

(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
19. März 2020 (19.03.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/052971 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01F 37/00 (2006.01) H01F 17/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/072852

(22) Internationales Anmeldedatum:

27. August 2019 (27.08.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2018 215 576.3

13. September 2018 (13.09.2018) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) **Erfinder: SOUSEK, Jan**; Birkenweg 32, 85640 Putzbrunn
(DE). **HERRMANN, Hubert**; Eggentaler Str. 26, 85778
Haimhausen (DE). **MEHRWALD, Christoph**; Brühfeld-
weg 49, 84036 Landshut (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,

(54) **Title:** CURRENT-COMPENSATED INDUCTOR, FILTER, HIGH-VOLTAGE ON-BOARD ELECTRICAL SYSTEM AND
MOTOR VEHICLE

(54) **Bezeichnung:** STROMKOMPENSIERTE DROSSEL, FILTER, HOCHVOLTBOARDNETZ SOWIE KRAFTFAHRZEUG

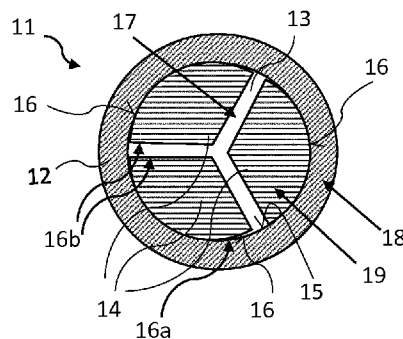


Fig. 3a

(57) **Abstract:** The invention relates to a current-compensated inductor (11) for filtering interference signals which are transmitted between two high-voltage components (8, 9) of a high-voltage on-board electrical system (7) of a motor vehicle, comprising a toroidal, in particular circular ring-shaped or oval ring-shaped, magnet core (12) which surrounds an inner opening (13), and comprising at least two busbars (14) for electrically connecting the two high-voltage components (8, 9), wherein the busbars (14) are routed axially through the inner opening (13) of the magnet core (12) and are arranged at a distance from one another in the inner opening (13) so as to form an air gap (17), and wherein an inner side (15) of the magnet core (12), which inner side faces the inner opening (13), and regions (16a) of outer sides (16) of the busbars (14), which regions face the inner side (15) of the magnet core (12), have shapes which correspond to one another. The invention also relates to a filter (10), to a high-voltage on-board electrical system (7) and to a motor vehicle.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine stromkompensierte Drossel (11) zur Filterung von zwischen zwei Hochvoltkomponenten (8, 9) eines Hochvoltbordnetzes (7) eines Kraftfahrzeugs übertragenen Störsignalen, mit einem eine Innenöffnung (13) umschließenden toroidförmigen, insbesondere kreisringförmigen oder ovalringförmigen, Magnetkern (12) und mit zumindest zwei Stromschienen (14) zum elektrischen Verbinden der zwei Hochvoltkomponenten (8, 9), wobei die Stromschienen (14) axial durch die Innenöffnung (13) des Magnetkerns (12) hindurchgeführt sind und in der Innenöffnung (13) unter Ausbildung eines Luftspalts (17) beabstandet zueinander angeordnet sind, und wobei eine der Innenöffnung (13) zugewandte Innenseite (15) des Magnetkerns (12) sowie der Innenseite (15) des Magnetkerns (12) zugewandte Bereiche (16a) von Außenseiten (16) der Stromschienen (14) zueinander korrespondierende Formen aufweisen. Die Erfindung betrifft außerdem ein Filter (10), ein Hochvoltbordnetz (7) sowie ein Kraftfahrzeug.

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).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Stromkompensierte Drossel, Filter, Hochvoltbordnetz sowie Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft eine stromkompensierte Drossel zur Filterung von zwischen zwei Hochvoltkomponenten eines Hochvoltbordnetzes eines Kraftfahrzeugs übertragenen Störsignalen mit einem eine Innenöffnung umschließenden toroidförmigen Magnetkern und zumindest zwei Stromschienen zum elektrischen Verbinden der zwei Hochvoltkomponenten, wobei die Stromschienen axial durch die Innenöffnung des Magnetkerns hindurchgeführt sind und in der Innenöffnung unter Ausbildung eines Luftspalts beabstandet zueinander angeordnet sind. Die Erfindung betrifft außerdem ein Filter, ein Hochvoltbordnetz sowie ein Kraftfahrzeug.

Vorliegend richtet sich das Interesse auf EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit)- Filter für Hochvoltbordnetze elektrisch antreibbarer Kraftfahrzeuge, beispielsweise Elektro- oder Hybridfahrzeuge. Solche Filter können beispielsweise stromkompensierte Drosseln bzw. Gleichtaktdrosseln (CMC - common mode choke) umfassen, welche zur Dämpfung von zwischen zwei Hochvoltkomponenten des Hochvoltbordnetzes übertragenen Störsignalen eingesetzt werden können. Solche stromkompensierten Drosseln können beispielsweise einen toroidförmigen Magnetkern, insbesondere einen Ringkern, aufweisen, welcher auf Stromschienen zum elektrischen Verbinden der Hochvoltkomponenten aufgesteckt ist.

In Fig.1a bis Fig.1d sind jeweils Querschnitte stromkompensierter Drosseln 1 gemäß dem Stand der Technik gezeigt. Die Drossel 1 gemäß Fig.1a und Fig.1b weist einen Magnetkern 2 mit einem kreisringförmigen Querschnitt auf und die Drossel 1 gemäß Fig.1c und Fig.1d weist einen Magnetkern 2 mit einem ovalringförmigen Querschnitt auf. In einer sich in axialer Richtung (in die Zeichenebene hinein) erstreckenden Innenöffnung 3 des Magnetkerns 2 sind Stromschienen 4 angeordnet, wobei die Stromschienen 4 gemäß Fig.1a und Fig.1d jeweils einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen und die Stromschienen 4 gemäß Fig.1b und Fig.1c jeweils einen rechteckförmigen Querschnitt aufweisen.

Durch die rechteckförmigen oder kreisrunden Querschnitte der Stromschienen 4 ist ein Ausnutzungsgrad eines Volumens der Innenöffnung 3, also eines Innenvolumens, nicht optimal. Insbesondere ergeben sich große Abstände zwischen einer der Innenöffnung 3 zugewandten Innenseite 5 des Magnetkerns 2 und Bereichen von Außenseiten 6 der Stromschienen 4, welche der Innenseite 5 des Magnetkerns 2 zugewandt sind. Dadurch ergibt sich eine vergleichsweise niedrige Induktivität der Drossel 1, welche durch Verlängern einer Tiefe des Magnetkerns in axialer Richtung erhöht werden kann. Die ist jedoch mit einem erhöhten Materialbedarf und damit mit erhöhten Kosten, einem erhöhten Bauraumbedarf sowie einem erhöhten Gewicht verbunden.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine kostengünstige, material-, bauraum- und gewichtssparende stromkompensierte Drossel für ein Hochvoltbordnetz eines elektrisch antreibbaren Kraftfahrzeugs bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine stromkompensierte Drossel, ein Filter, ein Hochvoltbordnetz sowie ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen gemäß den jeweiligen unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche, der Beschreibung sowie der Figuren.

Eine erfindungsgemäße stromkompensierte Drossel dient zur Filterung von zwischen zwei Hochvoltkomponenten eines Hochvoltbordnetzes eines Kraftfahrzeugs übertragenen Störsignalen. Die Drossel weist einen eine Innenöffnung umschließenden toroidförmigen Magnetkern und zumindest zwei Stromschienen zum elektrischen Verbinden der zwei Hochvoltkomponenten auf. Die zumindest zwei Stromschienen sind axial durch die Innenöffnung des Magnetkerns hindurchgeführt und in der Innenöffnung unter Ausbildung eines Luftspalts beabstandet zueinander angeordnet. Darüber hinaus weisen eine der Innenöffnung zugewandte Innenseite des Magnetkerns sowie der Innenseite des Magnetkerns zugewandte Bereiche von Außenseiten der Stromschienen zueinander korrespondierende Formen auf.

Die stromkompensierte Drossel kann beispielsweise in einem Stromübertragungspfad zwischen zwei Hochvoltkomponenten in Form von einer Traktionsbatterie und einem Inverter oder in Form von einem Inverter und einer elektrischen Antriebsmaschine angeordnet sein. Die Drossel ist dazu ausgelegt, Störsignale, welche über den Stromübertragungspfad übertragen werden, zumindest zu dämpfen. Dazu sind die zwei Hochvoltkomponenten zumindest mittelbar über die Stromschienen der Drossel elektrisch

miteinander verbunden, wobei die Drossel eine zu einer Anzahl an Phasen des Stromübertragungspfad korrespondierende Anzahl an Stromschienen aufweist.

Auf die Stromschienen ist der toroidförmige Magnetkern bzw. Ringkern aufgesteckt, sodass die Stromschienen entlang eines axialen Abschnitts von dem Magnetkern umgeben sind. Unter einem toroidförmigen Magnetkern ist insbesondere ein Kreisringmagnetkern oder ein Ovalringmagnetkern zu verstehen. Zumindest ein erster Bereich der Außenseite einer Stromschiene ist dabei der Innenseite des Magnetkerns zugewandt und zumindest ein zweiter Bereich der Außenseite einer Stromschiene ist dem Luftspalt und damit einer benachbarten Stromschiene zugewandt. Der Luftspalt dient zum elektrischen Isolieren der Stromschienen voneinander und kann beispielsweise auch zumindest bereichsweise mit einem elektrisch isolierenden Material befüllt sein. Die Stromschienen sind nun derart geformt, dass die ersten Bereiche der Außenseiten, welche dem Magnetkern zugewandt sind, mit einem Profil der Innenseite des Magnetkerns korrespondieren. Im Querschnitt betrachtet folgt also eine Linienform eines Außenumfangsabschnitts des Stromschienenquerschnitts einer Linienform eines Innenumfangs des Magnetkernquerschnitts. Anders ausgedrückt sind der Außenumfangsabschnitt des Stromschienenquerschnitts und der Innenumfang des Magnetkernquerschnitts im Wesentlichen parallel zueinander orientiert. Der Stromschienenquerschnitt ist also an die Form des Magnetkernquerschnitts bzw. an eine durch den Magnetkernquerschnitt beeinflusste Form der Innenöffnung angepasst. Somit weisen der Stromschienenquerschnitt und der Magnetkernquerschnitt zueinander passende Formen auf. Die dem Magnetkern zugewandte Außenseite der Stromschienen kann beispielsweise vollflächig an die Innenseite des Magnetkerns angelegt werden oder mit einem gering dimensionierten Luftspalt beabstandet zu der Innenseite des Magnetkerns angeordnet werden.

Durch die aneinander angepassten Querschnittsformen der Stromschienen und des Magnetkerns kann ein Innenvolumen des Magnetkerns optimal ausgenutzt werden, indem die Innenöffnung maximal mit den Stromschienen befüllt wird. Es kann also eine Drossel gefertigt werden, deren einziger, nicht genutzter Bereich des Innenvolumens durch den notwendigen Luftspalt zwischen den Stromschienen gebildet wird. Somit kann eine Drossel bereitgestellt werden, deren Induktivität mit wenig Materialaufwand, wenig Bauraumbedarf, wenig Gewicht und wenigen Kosten auf einen hohen Wert eingestellt werden kann.

Es erweist sich als vorteilhaft, wenn die Innenseite des Magnetkerns aus einem elektrisch isolierenden Material gebildet ist und die der Innenseite des Magnetkerns zugewandten Bereiche der Außenseiten der Stromschienen vollflächig anliegend an der Innenseite des Magnetkerns angeordnet sind. Der Magnetkern kann beispielsweise aus dünnen, gegeneinander isolierten Eisenblechen oder aus in Kunststoff gegossenen Nanopartikeln gebildet sein, wobei die Innenseite elektrisch isolierend ausgebildet ist. So können die Stromschienen durch Anlegen an der Innenseite des Magnetkerns unter maximaler Volumenausnutzung in der Innenöffnung des Magnetkerns angeordnet werden.

Vorzugsweise weist die Innenseite des Magnetkerns zumindest abschnittsweise eine konkave Form auf und die der konkav geformten Innenseite des Magnetkerns zugewandten Bereiche der Außenseiten der Stromschienen weisen eine konvexe Form auf. Die konkav geformte Innenseite des Magnetkerns und die konvex geformten Bereiche der Außenseiten der Stromschienen weisen insbesondere den gleichen Krümmungsradius auf. So können die Innenseite des Magnetkerns und die Bereiche der Außenseite der Stromschienen beispielsweise aneinander anliegend angeordnet werden.

Gemäß einer ersten Ausführungsform weist der Magnetkern zum Ausbilden der konkav geformten Innenseite einen die Innenöffnung kreisförmig umschließenden kreisringförmigen Querschnitt auf. Dabei kann vorgesehen sein, dass die Drossel genau zwei Stromschienen aufweist, welche zum Ausbilden der konvex geformten Bereiche der Außenseite kreissegmentförmige Querschnitte aufweisen und welche unter Ausbildung eines streifenförmigen Luftspaltes in der Innenöffnung angeordnet sind. Der toroidförmige Magnetkern ist hier also als ein kreisförmiger Ringmagnetkern bzw. Kreisringmagnetkern ausgebildet. Der kreissegmentförmige Querschnitt der Stromschienen wird von einem Kreisbogen und einer Kreissehne begrenzt. Dabei entspricht der Kreisbogen dem der Innenseite des Magnetkerns zugewandten ersten Bereich der Außenseite der Stromschiene, welcher beispielsweise an die Innenseite des Magnetkerns angelegt werden kann. Die Kreissehne entspricht dem dem Luftspalt zugewandten zweiten Bereich der Außenseite der Stromschiene. Die zwei gegenüberliegenden kreissegmentförmigen Stromschienenquerschnitte sowie der Luftspalt bilden einen Kreis.

Auch kann vorgesehen sein, dass die Drossel drei Stromschienen aufweist, welche zum Ausbilden der konvex geformten Bereiche der Außenseite kreissektorförmige Querschnitte aufweisen und welche unter Ausbildung eines sternförmigen Luftspaltes in der Innenöffnung angeordnet sind. Die kreisrunde Innenöffnung kann also in drei Kreissektoren unterteilt werden, wobei in jedem Kreissektor jeweils eine Stromschiene mit

kreissektorförmigem bzw. tortenstückförmigem Querschnitt angeordnet wird. Querschnittsflächen der Stromschienen sind dabei geringer als Flächen der Kreissektoren, sodass die Stromschienen unter Ausbildung des sternförmigen, Y-förmigen Luftspaltes beabstandet zueinander angeordnet sind.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform weist der Magnetkern zum Ausbilden der konkav geformten Innenseite einen die Innenöffnung oval umschließenden ovalringförmigen Querschnitt mit zwei gegenüberliegenden Kreisbogenabschnitten und zwei gegenüberliegenden Geradenstückabschnitten auf. Der toroidförmige Magnetkern ist hier also als ein ovalförmiger Ringmagnetkern oder ein Ovalringmagnetkern ausgebildet. Der Innenumfang des Magnetkernquerschnitts weist also die ovale Form auf, bei welcher die Kreisbogenabschnitte über die Geradenstückabschnitte miteinander verbunden sind. Anders ausgedrückt weist der Innenumfang eine elliptische Form auf, welche entlang der Ellipsenhauptachse abgeflacht bzw. ungekrümmt ist.

Dabei kann vorgesehen sein, dass die Drossel genau zwei Stromschienen aufweist, welche zum Ausbilden der konvex geformten Bereiche der Außenseite kreissegmentförmige Querschnittsbereiche aufweisen und unter Ausbildung eines streifenförmigen Luftspalts an den Kreisbogenabschnitten der Innenseite des Magnetkerns angeordnet sind. Der kreissegmentförmige Querschnittsbereich kann beispielsweise auch halbkreisförmig ausgebildet sein. Beispielsweise können die Stromschienen, je nach Länge der Geradenstückabschnitte, einen kreissegmentförmigen Querschnitt aufweisen oder einen Querschnitt, welcher durch einen kreissegmentförmigen Bereich und einen rechteckförmigen Bereich gebildet ist. Im ersten Fall ist der dem Luftspalt zugewandte Bereich der Außenseite einer Stromschiene an einem Übergang zwischen dem Kreisbogenabschnitt und dem Geradenstückabschnitt der Innenseite des Magnetkerns angeordnet und im zweiten Fall ist der dem Luftspalt zugewandte Bereich der Außenseite einer Stromschiene im Bereich des Geradenstückabschnitts angeordnet.

Auch kann vorgesehen sein, dass die Drossel drei Stromschienen aufweist, welche entlang der Geradenstückabschnitte unter Ausbildung von zwei streifenförmigen Luftspalten beabstandet zueinander angeordnet sind, wobei die zwei außenliegenden Stromschienen zum Ausbilden der konvex geformten Bereiche der Außenseite kreissegmentförmige Querschnittsbereiche aufweisen und die innenliegende Stromschiene einen rechteckförmigen Querschnitt aufweist. Die zwei außenliegenden Stromschienen sind also bereichsweise abgerundet, sodass sie passgenau im Bereich

der Kreisbogenabschnitte angeordnet werden können. Die mittlere, innenliegende Stromschiene ist im Bereich der Geradenstückabschnitte angeordnet und weist zum Anordnen an den Geradenstückabschnitten gerade, ungebogene Bereiche der Außenseite auf.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Filter für ein Hochvoltbordnetz eines elektrisch antreibbaren Kraftfahrzeugs mit zumindest einer erfindungsgemäßen stromkompensierten Drossel. Das Filter ist dazu ausgelegt, Störsignale im Signalübertragungspfad zwischen den Hochvoltkomponenten zumindest zu dämpfen.

Ferner betrifft die Erfindung ein Hochvoltbordnetz für ein elektrisch antreibbares Kraftfahrzeug aufweisend zumindest zwei Hochvoltkomponenten sowie ein erfindungsgemäßes Filter, wobei die zwei Hochvoltkomponenten über die Stromschienen der Drossel elektrisch miteinander verbunden sind. Die Hochvoltkomponenten können beispielsweise Komponenten einer elektrischen Antriebseinheit des Kraftfahrzeugs sein. Beispielsweise können die Hochvoltkomponenten eine Traktionsbatterie, ein Inverter und/oder eine Antriebsmaschine sein.

Ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug umfasst ein erfindungsgemäßes Hochvoltbordnetz. Das Kraftfahrzeug ist insbesondere als ein Elektro- oder Hybridfahrzeug ausgebildet.

Die mit Bezug auf die erfindungsgemäße stromkompensierte Drossel vorgestellten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für das erfindungsgemäße Filter, für das erfindungsgemäße Hochvoltbordnetz sowie für das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der Figuren und der Figurenbeschreibung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar.

Die Erfindung wird nun anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig.1a bis Fig.1d schematische Querschnittsdarstellungen von stromkompensierten Drosseln gemäß dem Stand der Technik;
- Fig.2 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Hochvoltbordnetzes, und
- Fig.3a bis Fig.3c schematische Querschnittsdarstellungen von Ausführungsformen erfindungsgemäßer stromkompensierter Drosseln.

In den Figuren sind gleiche sowie funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig.2 zeigt ein Hochvoltbordnetz 7 für ein hier nicht gezeigtes elektrisch antreibbares Kraftfahrzeug. Das Hochvoltbordnetz 7 weist zwei elektrisch miteinander verbundene Hochvoltkomponenten 8, 9 auf. Die Hochvoltkomponente 8 kann beispielsweise eine Traktionsbatterie des elektrisch antreibbaren Kraftfahrzeugs sein und die Hochvoltkomponente 9 kann beispielsweise ein Inverter des Kraftfahrzeugs sein. Die Hochvoltkomponenten 8, 9 sind über ein Filter 10 elektrisch miteinander gekoppelt, welches dazu ausgelegt ist, Störsignale, welche zwischen den Hochvoltkomponenten 8, 9 übertragen werden, zumindest zu dämpfen. Das Filter 10 weist zumindest eine stromkompensierte Drossel 11 auf.

In Fig.3a bis Fig.3c sind Querschnittsdarstellungen unterschiedlicher Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen stromkompensierten Drossel 11 gezeigt. Die Drossel 11 weist einen Magnetkern 12 auf, welcher in axialer Richtung (in die Zeichenebene hinein) extrudiert ist. Innerhalb einer Innenöffnung 13 des Magnetkerns 12 sind Stromschienen 14 angeordnet, welche sich ebenfalls in axialer Richtung erstrecken. Entlang der axialen Richtung ist dabei ein Abschnitt der Stromschienen 14 von dem Magnetkern 12 umgeben. Der Magnetkern 12 ist also auf die Stromschienen 14 aufgesteckt. Eine der Innenöffnung 13 zugewandte Innenseite 15 des Magnetkerns 12 sowie erste Bereiche 16a von Außenseiten 16 der Stromschienen 14, welche der Innenseite 15 des Magnetkerns 12 zugewandt sind, weisen einander korrespondierende Formen auf. Die Innenseite 15 des Magnetkerns 12 kann beispielsweise aus einem elektrisch isolierenden Material gebildet sein, sodass die ersten Bereiche 16a der Außenseite 16 der Stromschienen 14 hier vollflächig an der Innenseite 15 des Magnetkerns 12 anliegen.

Zweite Bereiche 16b der Außenseiten 16 der Stromschienen 14 sind einem Luftspalt 17 bzw. einem elektrisch isolierenden Bereich zwischen den Stromschienen 14 zugewandt. Die Innenseite 15 des Magnetkerns 12 ist dabei zumindest bereichsweise konkav geformt, während die ersten Bereiche 16a der Stromschienen 14 dazu passend zumindest bereichsweise konkav geformt sind.

In der Ausführungsform der Drossel 11 gemäß Fig.3a weist der Magnetkern 12 einen kreisringförmigen Querschnitt 18 auf, sodass die Innenöffnung 13 kreisrund ausgebildet ist. Außerdem weist die Drossel 11 gemäß Fig.3a drei Stromschienen 14 auf, welche kreissektorförmige Querschnitte 19 aufweisen. Die konvex geformten ersten Bereiche 16a der Außenseite 16 und die konkav geformte Innenseite 15 des Magnetkerns 12 weisen dabei den gleichen Krümmungsradius auf, sodass die ersten Bereiche 16a der Stromschienen vollflächig an die Innenseite 15 des Magnetkerns 12 angelegt werden können. Die drei kreissektorförmigen Querschnitte 19 der Stromschienen 14 weisen dabei insbesondere gleich große Flächen auf. Der Luftspalt 17 zwischen den kreissektorförmigen Querschnitten 19 der Stromschienen 14 ist sternförmig ausgebildet. Bei gleicher Induktivität ist eine Materialmenge einer solchen Drossel 11 gemäß Fig.3b ca. um den Faktor 2,5 geringer als eine Materialmenge der Drossel 1 gemäß Fig.1b, bei welcher die Stromschienen 4 rechteckförmige Querschnitte aufweisen. Eine Tiefe des Magnetkerns 2 der Drossel 1 gemäß Fig.1b in axialer Richtung muss also ca. um den Faktor 2,5 größer sein, um die gleiche Induktivität einzustellen, wie die Drossel 11 gemäß Fig.3a.

In der Ausführungsform der Drossel 11 gemäß Fig.3b weist der Magnetkern 12 einen ovalringförmigen Querschnitt 20 mit zwei gegenüberliegenden Kreisbogenabschnitten 21 und zwei gegenüberliegenden Geradenstückabschnitten 22 auf. Dadurch ist die Innenöffnung 15 oval ausgebildet. Die Drossel 11 gemäß Fig.3b weist ebenfalls drei Stromschienen 14 auf, wobei zwei äußere Stromschienen 14 im Bereich der Kreisbogenabschnitte 21 angeordnet sind und eine mittlere Stromschiene 14 im Bereich der Geradenstückabschnitte 22 angeordnet ist. Die zwei äußeren Stromschienen 14 weisen jeweils einen kreissegmentförmigen Querschnittsbereich 23 und einen rechteckförmigen Querschnittsbereich 24 auf, wobei durch den kreissegmentförmigen Querschnittsbereich 23 die konvex geformte Form des ersten Bereichs 16a der Außenseite 16 der Stromschiene 14 ausgebildet ist. Die mittlere Stromschiene 14 weist einen rechteckförmigen Querschnitt 25 auf. Der erste Bereich 16a der Außenseite 16 der mittleren Stromschiene 14 weist somit den Geradenstückabschnitten 22 zugewandte gerade Kanten auf. Ein Volumen der Innenöffnung 13 wird hier deutlich mehr ausgenutzt

als das Innenvolumen der Innenöffnung 3 der Drossel 1 gemäß Fig.1c, bei welcher die Stromschienen 4 rechteckförmige Querschnitte aufweisen.

In der Ausführungsform der Drossel 11 gemäß Fig.3c weist der Magnetkern 12 ebenfalls einen ovalringförmigen Querschnitt 20 auf, jedoch sind die Geradenstückabschnitte 22 kürzer als die Geradenstückabschnitte 22 der Drossel 11 gemäß Fig.3b. Die Drossel 11 gemäß Fig.3c weist zwei Stromschienen 14 auf, welche zum Ausbilden der konvexen Form kreissegmentförmige Querschnitte 26 aufweisen. Die kreissegmentförmigen Querschnitte 26 sind dabei im Bereich der Kreisbogenabschnitte 21 des Magnetkerns 12 und unter Ausbildung eines streifenförmigen Luftspaltes 17 beabstandet zueinander angeordnet.

Bezugszeichenliste

1	Drossel
2	Magnetkern
3	Innenöffnung
4	Stromschienen
5	Innenseite
6	Außenseite
7	Hochvoltbordnetz
8, 9	Hochvoltkomponenten
10	Filter
11	Drossel
12	Magnetkern
13	Innenöffnung
14	Stromschiene
15	Innenseite
16	Außenseite
16a, 16b	Bereiche der Außenseite
17	Luftspalt
18	kreisringförmiger Querschnitt
19	kreissektorförmiger Querschnitt
20	ovalringförmiger Querschnitt
21	Kreisbogenabschnitte
22	Geradenstückabschnitte
23	kreissegmentförmiger Querschnittsbereich
24	rechteckförmiger Querschnittsbereich
25	rechteckförmiger Querschnitt
26	kreissegmentförmiger Querschnitt

Patentansprüche

1. Stromkompensierte Drossel (11) zur Filterung von zwischen zwei Hochvoltkomponenten (8, 9) eines Hochvoltbordnetzes (7) eines Kraftfahrzeugs übertragenen Störsignalen, mit einem eine Innenöffnung (13) umschließenden toroidförmigen Magnetkern (12) und mit zumindest zwei Stromschienen (14) zum elektrischen Verbinden der zwei Hochvoltkomponenten (8, 9), wobei die Stromschienen (14) axial durch die Innenöffnung (13) des Magnetkerns (12) hindurchgeführt sind und in der Innenöffnung (13) unter Ausbildung eines Luftspalts (17) beabstandet zueinander angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass eine der Innenöffnung (13) zugewandte Innenseite (15) des Magnetkerns (12) sowie der Innenseite (15) des Magnetkerns (12) zugewandte Bereiche (16a) von Außenseiten (16) der Stromschienen (14) zueinander korrespondierende Formen aufweisen.
2. Stromkompensierte Drossel (11) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenseite (15) des Magnetkerns (12) aus einem elektrisch isolierenden Material gebildet ist und die der Innenseite (15) des Magnetkerns (12) zugewandten Bereiche (16a) der Außenseiten (16) der Stromschienen (16) vollflächig anliegend an der Innenseite (15) des Magnetkerns (12) angeordnet sind.
3. Stromkompensierte Drossel (11) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenseite (15) des Magnetkerns (12) zumindest abschnittsweise eine konkave Form aufweist und die der konkav geformten Innenseite (15) des Magnetkerns (12) zugewandten Bereiche (16a) der Außenseiten (16) der Stromschienen (14) zum vollflächigen Anlegen an die Innenseite (15) des Magnetkerns (12) eine konvexe Form aufweisen, wobei die konkav geformte Innenseite (15) des Magnetkerns (12) und die konvex geformten Bereiche (16a) der Außenseiten (16) der Stromschienen

(14) insbesondere den gleichen Krümmungsradius aufweisen.

4. Stromkompensierte Drossel (11) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
der Magnetkern (12) zum Ausbilden der konkav geformten Innenseite (15) einen die Innenöffnung (13) kreisförmig umschließenden, kreisringförmigen Querschnitt (18) aufweist, und die Drossel (11) genau zwei Stromschienen (14) aufweist, welche zum Ausbilden der konvex geformten Bereiche (16a) der Außenseite (16) kreissegmentförmige Querschnitte (26) aufweisen und unter Ausbildung eines streifenförmigen Luftspaltes (17) in der Innenöffnung (13) angeordnet sind.
5. Stromkompensierte Drossel (11) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
der Magnetkern (12) zum Ausbilden der konkav geformten Innenseite (15) einen die Innenöffnung (13) kreisförmig umschließenden kreisringförmigen Querschnitt (18) aufweist, und die Drossel (11) drei Stromschienen (14) aufweist, welche zum Ausbilden der konvex geformten Bereiche (16a) der Außenseite (16) kissektorförmige Querschnitte (19) aufweisen und welche unter Ausbildung eines sternförmigen Luftspaltes (17) in der Innenöffnung (13) angeordnet sind.
6. Stromkompensierte Drossel (11) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
der Magnetkern (12) zum Ausbilden der konkav geformten Innenseite (15) einen die Innenöffnung (13) oval umschließenden ovalringförmigen Querschnitt (20) mit zwei gegenüberliegenden Kreisbogenabschnitten (21) und zwei gegenüberliegenden Geradenstückabschnitten (22) aufweist, wobei die Drossel (11) genau zwei Stromschienen (14) aufweist, welche zum Ausbilden der konvex geformten Bereiche (16a) der Außenseite (16) kreissegmentförmige Querschnittsbereiche (23) aufweisen und unter Ausbildung eines streifenförmigen Luftspalts (17) an den Kreisbogenabschnitten (21) der Innenseite (15) des Magnetkerns (12) angeordnet sind.
7. Stromkompensierte Drossel (11) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
der Magnetkern (12) zum Ausbilden der konkav geformten Innenseite (15) einen die

Innenöffnung (13) oval umschließenden ovalringförmigen Querschnitt (20) mit zwei gegenüberliegenden Kreisbogenabschnitten (21) und zwei gegenüberliegenden Geradenstückabschnitten (22) aufweist, wobei die Drossel (11) drei Stromschienen (14) aufweist, welche entlang der Geradenstückabschnitte (22) unter Ausbildung von zwei streifenförmigen Luftspalten (17) beabstandet zueinander angeordnet sind, wobei die zwei außenliegenden Stromschienen (14) zum Ausbilden der konvex geformten Bereiche (16a) der Außenseite (16) kreissegmentförmige Querschnittsbereiche (23) aufweisen und die innenliegende Stromschiene (14) einen rechteckförmigen Querschnitt (25) aufweist.

8. Filter (10) für ein Hochvoltbordnetz (7) eines Kraftfahrzeugs aufweisend eine stromkompensierte Drossel (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
9. Hochvoltbordnetz (7) für ein elektrisch antreibbares Kraftfahrzeug aufweisend zumindest zwei Hochvoltkomponenten (8, 9) sowie ein Filter nach Anspruch 8, wobei die zwei Hochvoltkomponenten (8, 9) über die Stromschienen (14) der Drossel (11) elektrisch miteinander verbunden sind.
10. Kraftfahrzeug mit einem Hochvoltbordnetz (7) nach Anspruch 9.

1/2

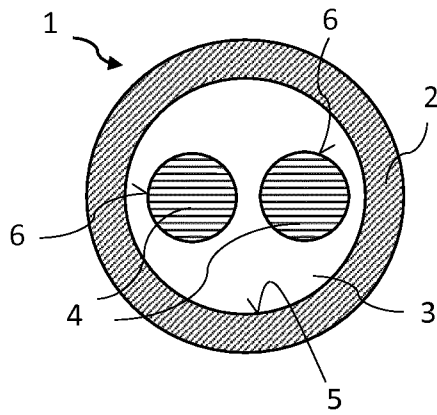


Fig. 1a

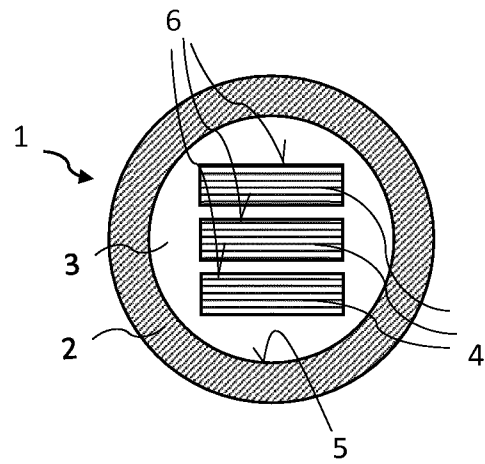


Fig. 1b

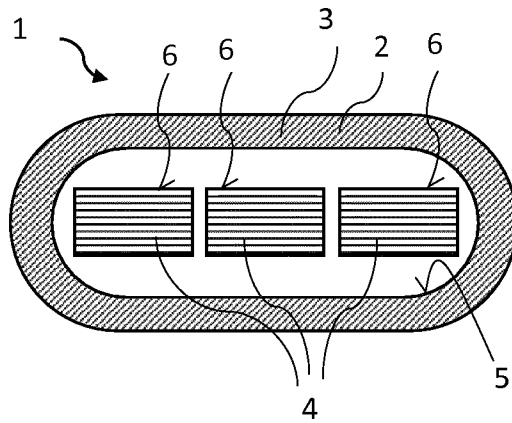


Fig. 1c

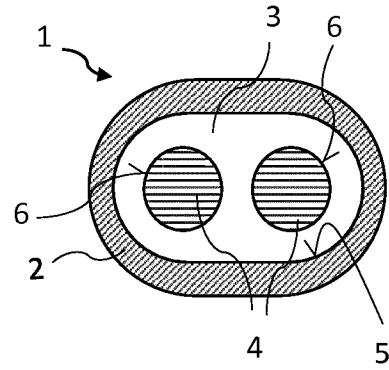


Fig. 1d

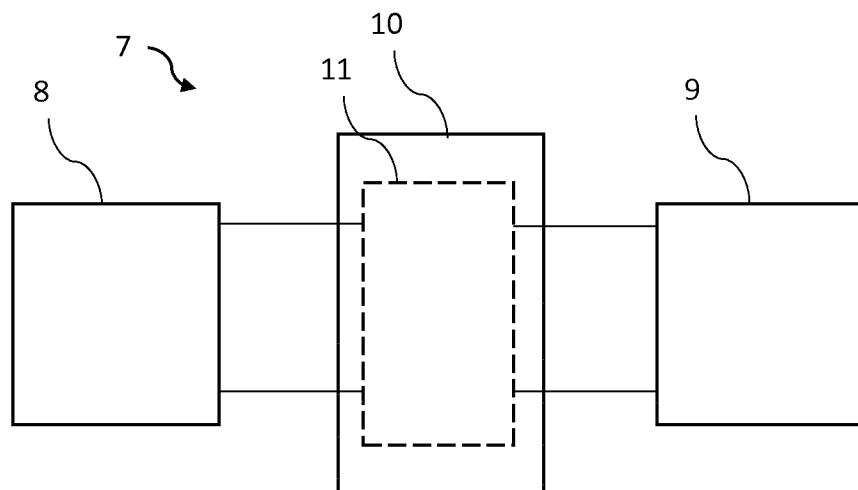


Fig. 2

2/2

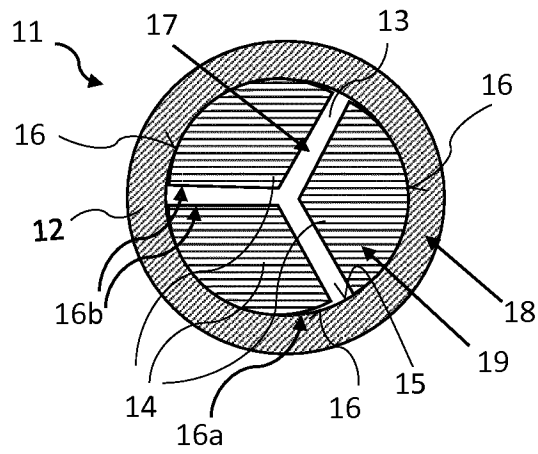


Fig. 3a

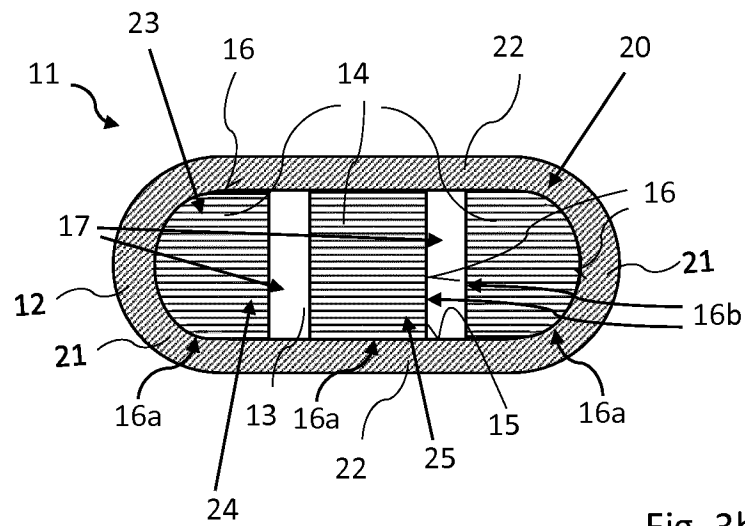


Fig. 3b

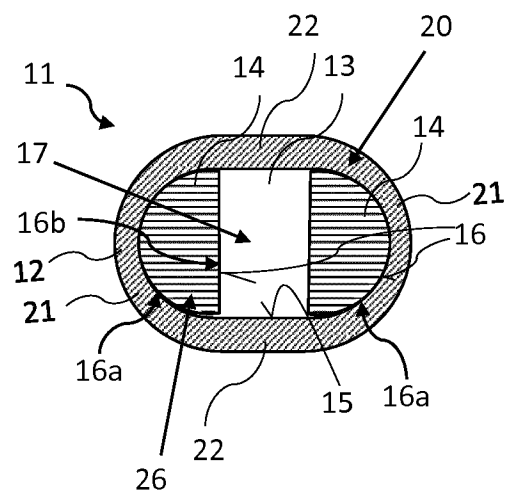


Fig. 3c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/072852

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01F 37/00**(2006.01)i; **H01F 17/06**(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)

H01F; H03H; H02M

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 2010097169 A1 (EARLE JOHN K [US]) 22 April 2010 (2010-04-22) abstract paragraphs [0015], [0016]; figures 1,2 paragraphs [0001] - [0005]	1-3,5,8-10
A	US 2018090257 A1 (ISHIHARA YUYA [JP] ET AL) 29 March 2018 (2018-03-29) abstract; figures 1-9 paragraphs [0035] - [0073]	1-10
X	US 2012014042 A1 (TALLAM RANGARAJAN M [US] ET AL) 19 January 2012 (2012-01-19)	1-3
A	abstract; figures 1-6 paragraphs [0020] - [0037]	7
A	DE 202016104469 U1 (ABB SCHWEIZ AG [CH]) 02 September 2016 (2016-09-02) abstract; figures 1-3 paragraphs [0029] - [0042]	1-10



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

25 October 2019

Date of mailing of the international search report

06 November 2019

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

Reder, Michael

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/072852

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2010097169	A1	22 April 2010	NONE			
US	2018090257	A1	29 March 2018	CN	107871544	A	03 April 2018
				JP	6417600	B2	07 November 2018
				JP	2018050417	A	29 March 2018
				US	2018090257	A1	29 March 2018
US	2012014042	A1	19 January 2012	CN	202285365	U	27 June 2012
				EP	2407982	A2	18 January 2012
				US	2012014042	A1	19 January 2012
DE	202016104469	U1	02 September 2016	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01F37/00 H01F17/06
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01F H03H H02M

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 2010/097169 A1 (EARLE JOHN K [US]) 22. April 2010 (2010-04-22) Zusammenfassung Absätze [0015], [0016]; Abbildungen 1,2 Absätze [0001] - [0005] -----	1-3,5, 8-10
A	US 2018/090257 A1 (ISHIHARA YUYA [JP] ET AL) 29. März 2018 (2018-03-29) Zusammenfassung; Abbildungen 1-9 Absätze [0035] - [0073] -----	1-10
X	US 2012/014042 A1 (TALLAM RANGARAJAN M [US] ET AL) 19. Januar 2012 (2012-01-19) Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 Absätze [0020] - [0037] -----	1-3
A		7
	-/-	



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

25. Oktober 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/11/2019

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

Reder, Michael

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 20 2016 104469 U1 (ABB SCHWEIZ AG [CH]) 2. September 2016 (2016-09-02) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 Absätze [0029] - [0042] -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/072852

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010097169 A1	22-04-2010	KEINE	
US 2018090257 A1	29-03-2018	CN 107871544 A	03-04-2018
		JP 6417600 B2	07-11-2018
		JP 2018050417 A	29-03-2018
		US 2018090257 A1	29-03-2018
US 2012014042 A1	19-01-2012	CN 202285365 U	27-06-2012
		EP 2407982 A2	18-01-2012
		US 2012014042 A1	19-01-2012
DE 202016104469 U1	02-09-2016	KEINE	