfahrzeug (fahrzeugseitig) angeschlossen. Sowohl ladesäulenseitig als auch fahrzeugseitig ist ein steuerbares Schaltelement angeordnet. Wird nun im Betrieb, also beim Laden des Kraftfahrzeugs, der Strom ladesäulenseitig ermittelt, so ist das fahrzeugseitig angeordnete Schaltelement geschlossen, sodass ladesäulenseitig ein Leerlauf zum Abgreifen der in den Messleiter induzierten Spannung realisiert ist. Mittels der Auswerteeinheit, welche in der Ladesäule angeordnet ist, erfolgt anschließend eine Auswertung der induzierten Spannung hinsichtlich des zu ermittelnden Stroms. Analog dazu erfolgt bei einer fahrzeugseitigen Ermittlung des Stroms ein Schließen des ladesäulenseitig angeordneten Schaltelements zur Realisierung eines fahrzeugseitigen Leerlaufs. Ein Abgreifen der induzierten Spannung und eine anschließende Auswertung erfolgen analog, allerdings mittels einer, beispielsweise im Kraftfahrzeug angeordneten Einheit.

Zur Steuerung der Schaltelemente weist vorzugsweise sowohl das Ladesystem, insbesondere eine Ladesäule, als auch das zu ladende Kraftfahrzeug zumindest eine Steuereinheit auf. Die Steuereinheiten sind bevorzugt derart eingerichtet, dass sie untereinander, beispielsweise mittels im Stromkabel angeordneten Steuerleitungen, miteinander kommunizieren. Alternativ ist die Auswerteeinheit zusätzlich zur Steuerung der Schaltelemente eingerichtet, insbesondere bei einem Fehlen einer Steuereinheit auf Seiten des zu ladenden Kraftfahrzeuges, sodass in diesem Fall eine Ermittlung des Stromes mittels der in der Ladesäule angeordneten Auswerteeinheit erfolgt.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist das elektrische Versorgungssystem als ein Gleichstrom-System ausgebildet, d.h. im Betrieb fließt über die zumindest eine Versorgungsader Gleichstrom.

Eine Messung von Gleichstrom mittels einer induktiven Ankopplung beruht allgemein auf der Überlegung, dass es ausreichend ist, bei einer Gleichstromversorgung Veränderungen des Gleichstroms, beispielsweise beim Zu- oder Abschalten sowie auch Schwankungen während des Betriebs zu erfassen und entsprechend zu berücksichtigen.

Zur korrekten Erfassung des aktuell fließenden Gleichstroms ist die Auswerteeinheit zweckdienlicherweise dazu ausgebildet, bei Änderungen des Gleichstroms einen zuvor ermittelten Wert für den fließenden Strom fortlaufend zu korrigieren und anzupassen. Die Auswerteeinheit summiert daher quasi fortlaufend erfasste Stromänderungen auf, um den aktuell fließenden Strom zu ermitteln. So erfasst die Auswerteeinheit beispielsweise beim Einschalten des Gleichstroms die aufgrund der Stromänderung induzierte Spannung und bestimmt hieraus zunächst den Strom. Bei nachfolgenden Stromänderungen, beispielsweise in Folge von Schwankungen oder Regelungseingriffen beispielsweise beim Ladevorgang, wird die durch die Strömänderung induzierte Spannung ausgewertet. Diese ermittelten Werte für die Stromänderung (sowohl negativ als auch positiv) werden auf den zuvor erfassten Wert für den fließenden Strom aufsummiert, um somit den aktuellen Wert für den fließenden Strom zu ermitteln.

Der Messleiter ist dabei vorzugsweise unmittelbar um die zumindest eine Versorgungssader gewickelt. Hierdurch ist der Messleiter möglichst nahe an dem Leiter angeordnet, über dem der Strom fließt.

Bei vielen Stromkabeln sind mehrere Versorgungsadern angeordnet, über die jeweils ein Teil des gesamten Stroms fließt. Häufig reicht es aus, wenn lediglich eine Versorgungssader überwacht und mit einer Signallader umwickelt ist.

Vorzugsweise ist jedoch – insbesondere bei einer Gleichstromversorgung – um jede Versorgungssader eines Strompfades ein Messleiter gewickelt, dessen Spannung ausgewertet wird.

Bei einer Gleichstromversorgung sind im Stromkabel zumindest ein und vorzugsweise mehrere Versorgungsaderpaare angeordnet. Die eine Ader des Versorgungsaderpaars bildet dabei eine „Plusader“ und die andere eine „Minusader“. Ein jeweiliges Aderpaar definiert dabei einen Strompfad. Es ist daher um zumindest
5 eine, vorzugsweise genau eine der beiden Adern ein Messleiter gewickelt, über den der über diesen Strompfad fließende Strom ermittelbar ist. Bei einer Wechselstromversorgung wird unter Strompfad jeweils eine einen Phasenleiter definierende Versorgungsader verstanden

10 Gemäß einer alternativen Ausgestaltung ist der Messleiter bei mehreren Versorgungsadern im Stromkabel um mehrere, vorzugsweise alle Versorgungsadern gewickelt, sodass also vorzugsweise lediglich ein einziger, gemeinsamer Messleiter vorgesehen ist. Über diesen wird dann der über das Kabel fließende Gesamtstrom erfasst. Das Kabel weist beispielsweise allgemein mehrere Leitungselemente auf, wobei neben den Versorgungsadern noch weitere insbesondere elektrische
15 Übertragungselemente, wie beispielsweise Steuerleitungen, etc. integriert sind. Sämtliche Leitungselemente bilden dabei einen Leitungskern oder Kabelkern aus. Ein gemeinsamer Messleiter nach der zuvor genannten alternativen Ausgestaltung ist beispielsweise um diesen Leitungskern gewickelt.

20 In bevorzugter Ausbildung weist der Messleiter eine Wicklungsdichte mit einem Wert im Bereich von 5 bis 100 Wicklungen pro laufenden Meter, insbesondere einen Wert im Bereich von 10 bis 50 Wicklungen pro laufenden Meter auf. Diese Ausbildung weist insbesondere fertigungsbedingte Vorteile auf. Weiterhin ist mittels der angegebenen Wicklungsdichte eine Biegewechselresistenz seitens des
25 Messleiters erreicht. Mit anderen Worten: Durch die angegebene Wicklungsdichte ist erreicht, dass sich der Messleiter bei einer Biegung des Stromkabels nicht von der Versorgungsader, um die er gewickelt ist in radialer Richtung zur Längsrichtung abspreizt. Eine derartige Abspreizung hat beispielsweise eine unerwünschte Reduzierung der Messsensitivität des Messleiters zur Folge.
30

Grundsätzlich besteht aufgrund der typischerweise sehr dünnen Messleitern auch die Möglichkeit, die Wicklungsdichte höher zu wählen, beispielsweise im Bereich

zwischen 1.000 und 2.000 Wicklungen pro laufender Meter. Aus herstellungstechnischen Gründen und wegen des erhöhten Materialbedarfs wird jedoch eine Beschränkung der Wicklungsdichte auf maximal < 100 Windungen pro laufender Meter bevorzugt.

5

In bevorzugter Ausgestaltung ist der Messleiter kontinuierlich über die gesamte Länge des Kabels um die zumindest eine Versorgungsader gewickelt. Zumindest ist der Messleiter über den größten Teil der Länge, also zumindest über 50%, vorzugsweise über zumindest 75% um die zumindest eine Versorgungsader gewickelt.

10

Speziell wird bei der Herstellung des Stromkabels dieses zunächst als ein Endloselement mit in Längsrichtung gleichbleibendem Aufbau ausgebildet. Hierdurch ist eine einfache und kostengünstige Fertigung ermöglicht.

15

Stromkabel, insbesondere Ladekabel für Elektro- oder Hybridfahrzeuge mit elektrischen Fahrmotoren weisen üblicherweise genormte Ladestecker auf. Relevante Normen hierzu sind gegenwärtig die IEC 62196 -2 (Typ 2- Stecker und Typ 3- Stecker), SAE J1772 bzw. IEC 62196-2 (Typ 1-Stecker). Das Stromkabel ist allgemein zumindest an einem Ende mit einem Stecker, insbesondere einem genormten Ladestecker beispielsweise gemäß vorgenannter oder (zukünftiger) vergleichbarer Normen versehen.

20

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist der Stecker mehrere Kontaktelemente auf. Der Messleiter ist vorzugsweise mit zumindest einem, vorzugsweise mit zwei Kontaktelementen Stecker verbunden. Der Vorteil dieser Ausgestaltung ist in der einfachen Anschlussmöglichkeit der Messleitung, beispielsweise an die Auswerteeinheit zu sehen, speziell wenn die Auswerteeinheit fahrzeugseitig angeordnet ist.

25

Bei Systemen, bei denen das Kabel unmittelbar an der Ladestation befestigt ist, also nicht über eine Steckverbindung, ist der Messleiter vorzugsweise unmittelbar zu einer Auswerteeinheit in der Ladestation geführt.

30

Die Auswerteeinheit kann grundsätzlich an unterschiedlichen Positionen angeordnet sein. Neben einer möglichen Integration in das Stromkabel, speziell beispielsweise in einen Stecker ist sie vorzugsweise in einer der Einheiten integriert, die
5 über das Stromkabel miteinander verbunden sind, also insbesondere entweder in der Ladesäule oder im Fahrzeug. Vorzugsweise ist die Auswerteeinheit auf Seite der Stromquelle, also insbesondere in der Ladesäule integriert.

Bei mehreren Versorgungsadern, die mit jeweils einem Messleiter umwickelt sind
10 nimmt – bei einer Verbindung der Messleiter- / Spulenenden jeweils mit einem Kontaktelement im Stecker – die Anzahl der zusätzlich erforderlichen Kontaktelemente im Stecker zu. Speziell für diesen Fall ist gemäß einer bevorzugten Weiterbildung im Stromkabel, insbesondere im Stecker, ein Kommunikationsmodul integriert, welches die induzierte Spannung in ein insbesondere digitales Datensignal
15 für eine Weitergabe an die Auswerteeinheit wandelt. Die einzelnen von den Messleitern bereitgestellten Spannungswerte werden daher in ein insbesondere digitales Datensignal umgewandelt (digitalisierter Spannungswert oder auch daraus abgeleiteter Stromwert), welches sich dann in einfacher Weise an die Auswerteeinheit, beispielsweise im Fahrzeug, weiterleiten lässt. Die Weitergabe des Datensignals erfolgt beispielsweise mittels der im Kabel sowieso angeordneten Datenleitungen. Oder über lediglich ein zusätzliches Kontaktelement-Paar im Stecker.
20

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Diese zeigen jeweils in vereinfachten Darstellungen:
25

- Fig 1 eine Querschnittsdarstellung eines Stromkabels,
- Fig 2 eine Seitenansicht einer mit einem Messleiter umwickelten Versorgungsader
- 30 Fig 3 eine schematische Darstellung eines an eine Ladesäule zu ladenden Kraftfahrzeuges

In den Figuren sind gleichwirkende Teile mit den gleichen Bezugszeichen dargestellt.

5 In Fig 1 ist ein zu einem Ladekabel ausgebildetes Stromkabel 2 im Querschnitt dargestellt, welches Teil eines elektrischen Versorgungssystems 4, insbesondere eines Ladesystems zum Laden von elektromotorisch angetriebenen Kraftfahrzeugen ist.

10 Das Stromkabel 2 erstreckt sich in eine Längsrichtung 6 und weist mehrere, im Ausführungsbeispiel fünf Versorgungsadern 8 auf. Das im Ausführungsbeispiel dargestellte Stromkabel 2 ist zu einem Laden, insbesondere nach einer der bereits beschriebenen Ladebetriebsmodi, speziell zu einem Laden mit Gleichstrom ausgebildet. Somit ist das Stromkabel 2 typischerweise zu einem Führen von Strömen mit einem Wert $> 50\text{A}$ und insbesondere mit einem Wert von $> 100\text{A}$ ausgelegt. Hierzu bilden jeweils zwei Versorgungsadern 8 ein Versorgungsaderpaar 10. D.h. eine Versorgungsader 8 des Versorgungsaderpaar 10 dient einer Zuführung eines elektrischen Ladestromes zu dem zu ladenden Kraftfahrzeug, während die andere Versorgungsader 8 des gleichen Versorgungsaderpaares 10 als Rückführung des Ladestromes von dem zu ladenden Kraftfahrzeug dient und somit den (Lade-)Stromkreis schließt. Im Ausführungsbeispiel weist das Stromkabel 2 somit zwei Versorgungsaderpaare 10 und eine Erdungsader 11 auf, wodurch sich ein durch das Stromkabel 2 fließender Gesamtstrom auf die Versorgungsaderpaare 10 aufteilt.

25 Das Stromkabel 2 weist weiterhin mehrere, im Ausführungsbeispiel drei Steuerleitungen 12 auf. Die Steuerleitungen 12 dienen beispielsweise einer Übertragung von Steuersignalen, beispielsweise zum Starten und Beenden eines Ladevorgangs, also allgemein zur Kommunikation.

30 Sowohl die Versorgungsadern 8 als auch die Steuerleitungen 12 weisen einen Adermantel 14 aus einem Kunststoff, beispielsweise Polyurethan (PUR) auf.

Zur Ermittlung des durch die Versorgungsadern 8 fließenden Stromes weist das Stromkabel 2 pro Versorgungsaderpaar 10 einen Messleiter 16 auf. Der Messleiter 16 ist im Ausführungsbeispiel nach Art eines Litzendrahtes ausgebildet. Analog zum Adermantel 14 der Versorgungsadern 8 und der Steuerleitungen 12 ist auch
5 der Messleiter 16 unmittelbar von einem Isoliermantel 18 aus einem Kunststoff, beispielsweise Polyurethan (PUR) oder Polyethylen (PE) umgeben, so dass eine Messader ausgebildet ist, bestehend aus dem Messleiter 16 und dem Isoliermantel 18.

10 Weiterhin ist in dem Stromkabel 2 pro Messleiter 16 eine Rückleitung 20 integriert, welche einerseits endseitig mit dem Messleiter 16 verbunden ist oder verbindbar ist. Auch diese ist als eine Ader, also als ein von einem Adermantel umgebenen Leiter, vorzugsweise Litzenleiter ausgebildet.

15 Um das Stromkabel 2 beispielsweise vor mechanischer Beanspruchung oder Witterungseinflüssen zu schützen, weist dieses einen die Versorgungsadern 8, die Messleiter 16 sowie die Rückleitungen 20 umgebenden Kabelmantel 21 aus einem insbesondere strapazierfähigen Kunststoff, beispielsweise Polyvinylchlorid (PVC) auf.

20 In Fig 2 ist eine Seitenansicht einer Versorgungsader 8 dargestellt. Um die Versorgungsader 8 ist helixförmig der Messleiter 16 angeordnet, insbesondere gewickelt. Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zugrunde, dass mittels der helixförmigen Anordnung des Messleiters 16 eine Spule realisiert ist, in der bei einem
25 Stromfluss durch die Versorgungsader 8 eine Spannung induziert wird. Die induzierte Spannung ist gemäß des Rogowski-Prinzips mit dem durch die Versorgungsader 8 fließenden Stroms proportional korreliert, wodurch somit ohne Eingriff in das Versorgungssystem 4 nehmen zu müssen, eine Ermittlung des Stromes realisiert ist.

30 Zur Ausbildung der Spule, insbesondere zur Ausbildung einer Spule, bei der beide Spulenanschlüssen bevorzugt nebeneinander angeordnet sind, ist einem jeden Messleiter 16 jeweils eine Rückleitung 20 zugeordnet, welche einerseits endseitig

an dem Messleiter 16 angeschlossen ist und vorzugsweise parallel zur Versorgungsader 8 angeordnet ist. Mit anderen Worten: Die Rückleitung 20 verläuft somit von einem Ende des Messleiters 16 zum anderen Ende des Messleiters 16.

- 5 Im Ausführungsbeispiel weist der Messleiter 16 bevorzugt eine Wicklungsdichte von 5 bis 100 Wicklungen pro laufenden Meter und insbesondere eine Wicklungsdichte von 10 bis 50 Wicklungen pro laufenden Meter auf.

Die Herstellung des Stromkabels 2 erfolgt vorzugsweise in einem Endlosverfahren. Hierdurch ist eine einfache Fertigung insbesondere durch Heranziehung herkömmlicher und bekannter Herstellungsverfahren gewährleistet. Das Stromkabel wird nach der Endlos-Fertigung üblicherweise auf eine Trommel aufgewickelt. Zur Konfektionierung wird das Stromkabel auf eine gewünschte Länge, typischerweise von mehreren Metern, z. b. von 4m bis 10m bei einem Ladekabel abgelängt. Üblicherweise wird an das eine Ende des Stromkabels 2 ein Stecker 26 angeschlagen und das andere Ende wird direkt beispielsweise an eine Ladesäule 22 angeschlossen.

In Fig. 3 ist eine schematische Darstellung eines zum Laden an einer solchen Ladesäule 22 angeschlossenen elektromotorisch angetriebenen Kraftfahrzeugs 24 gezeigt. Unter dem elektromotorisch angetriebenen Kraftfahrzeug 24 wird insbesondere ein Personenkraftwagen verstanden, welcher entweder einen hybriden Antrieb (Elektromotor und Verbrennungsmotor), sog. Plug-In Hybride oder einen reinen elektromotorischen Antrieb (Elektromotor) aufweist. Das elektromotorisch angetriebene Kraftfahrzeug 24 wird im Folgenden aus Gründen der Vereinfachung als PKW bezeichnet.

Der PKW 24 ist im Ausführungsbeispiel mittels des Stromkabels 2 an die Ladesäule 22 angeschlossen. Hierzu weist das Stromkabel 2 zumindest an dem Ende, welches zu einer reversibel kraftschlüssigen Verbindung mit dem PKW 24 angeschlossen wird den Stecker 26 bereits genannter Art auf. Die Ladesäule 22 weist im Ausführungsbeispiel zur Verbindung mit dem Stromkabel 2 ein Anschlusselement 28 auf.

Der Messleiter 16 ist innerhalb des Steckers 26 mit einem ein Kontaktelement 30 verbunden. Weiterhin sind auch die weiteren Leitungselemente, nämlich die Steuerleitungen 12, die Versorgungsadern 8, sowie die Rückleitung 20 jeweils an einem Kontaktelement 30 angeschlossen. Über diese Kontaktelemente 30 erfolgt die elektrische Verbindung mit dem PKW 24.

Im Ausführungsbeispiel weist der Messleiter 16 beidenseitig ein insbesondere steuerbares Schaltelement 32 auf. Das steuerbare Schaltelement 32 weist im Ausführungsbeispiel bevorzugt einen elektronischen Schalter, beispielsweise einen Transistor auf. Je nach Ausführungsvariante und / oder technischer Ausstattung des PKW 24 ist somit wahlweise eine Ermittlung des Stromes auf Seiten der Ladesäule 22 oder auf Seiten des PKW 24 ermöglicht.

Zur Ermittlung des Stromes weist im Ausführungsbeispiel die Ladesäule 22 eine Auswerteeinheit 31 auf, in der die in den Messleiter 16 induzierte Spannung zu dem zu ermittelnden Strom ausgewertet wird. Ergänzend ist auch im PKW 24 eine Auswerteeinheit 31 dargestellt, die ebenfalls in der Lage ist, den Strom zu ermitteln.

Zur Steuerung der Schaltelemente 32 weist zumindest die Ladesäule 22 eine Steuereinheit 34 auf. Im Ausführungsbeispiel weist sowohl die Ladesäule 22 als auch der PKW 24 eine derartige Steuereinheit 34 auf. Eine Kommunikation zwischen den beiden Steuereinheiten 34 ist im Ausführungsbeispiel beispielsweise mittels der Steuerleitungen 12 realisiert. Speziell für die Entscheidung, auf welcher Seite die Stromauswertung erfolgt. Je nachdem, an welchem Ende des Stromkabels 2 die Auswertung erfolgen soll, also ladesäulenseitig oder fahrzeugseitig, wird jeweils das gegenüberliegende Schaltelement 32 geschlossen. Insbesondere ist zumindest die in der Ladesäule 22 angeordnete Auswerteeinheit 31 zur Steuerung der Schaltelemente 32 ausgebildet, so dass auf alle Fälle ein Schließen des fahrzeugseitigen Schaltelements 32 gesteuert über die Ladesäule 22 ermöglicht ist.

Im Ausführungsbeispiel ist im Stecker 26 noch ergänzend durch eine gestrichelte Linie ein integriertes Kommunikationsmodul 36 angedeutet. Das Kommunikationsmodul 36 wandelt die in den Messleiter 16 induzierte Spannung in ein insbesondere digitales Datensignal um und kommuniziert dieses beispielsweise über die Steuerleitungen 12 mit anderen Komponenten des Versorgungssystems 4, speziell mit der im PKW angeordneten Auswerteeinheit 31.

Die Auswerteeinheiten 31 können allgemein auch Teil der Steuereinheiten 34 oder umgekehrt sein.

Ansprüche

1. Elektrisches Versorgungssystem, insbesondere Ladesystem mit einem Stromkabel, das zumindest eine Versorgungsader, zumindest einen Messleiter sowie einen die zumindest eine Versorgungsader und den zumindest einen Messleiter gemeinsam umgebenden Kabelmantel aufweist, wobei der zumindest eine Messleiter um die zumindest eine Versorgungsader helixförmig gewunden ist und der zumindest eine Messleiter zumindest im Betrieb mit einer Auswerteeinheit verbunden ist, die zur Ermittlung des über die Versorgungsader fließenden Stroms anhand einer in den Messleiter induzierten Spannung ausgebildet ist.
5
2. Versorgungssystem nach Anspruch 1, wobei bei der Messleiter von einem Isolationsmantel umgeben ist, so dass eine Messader ausgebildet ist.
10
3. Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei im Kabel zusätzlich eine Rückleitung integriert ist, die einerseits mit einem Ende des Messleiters verbunden ist oder verbindbar ist.
15
4. Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei bei dem an jedem Ende des Messleiters ein insbesondere steuerbares Schaltelement zur bedarfsweisen Verbindung mit der Rückleitung angeordnet ist.
20
5. Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei im Betrieb über die Versorgungsader ein Gleichstrom fließt, der über den Messleiter und der Auswerteeinheit ermittelt wird.
25
6. Versorgungssystem nach Anspruch 5 wobei die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, bei Änderungen des Gleichstroms einen zuvor ermittelten Wert des über die Versorgungsader
30

fließenden Gleichstroms zu korrigieren.

- 5 7. Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei der zumindest eine Messleiter unmittelbar um die zumindest eine
Versorgungsader gewickelt ist.
- 10 8. Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
wobei das Stromkabel mehrere Versorgungsadern aufweist und um mehrere,
insbesondere alle Versorgungsadern, die einen Strompfad definieren,
ein Messleiter gewickelt ist.
- 15 9. Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
wobei der Messleiter eine Wicklungsdichte mit einem Wert im Bereich von
5 bis 100 Wicklungen pro laufenden Meter, vorzugsweise einen Wert im
Bereich von 10 bis 50 Wicklungen pro laufenden Meter aufweist.
- 20 10. Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
wobei der Messleiter über eine gesamte Länge des Stromkabels um die
zumindest eine Versorgungsader gewickelt ist.
- 25 11. Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
wobei das Stromkabel zumindest an einem Ende einen Stecker aufweist.
12. Versorgungssystem nach Anspruch 11,
wobei der Messleiter mit mehreren im Stecker angeordneten Kontaktelementen verbunden ist.
- 30 13. Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
wobei im Stromkabel, insbesondere im Stecker ein Kommunikationsmodul
integriert ist, welches die induzierte Spannung in ein insbesondere digitales
Datensignal für eine Weitergabe an die Auswerteeinheit wandelt.

14. Stromkabel, insbesondere Ladekabel, das zumindest eine Versorgungsader, zumindest einen Messleiter sowie einen die zumindest eine Versorgungsader und den zumindest einen Messleiter gemeinsam umgebenden Kabelmantel aufweist,

5 wobei der zumindest eine Messleiter um die zumindest eine Versorgungsader helixförmig gewunden ist und der Messleiter mit einer Auswerteeinheit zur Ermittlung eines über die Versorgungsader fließenden Stroms anhand einer in den Messleiter induzierten Spannung verbunden ist oder
verbindbar ist.

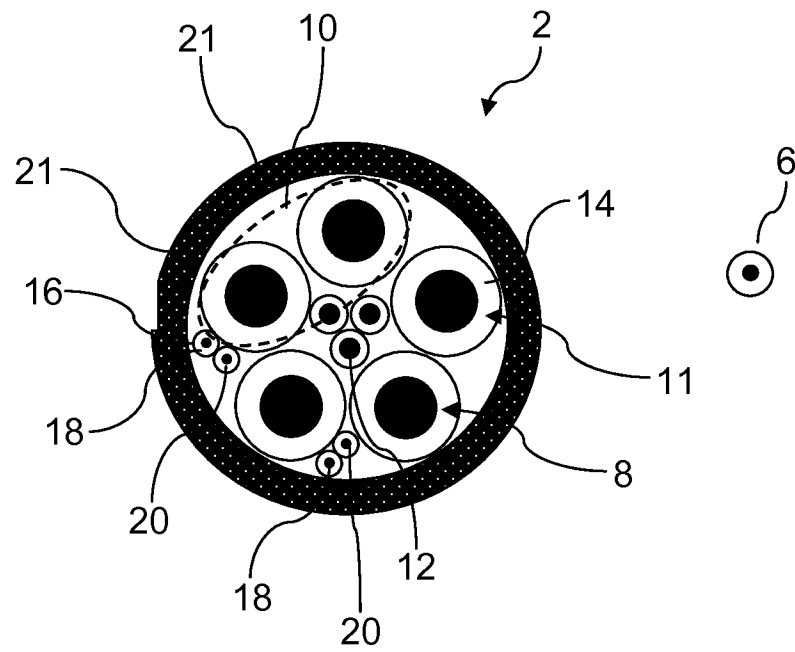


Fig 1

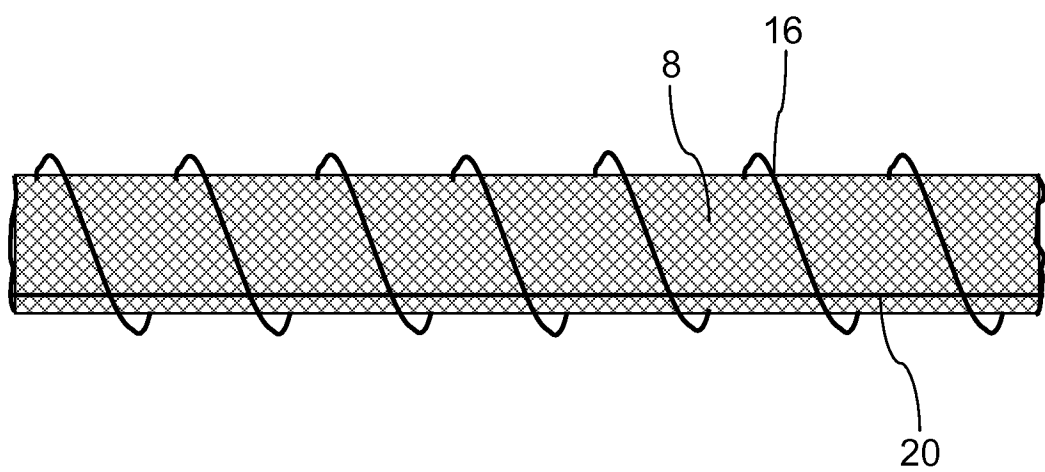
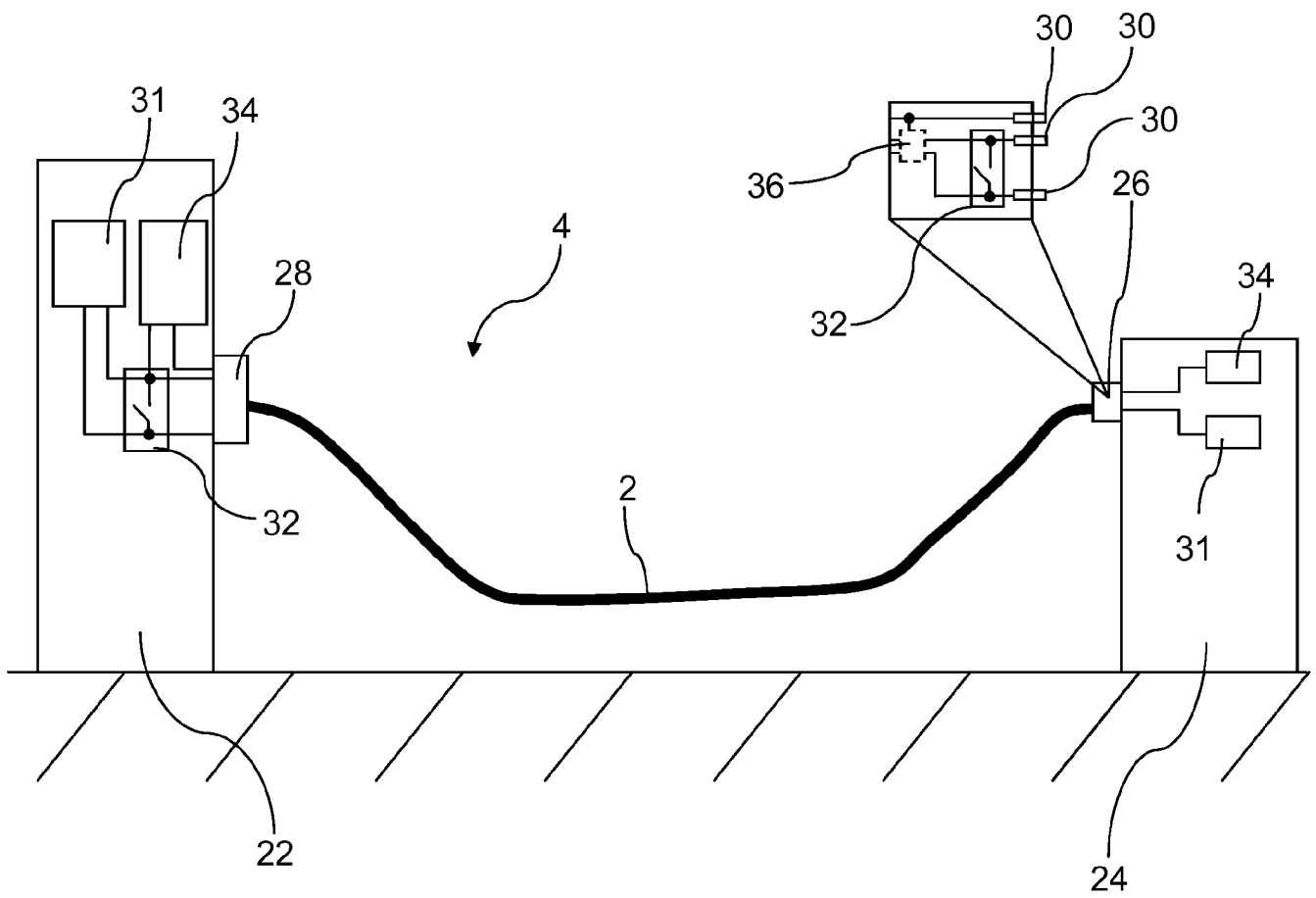


Fig 2

**Fig 3**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/066019**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B60L 11/18**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02H; B60L; G01R; G08B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5862030 A (WATKINS JR KENNETH S [US] ET AL) 19 January 1999 (1999-01-19) abstract; figures 1, 4, 5B column 4, line 55 - column 5, line 10 column 11, line 44 - column 11, line 53	1-3,7-11,14
X	US 2004160331 A1 (CHIU HUNG-HSING [TW]) 19 August 2004 (2004-08-19) abstract; claims 1,2; figures 1,2-5 paragraph [0020] - paragraph [0025]	1-3,7-11,14
A	DE 10201119495 A1 (AUDI AG [DE]) 29 May 2013 (2013-05-29) the whole document	1-14
A	DE 102014224119 A1 (LEONI KABEL HOLDING GMBH [DE]) 02 June 2016 (2016-06-02) the whole document	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 September 2018

Date of mailing of the international search report

26 September 2018

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Berkus, Frank

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/066019

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	5862030	A	19 January 1999	US 5862030 A	19 January 1999
				WO 9963637 A1	09 December 1999
US	2004160331	A1	19 August 2004	NONE	
DE	102011119495	A1	29 May 2013	NONE	
DE	102014224119	A1	02 June 2016	DE 102014224119 A1	02 June 2016
				DE 112015005305 A5	14 September 2017
				US 2017259676 A1	14 September 2017
				WO 2016083544 A1	02 June 2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B60L11/18

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H02H B60L G01R G08B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 862 030 A (WATKINS JR KENNETH S [US] ET AL) 19. Januar 1999 (1999-01-19) Zusammenfassung; Abbildungen 1, 4, 5B Spalte 4, Zeile 55 - Spalte 5, Zeile 10 Spalte 11, Zeile 44 - Spalte 11, Zeile 53 -----	1-3, 7-11,14
X	US 2004/160331 A1 (CHIU HUNG-HSING [TW]) 19. August 2004 (2004-08-19) Zusammenfassung; Ansprüche 1,2; Abbildungen 1,2-5 Absatz [0020] - Absatz [0025] -----	1-3, 7-11,14
A	DE 10 2011 119495 A1 (AUDI AG [DE]) 29. Mai 2013 (2013-05-29) das ganze Dokument -----	1-14
A	DE 10 2014 224119 A1 (LEONI KABEL HOLDING GMBH [DE]) 2. Juni 2016 (2016-06-02) das ganze Dokument -----	1-14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. September 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/09/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Berkus, Frank

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/066019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5862030 A	19-01-1999	US 5862030 A	19-01-1999
		WO 9963637 A1	09-12-1999

US 2004160331 A1	19-08-2004	KEINE	

DE 102011119495 A1	29-05-2013	KEINE	

DE 102014224119 A1	02-06-2016	DE 102014224119 A1	02-06-2016
		DE 112015005305 A5	14-09-2017
		US 2017259676 A1	14-09-2017
		WO 2016083544 A1	02-06-2016
