

(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
8. September 2017 (08.09.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/148691 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B21C 9/00 (2006.01) **H01B 1/04** (2006.01)
C22C 47/20 (2006.01) **C22C 26/00** (2006.01)
H01B 1/02 (2006.01) **H01B 7/30** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/053180

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Februar 2017 (13.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 203 360.3 1. März 2016 (01.03.2016) DE

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

(72) Erfinder: **KÖPPENDÖRFER, Erwin**; Föhrenweg 23,
91126 Schwabach (DE). **SCHILL, Markus**;
Rechpacherstraße 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A CONDUCTOR AND CONDUCTOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES LEITERS SOWIE LEITER

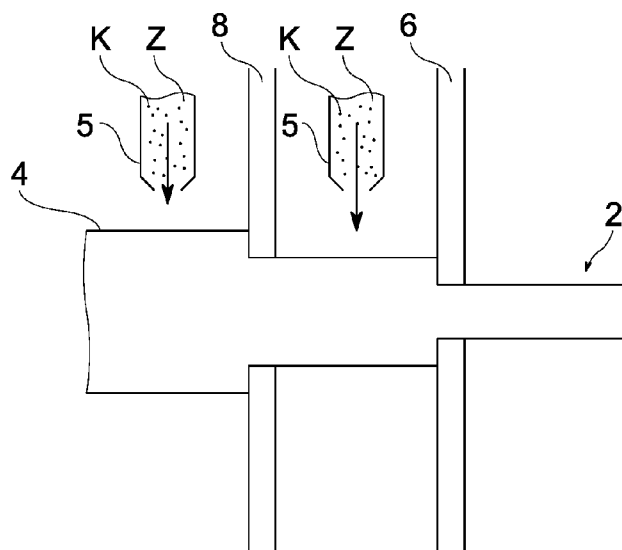


Fig. 1a

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a conductor (2) from a conductive material, wherein a conductor strand (4) is drawn through an opening of a first shaping tool (6) as part of a drawing process, whereby an peripheral contour of the conductor (2) is formed. Before the first shaping tool (6), a conductive carbon material (K) is applied to the material, which is worked into the material when same is passing through the first shaping tool (6). In this way, a conductor (2) having particularly high conductivity is produced. The invention also relates to a corresponding conductor (2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Leiters (2) aus einem leitenden Material, wobei ein Leiterstrang (4) im Rahmen eines Ziehprozesses durch eine Öffnung eines ersten Formwerkzeugs (6) gezogen wird, wodurch eine Umfangskontur des Leiters (2) ausgebildet wird. Vor dem ersten Formwerkzeug (6) wird auf das Material ein leitfähiges Kohlenstoffmaterial (K) aufgebracht, welches beim Durchlaufen des ersten Formwerkzeugs (6) in das Material eingearbeitet wird. Dadurch wird ein Leiter (2) mit besonders hoher Leitfähigkeit hergestellt. Weiterhin betrifft die Erfindung einen entsprechenden Leiter (2).



Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

5

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines Leiters sowie Leiter

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Leiters sowie einen entsprechenden Leiter.

15

Leiter finden Verwendung in Kabeln und Leitungen zur Übertragung von elektrischer Leistung und/oder von elektrischen Signalen. Der Leiter ist hierzu aus einem elektrisch leitenden Material gefertigt, beispielsweise Kupfer oder Aluminium. Typischerweise wird ein Leiter zur Ausbildung einer Ader mit einem Isolator ummantelt. Mehrere Adern können dann zu einer Leitung oder einem Kabel zusammengefasst werden. Der Leiter einer jeweiligen Ader ist entweder als massiver Einzeldraht ausgebildet oder als Bündel- oder Litzenleiter aus mehreren zusammengefassten Einzeldrähten.

20

25

Ein Leiter wird beispielsweise als massiver Einzeldraht ausgehend von einem Leiterstrang als Rohling in einem Ziehverfahren hergestellt, indem der Rohling einem sogenannten Ziehstein zugeführt wird, welcher eine Öffnung aufweist, mit einem gegenüber dem Durchmesser des Rohlings verringerten Öffnungsdurchmesser. Beim Hindurchziehen durch die Öffnung erfolgt dann eine Umformung des Rohlings durch Fließverformung. Durch darauffolgende weitere Umformung mit zusätzlichen nachgeschalteten Ziehsteinen ist es dann möglich, den Durchmesser des Leiterstrangs bis auf einen bestimmten Enddurchmesser zu reduzieren.

30

Vorliegend ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines Leiters anzugeben. Dabei soll das Verfahren die Herstellung eines verbesserten Leiters ermöglichen, insbesondere mit verbesserter Leitfähigkeit. Weiterhin soll ein entsprechender Leiter angegeben werden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie durch einen Leiter mit den Merkmalen gemäß Anspruch 9. Vorteilhafte Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Varianten sind Gegenstand
5 der Unteransprüche. Dabei gelten die Ausführungen im Zusammenhang mit dem Verfahren sinngemäß auch für den Leiter und umgekehrt.

Das Verfahren dient der Herstellung eines Leiters aus einem leitenden Material. Das Material ist vorzugsweise Kupfer, alternativ Aluminium. Bei dem Verfahren
10 wird ein Leiterstrang als Halbzeug oder Rohling im Rahmen eines Ziehprozesses durch eine Öffnung eines ersten Formwerkzeugs, d.h. insbesondere eines Ziehsteins, gezogen. Dadurch wird eine Umfangskontur des Leiters ausgebildet, welche wesentlich durch die Form der Öffnung bestimmt ist. Insbesondere wird die Umfangskontur des Leiterstrangs mittels des Formwerkzeugs umgeformt. Vor
15 dem ersten Formwerkzeug wird auf das Material ein leitfähiges Kohlenstoffmaterial aufgebracht, welches beim Durchlaufen des Formwerkzeugs in das Material eingearbeitet wird.

Bei dem Verfahren handelt es sich somit um ein verbessertes Ziehverfahren, bei
20 welchem in das zugeführte Material zusätzlich ein leitfähiges Kohlenstoffmaterial eingearbeitet wird. Aufgrund dessen weist der mittels des Verfahrens hergestellte Leiter eine verbesserte, d.h. höhere Leitfähigkeit auf. Dem liegt insbesondere die Überlegung zugrunde, dass das Kohlenstoffmaterial eine höhere Leitfähigkeit aufweist als das leitende Material, sodass in Kombination eine gegenüber dem
25 bloßen Material erhöhte Leitfähigkeit erzielt wird. Das an sich schon leitende Material wird demnach mit dem Kohlenstoffmaterial sozusagen versetzt, um ein ultra-leitfähiges Material herzustellen. Hierbei ist insbesondere die Leitfähigkeit des Kohlenstoffmaterials entscheidend. Mit anderen Worten: das Kohlenstoffmaterial liegt in einer möglichst leitfähigen oder hochleitfähigen Form, d.h. Konfiguration
30 vor.

Das Hinzufügen des Kohlenstoffmaterials zum Material des Leiterstrangs erfolgt in besonders einfacher Weise durch Aufbringen auf den Leiterstrang und nachfol-

gende Einarbeitung im Zuge einer Umformung im Formwerkzeug. Dabei gehen das leitende Material und das Kohlenstoffmaterial jedoch insbesondere keine chemische Bindung ein, sondern das Kohlenstoffmaterial wird in das leitende Material mechanisch eingearbeitet. Das aufgebrachte Kohlenstoffmaterial wird in das Formwerkzeug mit eingezogen und an das leitende Material gepresst oder mit diesem verpresst. Dazu ist das Kohlenstoffmaterial zweckmäßigerweise als eine Vielzahl von mikroskopischen Partikeln und/oder Flocken ausgebildet, wobei unter „mikroskopisch“ insbesondere eine Abmessung unter etwa 100µm verstanden wird. Beispielsweise wird das Kohlenstoffmaterial als Pulver aufgetragen, in einem Hilfsstoff gelöst oder als Emulsion mit einem Hilfsstoff. Der Hilfsstoff selbst wird beim Umformen vorteilhafterweise nicht mit eingearbeitet, sondern durch das Formwerkzeug sozusagen abgezogen sowie zurückgehalten, sodass lediglich das Kohlenstoffmaterial im Leiterstrang verbleibt.

Das Kohlenstoffmaterial besteht vorzugsweise aus Kohlenstoffnanoröhrchen oder Graphen, welche jeweils mikroskopische Partikel sind. Diese Konfigurationen des Kohlenstoffs zeichnen sich durch eine besonders hohe Leitfähigkeit aus, die insbesondere größer ist als die Leitfähigkeit von bloßem Kupfer.

Kohlenstoffnanoröhrchen sind röhrenartige, mikroskopische Kohlenstoffstrukturen, mit einem Durchmesser im Bereich von üblicherweise etwa 1nm bis zu 100nm. Die Kohlenstoffnanoröhrchen können einwandig oder mehrwandig sein, wobei vorliegend die mehrwandige Variante insbesondere aufgrund der überwiegend metallischen Eigenschaften bevorzugt ist. Kohlenstoffnanoröhrchen sind mit stark unterschiedlicher Länge verfügbar, von wenigen Mikrometern bis hin zu wenigen Millimetern oder mehr. Vorliegend sind Kohlenstoffnanoröhrchen mit einer Länge im Bereich von etwa 100nm bis zu etwa 10µm bevorzugt.

Graphen ist dagegen eine schichtartige Konfiguration des Kohlenstoffs, wobei eine einzelne Schicht eine Dicke von etwa 0,3nm aufweist. Vorliegend geeignet sind jedoch auch mehrschichtige Partikel, in diesem Zusammenhang auch als Flocken bezeichnet, mit mehreren Schichten und einer Gesamtdicke von bis zu etwa

10nm. Die Schichten selbst sind beispielsweise zwischen 100nm und 10µm breit und lang.

5 Bevorzugterweise wird vor dem Durchlaufen des ersten Formwerkzeugs auf das Material eine Ziehemulsion aufgebracht, welcher das Kohlenstoffmaterial beige- mischt ist. Dadurch ist die Einarbeitung des Kohlenstoffmaterials deutlich vereinfacht. Das Kohlenstoffmaterial wird also nicht separat aufgetragen, sondern als Bestandteil eines Stoffgemisches, bestehend aus einer Anzahl an Hilfsstoffen. Solche Hilfsstoffe sind beispielsweise Wasser, zur Ableitung von Prozesswärme, 10 welche beim Fließverformen des Materials generiert wird, und Öl oder Fett, welches als Schmiermittel dient. Die Ziehemulsion dient somit vorteilhafterweise auch als Schmiermittel.

15 In einer besonders einfachen Ausgestaltung besteht die Ziehemulsion lediglich aus Wasser und dem Kohlenstoffmaterial. Das Wasser dient vorrangig zur Wärmeabfuhr im Umformprozess, das Kohlenstoffmaterial dient zweckmäßigerweise als Schmiermittel. In dieser Ausgestaltung wird besonders Graphen bevorzugt verwendet, da dieses deutlich besser in Wasser dispergierbar ist als Kohlenstoff- nanoröhrchen. Aufgrund der schmierenden Eigenschaften des Kohlenstoffmateri- 20 als wird dann auf ein zusätzliches Schmiermittel, wie z.B. Öl oder Fett vorteilhaft verzichtet. Alternativ wird eine insbesondere herkömmliche Ziehemulsion aus Wasser und Öl oder Fett und ggf. weiteren Stoffen und mit zusätzlich beigemischem Kohlenstoffmaterial verwendet. Hierbei dient dann in an sich bekannter Weise zumindest das Öl oder Fett als Schmiermittel.

25 Um das Einarbeiten des Kohlenstoffmaterials in das leitende Material zu verbessern weist der Leiterstrang in einer vorteilhaften Weiterbildung zumindest während eines Teilschrittes des Herstellungsverfahrens eine Umfangskontur auf, die in einer Umlaufrichtung mit einer Anzahl an Ausnehmungen und Zähnen versehen ist. 30 Hierzu wird beispielsweise bereits ein mit einer entsprechenden Umfangskontur versehender Leiterstrang zur Verfügung gestellt oder während des Verfahrens durch ein entsprechendes Formwerkzeug (Ziehstein) erzeugt. Bei diesem Formwerkzeug handelt es sich beispielsweise um das erste Formwerkzeug oder auch

um ein zweites Formwerkzeug, welches vor dem ersten Formwerkzeug angeordnet ist. Dieses Formwerkzeug weist dabei allgemein eine Öffnung mit einer Anzahl von Fortsätzen auf, über die die Umfangskontur mit den Ausnehmungen und Zähnen ausgebildet wird. Dadurch wird vorteilhaft die Oberfläche des Leiterstrangs vergrößert, sodass effektiv mehr Kohlenstoffmaterial aufgetragen wird und insgesamt die Leitfähigkeit des Leiters weiter vergrößert ist.

Die Fortsätze dieses, insbesondere des zweiten Formwerkzeugs bilden die Öffnung derart weiter, dass diese quasi eine strukturierte Innenkontur aufweist. Dazu weisen die Fortsätze nach innen, d.h. in die Öffnung hinein, sodass ausgehend von einer einfachen z.B. runden oder eckigen Öffnung die freie Querschnittsfläche aufgrund der Fortsätze reduziert ist. Dadurch erzeugt das vorzugsweise zweite Formwerkzeug die Ausnehmungen also ausgehend von der ursprünglichen Oberfläche des Leitungsstrangs vor diesem Formwerkzeug als Rillen oder Eindrücke und allgemein als Ausnehmungen im Material. In einer beispielhaften runden Ausgestaltung des Leiterstrangs ergibt sich dann nach diesem Formwerkzeug eine etwa zahnradartige Umfangskontur, entlang welcher abwechselnd Ausnehmungen und Zähne angeordnet sind. Allgemein ist die Umfangskontur des Leiterstrangs bei diesem Teilschritt des Verfahrens also strukturiert oder profiliert, im Gegensatz zu einer allgemein glatten Ausbildung. Dabei verlaufen die Ausnehmungen im Leiterstrang prinzipbedingt in Längsrichtung des Leiterstrangs. Im Querschnitt ist eine jeweilige Ausnehmung nicht auf eine bestimmte Form beschränkt und ist beispielsweise ringsegmentförmig, kreisabschnittförmig, muldenförmig, rechteckig oder dreieckig ausgebildet, je nach Art der Fortsätze.

Das Kohlenstoffmaterial wird zweckmäßigerweise zumindest nach dem zweiten Formwerkzeug und vor dem ersten Formwerkzeug auf die durch das zweite Formwerkzeug strukturierte Oberfläche aufgebracht, in einer Variante jedoch auch schon vor dem zweiten Formwerkzeug.

Zweckdienlicherweise wird die strukturierte Oberfläche nach dem Aufbringen des Kohlenstoffmaterials erneut umgeformt, vorzugsweise kreisrund. Bei dieser erneuten Umformung erfolgt allgemein ein Glätten oder auch Verrunden der strukturier-

ten Oberfläche. Dieses Glätten erfolgt vorzugsweise nach dem Durchlaufen des zweiten Formwerkzeugs und mit Hilfe des ersten Formwerkzeugs. Bei diesem Glätten werden die Zähne zumindest teilweise in die Ausnehmungen gedrückt. Genauer gesagt wird das Material der Zähne in die Ausnehmungen hineinge-
5 drückt und diese werden dadurch vorzugsweise verschlossen. Je nach Ausgestaltung und Dynamik der Fließverformung bilden im Querschnitt betrachtet die Zähne beispielsweise jeweils Seitenwände der Ausnehmungen und diese Seitenwände werden zumindest teilweise in die Ausnehmung hineingetrieben, sodass das ursprünglich außenseitig aufgetragene Kohlenstoffmaterial auf vorteilhafte Weise
10 ins Innere des Leiterstrangs getrieben wird. Dadurch wird das Kohlenstoffmaterial in das leitenden Material eingebettet. Durch die zweifache Umformung zunächst im zweiten und anschließend im ersten Formwerkzeug wird also das Kohlenstoffmaterial nicht lediglich oberflächlich eingearbeitet, sondern vielmehr in das Material hineingearbeitet und insbesondere quasi eingeknetet.

15 Grundsätzlich ist auch schon eine lediglich oberflächliche Einbettung von Kohlenstoffmaterial vorteilhaft, besonders bei Leitern, welche zur Signalübertragung dienen. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass besonders bei Hochfrequenzleitungen, z.B. für hohe Datenraten im Bereich mehrerer 10Gbps, der elektrische Strom
20 aufgrund des Skineffekts vorrangig an der Oberfläche, d.h. der Außenwand des Leiters fließt und weiter innen liegende Bereiche keine große Rolle spielen. Die mehrstufige Umformung mittels des ersten und des zweiten Formwerkzeugs bietet dagegen den Vorteil, dass das Kohlenstoffmaterial weiter ins Innere des Leiters eingebettet wird, sodass solch ein Leiter auch für Niederfrequenz- und besonders
25 Gleichstromanwendungen eine signifikant erhöhte Leitfähigkeit aufweist.

Die Ausnehmungen weisen geeigneterweise eine Tiefe auf, welche zwischen 1 und 20% eines Durchmessers des Leiterstrangs nach dem zweiten Formwerkzeug beträgt. Dadurch ist sichergestellt, dass im fertigen Leiter das Kohlenstoffmaterial
30 hinreichend gut verteilt ist. Zudem sind solche Ausnehmungen weiterhin in einem einfachen und kostengünstigen Ziehverfahren mittels entsprechender Ziehsteine als Formwerkzeuge fertigbar. Die genaue Tiefe wird insbesondere applikationsabhängig bezüglich des Leiters ausgewählt. Beispielsweise wird für Gleichstroman-

wendungen eine möglichst große Tiefe gewählt, für eine möglichst hohe Leitfähigkeit im Gesamtquerschnitt des Leiters, und für Hochfrequenzanwendungen eine im Vergleich dazu geringe Tiefe, welche insbesondere in der Herstellung einfacher zu handhaben ist.

5

In einer vorteilhaften Weiterbildung wird der Leiterstrang mehrfach nacheinander profiliert und wieder verrundet. Insbesondere wird er zunächst durch ein Formwerkzeug nach Art des zweiten Formwerkzeugs, d.h. durch ein zweites Formwerkzeug zur Ausbildung der Profilierung gezogen. Anschließend wird der Leiterstrang durch ein weiteres Formwerkzeug nach Art des ersten Formwerkzeugs, d.h. durch ein erstes Formwerkzeug, wieder geglättet oder verrundet. Mit anderen Worten: die grundsätzlich zumindest zweistufige Umformung mittels des zweiten und des ersten Formwerkzeugs wird nacheinander mehrfach durchgeführt, so dass insgesamt der Leiterstrang mehrfach abwechselnd mit Ausnehmungen und Zähnen profiliert ausgebildet und dann geglättet wird.

10

15

Die Art des Formwerkzeugs ist vorrangig durch die Innenkontur der Öffnung bestimmt und insbesondere nicht durch deren genaue Abmessungen. So weist ein Formwerkzeug zweiter Art entsprechend in oben beschriebener Weise Fortsätze auf und ein Formwerkzeug erster Art nicht. Ein Formwerkzeug zweiter Art bildet dann gemeinsam mit einem nachgeschalteten Formwerkzeug erster Art eine Formeinheit, von welcher in Förderrichtung des Leiterstrangs dann mehrere hintereinandergeschaltet sind. Entlang des Leiterstrangs sind also Formwerkzeuge unterschiedlicher Art abwechselnd angeordnet. Dadurch wird das Kohlenstoffmaterial besonders effizient und gut verteilt und in das leitende Material eingearbeitet. Beispielsweise wird die zweifache Umformung insgesamt fünfmal durchgeführt, sodass insgesamt zehn Formwerkzeuge verwendet werden, von denen fünf Ausnehmungen und Zähne erzeugen und die übrigen fünf eine glatte Umfangskontur.

20

25

30

In einer denkbaren, alternativen Ausgestaltung werden mehrere Formwerkzeuge zweiter Art ohne dazwischengeschaltete Formwerkzeuge erster Art verwendet. Ein solches wird dann zweckmäßigerweise lediglich abschließend verwendet, um ei-

nen Leiter mit glatter Umfangskontur zu erhalten. Vorzugsweise erfolgt im letzten Ziehschritt ein Glätten, um eine insbesondere kreisrunde Umfangskontur zu erhalten. Insgesamt sind bei einem solchen Gesamt-Drahtziehvorgang eines Ausgangs-Rohdrahtes auf einen gewünschten Enddurchmesser üblicherweise eine
5 Vielzahl, typischerweise mehr als 5 Ziehoperationen vorgesehen.

In einer ersten geeigneten Variante ist der Leiterstrang ein massiver Einzeldraht. Dieser Einzeldraht weist beispielsweise anfänglich einen Durchmesser von etwa 8mm auf, welcher im Zuge des Verfahrens auf einen gewünschten Enddurchmes-
10 ser verringert wird.

In einer weiteren, ebenfalls geeigneten Variante ist der Leiterstrang zumindest anfangs ein Bündel- oder ein Litzenleiter, welcher aus mehreren Einzeldrähten besteht, die zu einem Bündel oder einer Litze, allgemein einem Drahtverbund zu-
15 sammengefasst sind. Dieser Drahtverbund wird nun dem Formwerkzeug oder den Formwerkzeugen zugeführt und wie oben beschrieben verarbeitet. Die bündelartige Ausgestaltung ermöglicht jedoch schon zu Beginn ein verbessertes Eindringen des Kohlenstoffmaterials aufgrund der prinzipbedingt bereits vorhandenen Zwischenräume und Zwickel zwischen den diversen Einzeldrähten. Der Leiterstrang
20 wird dann entweder im Rahmen der Umformung lediglich kompaktiert oder derart zusammengepresst, dass die Einzeldrähte zu einem gemeinsamen, massiven oder zumindest nahezu massiven Einzeldraht zusammengepresst und dabei kaltverschweißt werden. Durch die Verwendung eines Bündel- oder Litzenleiters lassen sich besonders große Eindringtiefen für das Kohlenstoffmaterial und somit
25 besonders dicke Oberflächenbereiche realisieren.

Der erfindungsgemäße Leiter ist insbesondere nach dem oben genannten Verfahren hergestellt und ausgehend von einem Leiterstrang aus einem leitenden Material, wobei dem Material zur Verbesserung der Leitfähigkeit ein leitfähiges Kohlenstoffmaterial beigemischt ist, welches in das leitende Material mechanisch einge-
30 arbeitet ist.

Das Kohlenstoffmaterial ist dabei vorrangig oder lediglich in einem Oberflächenbereich eingearbeitet, was sich insbesondere durch das spezielle Herstellungsverfahren ergibt.

5 Je nach Ausgestaltung des Verfahrens und der verwendeten Formwerkzeuge ergibt sich für das Kohlenstoffmaterial eine bestimmte Eindringtiefe. Diese gibt beim fertigen Leiter denjenigen Abstand von der Oberfläche des Leiters ins Innere hinein an, bis zu welchem Kohlenstoffmaterial eingearbeitet und vorhanden ist. Nach innen hin schließt sich dann an den Oberflächenbereich insbesondere ein
10 Innenbereich an, welcher frei von Kohlenstoffmaterial ist, d.h. insbesondere rein aus leitendem Material besteht. Der Oberflächenbereich ist allgemein auch ein Randbereich des Leiters, welcher vorzugsweise die gesamte Oberfläche oder auch Außenseite des Leiter umfasst, wenigstens jedoch Teile davon.

15 In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Innenbereich vollständig vom Oberflächenbereich umgeben, d.h. im Querschnitt des Leiters vom Oberflächenbereich eingeschlossen. Der Innenbereich ist hierbei dann ein Zentralbereich des Leiters. Diese äußere Anordnung des Kohlenstoffmaterials ist besonders bei Hochfrequenzanwendungen vorteilhaft, wie oben bereits erläutert wurde. In einem sol-
20 chen Fall kann vorteilhaft dann auf eine möglichst große Verteilung des Kohlenstoffmaterials insbesondere im Inneren des Leiters verzichtet werden.

In zweckdienlicher Ausgestaltung sind die Kohlenstoff-Partikel zumindest zu einem Teil, beispielsweise mehr als 10%, vorzugsweise mehr als ein Drittel, voll-
25 ständig im Leiter eingebettet. Hierunter wird verstanden, dass sie vollständig von dem leitenden Material des Leiters umgeben sind und gerade nicht bis zur Oberfläche reichen, wie dies bei einem reinen Einpressen von außen der Fall ist. Dieses vollständige Einbetten wird durch den speziellen Verfahrensschritt erreicht, bei dem das Kohlenstoffmaterial auf einen profilierten Leiterstrang aufgebracht wird,
30 welcher nachfolgend wieder geglättet wird. Zumindest die am Grund einer Ausnehmung des profilierten Leiterstrangs angeordneten Partikel werden hierbei vollständig vom leitenden (z.B. Kupfer-) Material umgeben.

In einer geeigneten Ausgestaltung ist der Leiter im Querschnitt kreisrund ausgebildet und der Randbereich ist ringförmig. Ein solcher Leiter wird beispielsweise bereits ausgehend von einem kreisrunden Leiterstrang hergestellt. Der fertige Leiter weist dann einen Durchmesser im Bereich von etwa 0,05 bis 5mm auf.

5

Der Leiter weist allgemein einen Durchmesser auf und der Oberflächenbereich weist eine Dicke auf, wobei die Dicke in einer bevorzugten Ausgestaltung höchstens 15% des Durchmessers entspricht. Die Dicke des Oberflächenbereichs ist die Eindringtiefe des Kohlenstoffmaterials. Bei der Herstellung mittels einer Kombination aus einem ersten und einem zweiten Formwerkzeug wie oben erläutert beträgt die Dicke insbesondere wenigstens 1% des Durchmessers. Bei der lediglich oberflächlichen Einarbeitung entspricht die Dicke insbesondere etwa den Abmessungen der Partikel des Kohlenstoffmaterials.

10

Vorzugsweise macht das Kohlenstoffmaterial im Oberflächenbereich einen Volumenanteil zwischen 0,01 und 0,5% aus. Der übrige Volumenanteil wird insbesondere durch das leitende Material gebildet. Auf den gesamten Leiter bezogen, d.h. unter Berücksichtigung eines Innenbereichs, welcher frei von Kohlenstoffmaterial ist, ist der Volumenanteil des Kohlenstoffmaterials entsprechend geringer.

15

20

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen jeweils schematisch

Fig. 1a die Herstellung eines Leiters aus einem Leiterstrang im Rahmen eines Ziehverfahrens,

25

Fig. 1b ein zweites Formwerkzeug der Anordnung in Fig. 1a,

Fig. 2a den fertigen Leiter in einer Querschnittansicht,

Fig. 2b in einer Querschnittansicht den Leiterstrang nach einer ersten Umformung während der Herstellung,

30

Fig. 3a eine Variante des Leiters, und

Fig. 3b einen Leiterstrang zur Herstellung der in Fig. 3a gezeigten Variante.

In Fig. 1a ist stark schematisiert die Herstellung eines Leiters 2 dargestellt, welcher aus einem Leiterstrang 4 hergestellt wird, welcher wiederum aus einem leitenden Material besteht, vorzugsweise Kupfer. Der Leiterstrang 4 wird während der Herstellung im Rahmen eines Ziehverfahrens umgeformt, wobei zugleich ein Kohlenstoffmaterial K in das leitende Material eingearbeitet wird. Dies wird in Fig. 1a an mehreren Stellen mittels einer Zuführeinheit 5 auf den Leiterstrang 4 aufgetragen. Dabei ist das Kohlenstoffmaterial K in dem gezeigten Ausführungsbeispiel einer Ziehemulsion Z beigemischt. Diese umfasst beispielsweise Wasser zur Kühlung und ggf. ein Öl oder Fett zur Schmierung. Denkbar ist grundsätzlich aber auch eine Verwendung lediglich des Kohlenstoffmaterials K, welches dann selbst als Schmierstoff dient. Als Kohlenstoffmaterial K werden Kohlenstoffnanoröhrchen oder Graphen verwendet.

In Fig. 1a erfolgt die Herstellung lediglich beispielhaft mittels zweier unterschiedlicher Formwerkzeuge 6, 8, durch welche der Leiterstrang 4 nacheinander gezogen wird. Die Formwerkzeuge 6, 8 weisen jeweils eine Öffnung auf, durch welche der Leiterstrang 4 gezogen wird und sind z.B. jeweils als Ziehstein ausgebildet. Eines der Formwerkzeuge 6, 8 ist als ein erstes Formwerkzeug 6 ausgebildet und dient in Fig. 1a insbesondere unter Anderem zur Ausbildung einer definierten, hier kreisrunden Umfangskontur U des Leiters 2. Das andere der Formwerkzeuge 6, 8 ist als zweites Formwerkzeug 8 dem ersten Formwerkzeug 6 vorgeschaltet und dient insbesondere zur Vergrößerung der Oberfläche des Leiterstrangs 4. Das zweite Formwerkzeug 8 ist in Fig. 1b in einer Frontansicht dargestellt, aus welcher deutlich wird, dass das zweite Formwerkzeug 8 mehrere Fortsätze 9 aufweist, welche in die Öffnung hineinragen und deren Innenkontur definieren.

Die Umformung der Umfangskontur U wird besonders in Kombination mit den Fig. 2a und 2b deutlich. Fig. 2a zeigt in einer Querschnittansicht den fertigen Leiter 2. Dieser weist einen Innenbereich 10 und einen außenliegenden Oberflächenbereich 12 auf, welcher in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ringförmig ausgebildet ist und den Innenbereich 10 vollständig umschließt. Aufgrund des speziellen Herstellungsverfahrens ist lediglich im Oberflächenbereich 12 Kohlenstoffmaterial K angeordnet, der Innenbereich 10 ist frei hiervon. Fig. 2b zeigt in einer Quer-

schnittansicht den Leiterstrang 4 an einer Position zwischen den beiden Formwerkzeugen 6, 8. Zunächst wird also mittels des zweiten Formwerkzeugs 8 der Leiterstrang 4 derart umgeformt, dass die Umfangskontur U mehrere Zähne 14 und dazwischenliegende Ausnehmungen 16 aufweist, sodass sich eine vergrößerte Oberfläche ergibt, auf welche besonders viel Kohlenstoffmaterial K aufgetragen werden kann. Mittels des ersten Formwerkzeugs 6 wird die profilierte Umfangskontur U aus Fig. 2b dann derart umgeformt, dass sich der Leiter 2 in Fig. 2a mit glatter Umfangskontur U ergibt. Dabei werden die Zähne 14 zumindest teilweise in die Ausnehmungen 16 gedrückt und auf diese Weise das zunächst lediglich oberflächlich aufgetragene Kohlenstoffmaterial K in das Material mechanisch eingearbeitet. Die verbleibenden Bestandteile der Ziehemulsion Z werden aus dem Leiterstrang 4 herausgepresst, in diesem verbleibt lediglich das Kohlenstoffmaterial K. Die Umformung des Materials ist in Fig. 2b lediglich beispielhaft durch Pfeile angedeutet, um zu illustrieren, wie ein Teil der Zähne 14 sozusagen nach innen gefaltet wird, sodass das Kohlenstoffmaterial K quasi in das leitende Material hineingeknetet wird.

Im fertigen Leiter 2 weist der Oberflächenbereich 12 eine Dicke E auf, welche bis zu 15% des Durchmessers D des fertigen Leiters 2 beträgt. Die Dicke E gibt an, wie weit in den Leiter 2 hinein das leitende Material mit Kohlenstoffmaterial K durchsetzt ist und entspricht daher auch einer Eindringtiefe des Kohlenstoffmaterials K. Die Dicke E ist vorrangig abhängig von einer Tiefe T der Ausnehmungen 16. Diese Tiefe T beträgt etwa zwischen 1 und 20% des Durchmessers D des Leiterstrangs 4 nach der Umformung. Der Volumenanteil des Kohlenstoffmaterials K im Oberflächenbereich 12 beträgt vorzugsweise zwischen 0,01 und 0,5%.

In einer nicht gezeigten Variante erfolgt keine Umformung mittels eines zweiten Formwerkzeugs 8 sondern lediglich eine Umformung mittels des ersten Formwerkzeugs 6 oder mittels mehrerer solcher ersten Formwerkzeuge 6. Das in das leitende Material eingebettete Kohlenstoffmaterial K ist dann lediglich oberflächlich angeordnet und der Oberflächenbereich 12 ist besonders dünn. Das oben beschriebene Einbetten erfolgt nicht.

In einer weiteren, ebenfalls nicht gezeigten Variante werden die in Fig. 1 dargestellten Schritte mehrfach hintereinander durchgeführt, d.h. der Leiterstrang 4 wird nacheinander durch mehrere Formwerkzeuge 6, 8 gezogen, wobei die ersten Formwerkzeuge 6 und die zweiten Formwerkzeuge 8 abwechselnd durchlaufen werden.

Fig. 3a zeigt eine Variante des fertigen Leiters 2, welcher ausgehend von einem Leiterstrang 4 wie in Fig. 3b dargestellt hergestellt ist, nämlich ausgehend von einem Litzenleiter mit mehreren Einzeldrähten 18. Auf diese wird ähnlich wie in Fig. 1 dargestellt zunächst das Kohlenstoffmaterial K aufgetragen. Anschließend wird die Anordnung zumindest durch ein erstes Formwerkzeug 6 geführt und zum Leiter 2 verarbeitet. Dabei werden die Einzeldrähte 18 zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig miteinander kaltverschweißt, sodass sich ein massiver Leiter 2 ergibt. Die Einzeldrähte 18 bilden Zwischenräume 20 aus, in welche das Kohlenstoffmaterial K eindringt, sodass wie in Fig. 3a gezeigt ein Oberflächenbereich 12 mit besonders großer Dicke E herstellbar ist. Eine zusätzliche Umformung mittels eines oder mehrerer zweiter Formwerkzeuge 8 ist zunächst nicht notwendig, wird jedoch in einer alternativen Ausgestaltung vorgenommen.

Ansprüche

- 5 1. Verfahren zur Herstellung eines Leiters aus einem leitenden Material, wobei ein Leiterstrang im Rahmen eines Ziehprozesses durch eine Öffnung eines Formwerkzeugs gezogen wird, wodurch eine Umfangskontur des Leiters ausgebildet wird, wobei vor dem Formwerkzeug auf das Material ein leitfähiges Kohlenstoffmaterial aufgebracht wird, welches beim Durchlaufen
10 des ersten Formwerkzeugs in das Material eingearbeitet wird.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Kohlenstoffmaterial aus Kohlenstoffnanoröhrchen oder Graphen
15 besteht.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass vor dem Durchlaufen des Formwerkzeugs auf das Material eine Zieh-
20 emulsion aufgebracht wird, welcher das Kohlenstoffmaterial beigemischt ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass der Leiterstrang zumindest während eines Teilschrittes des Verfahrens als ein profilierter Leiterstrang vorliegt und eine Umfangskontur aufweist, die in einer Umlaufrichtung mit einer Anzahl an Ausnehmungen und Zähnen versehen ist.
- 30 5. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass auf den Leiterstrang das Kohlenstoffmaterial aufgebracht wird und nachfolgend die Umfangskontur geglättet und insbesondere kreisrund um-

geformt wird, wobei hierbei die Zähne zumindest teilweise in die Ausnehmungen gedrückt werden.

6. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche,

5

dadurch gekennzeichnet,

dass die Ausnehmungen eine Tiefe aufweisen, welche zwischen 1 und 20% eines Durchmessers des profilierten Leiterstrangs und insbesondere zwischen 5% und 15% beträgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6,

10

dadurch gekennzeichnet,

dass der Leiterstrang mehrfach nacheinander profiliert und wieder geglättet wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

15

dadurch gekennzeichnet,

dass der Leiterstrang ein Bündel- oder ein Litzenleiter ist, welcher aus mehreren Einzeldrähten besteht.

9. Leiter, insbesondere hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, welcher ausgehend von einem Leiterstrang aus einem leitenden Material hergestellt ist, wobei dem Material zur Verbesserung der Leitfähigkeit ein leitfähiges Kohlenstoffmaterial beigemischt ist, welches im Querschnitt in einem Oberflächenbereich des Leiters in das Material mechanisch eingearbeitet ist.

20

25

10. Leiter nach dem vorhergehenden Anspruch,

dadurch gekennzeichnet,

dass dieser im Querschnitt einen Innenbereich aufweist, welcher frei von Kohlenstoffmaterial ist und von dem Oberflächenbereich insbesondere vollständig umgeben ist.

30

11. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,
dass der Leiter im Querschnitt kreisrund ausgebildet ist und der Oberflächenbereich ringförmig.

5 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Kohlenstoffmaterial partikelförmig und insbesondere als Graphen
oder als Nanoröhrchen ausgebildet ist und zumindest ein Teil der Partikel
in dem Oberflächenbereich vollständig eingebettet ist.

10 13. Leiter nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass dieser einen Durchmesser aufweist und der Oberflächenbereich eine
Dicke, die höchstens 15% des Durchmessers entspricht.

15 14. Leiter nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Kohlenstoffmaterial im Oberflächenbereich einen Volumenanteil
zwischen 0,01 und 0,5% ausmacht.

20

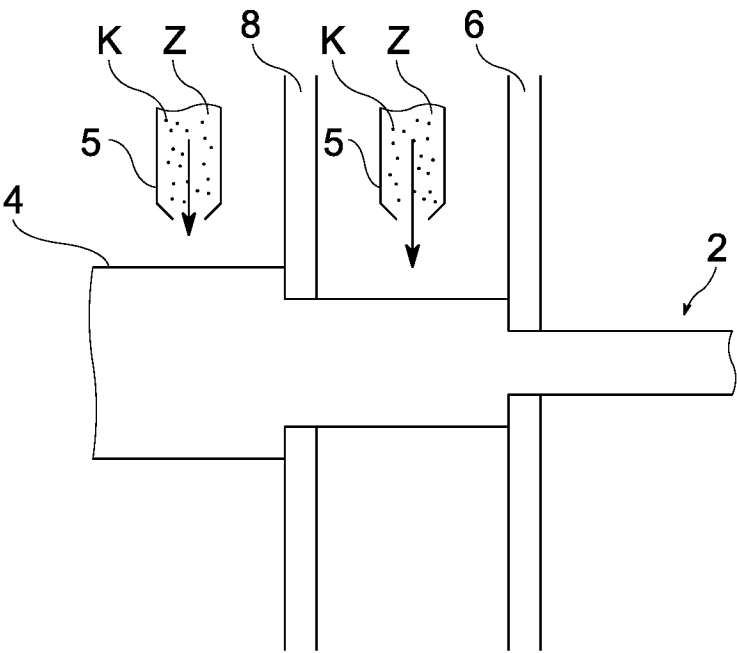


Fig. 1a

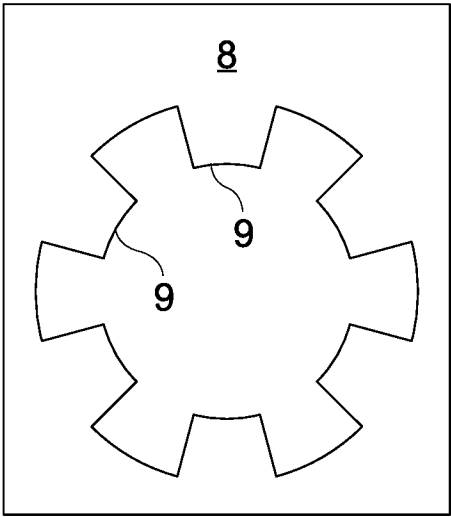


Fig. 1b

2/2

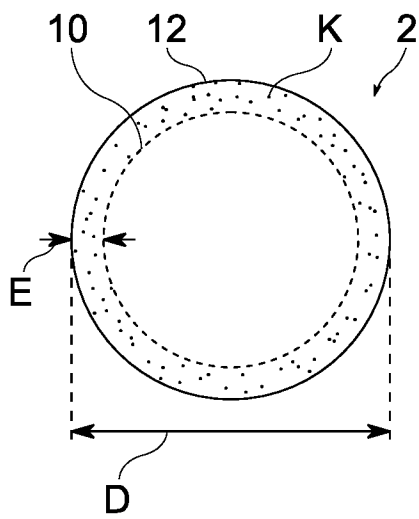


Fig. 2a

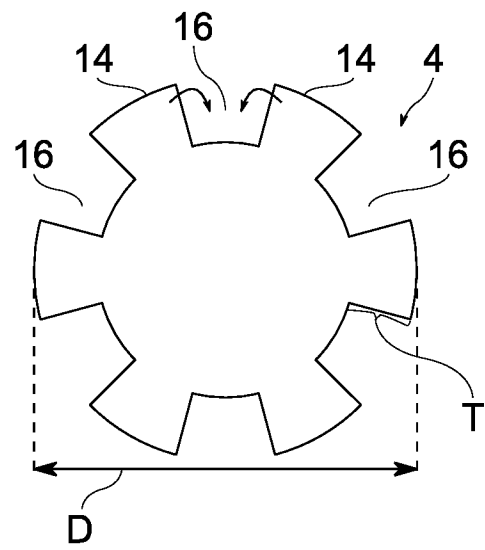


Fig. 2b

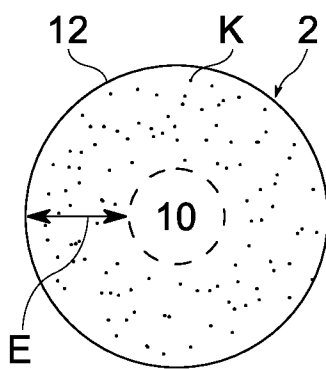


Fig. 3a

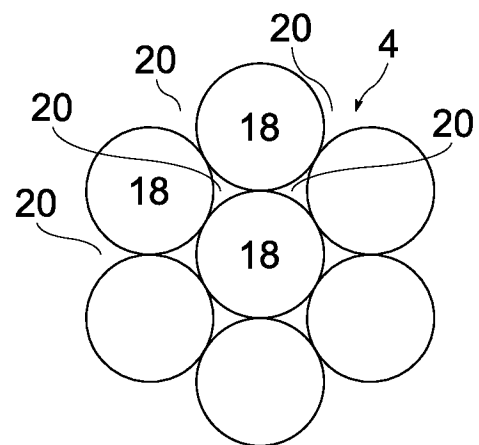


Fig. 3b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053180

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B21C9/00 C22C47/20 H01B1/02 H01B1/04
ADD. C22C26/00 H01B7/30

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)

B21C H01B C22F C22C

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)

EP0-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	JP 2009 021038 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 29 January 2009 (2009-01-29)	1-4,6-14
A	paragraphs [0006], [0018], [0028], [0029], [0033], [0040] figures 11, 12	5

X	WO 2014/189549 A2 (LOS ALAMOS NAT SECURITY LLC [US]) 27 November 2014 (2014-11-27)	1,2,9-11
	paragraph [0122] figures 26, 27	

X	EP 2 814 040 A1 (HAMILTON SUNDSTRAND CORP [US]) 17 December 2014 (2014-12-17)	1,2,8,9,11
	paragraphs [0010] - [0012], [0016], [0017] figures 1-5	

	-/--	



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

12 May 2017

Date of mailing of the international search report

22/05/2017

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Hillmayr, Heinrich

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053180

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005 211947 A (GOTO DENSHI KK) 11 August 2005 (2005-08-11) paragraphs [0001], [0029] figures 1-3, 7 -----	4
A	WO 2015/013349 A1 (UNIV STATE CLEVELAND [US]; NAYFEH TAYSIR H [US]; WIEDERHOLT ANITA M [U] 29 January 2015 (2015-01-29) paragraph [0039] - paragraph [0041] figure 8C -----	1,9
A	DE 10 2009 002178 A1 (LEIBNIZ INST FUER FESTKOERPER [DE]) 15 October 2009 (2009-10-15) paragraph [0023] figures 1, 2 -----	1,9
A	WO 2012/145267 A1 (COMMScope INC [US]; ADRIAENSSENS LUC WALTER [US]) 26 October 2012 (2012-10-26) paragraphs [0032], [0033]; figures 2, 3 -----	1,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/053180

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2009021038 A	29-01-2009	NONE	

WO 2014189549 A2	27-11-2014	US 2016118157 A1	28-04-2016
		WO 2014189549 A2	27-11-2014

EP 2814040 A1	17-12-2014	EP 2814040 A1	17-12-2014
		US 2014363677 A1	11-12-2014
		US 2016168693 A1	16-06-2016

JP 2005211947 A	11-08-2005	NONE	

WO 2015013349 A1	29-01-2015	US 2016151817 A1	02-06-2016
		WO 2015013349 A1	29-01-2015

DE 102009002178 A1	15-10-2009	NONE	

WO 2012145267 A1	26-10-2012	US 2013105195 A1	02-05-2013
		WO 2012145267 A1	26-10-2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/053180

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B21C9/00 C22C47/20 H01B1/02 H01B1/04
ADD. C22C26/00 H01B7/30

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B21C H01B C22F C22C

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

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

EP0-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	JP 2009 021038 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 29. Januar 2009 (2009-01-29)	1-4,6-14
A	Absätze [0006], [0018], [0028], [0029], [0033], [0040] Abbildungen 11, 12	5
X	WO 2014/189549 A2 (LOS ALAMOS NAT SECURITY LLC [US]) 27. November 2014 (2014-11-27) Absatz [0122] Abbildungen 26, 27	1,2,9-11
X	EP 2 814 040 A1 (HAMILTON SUNDSTRAND CORP [US]) 17. Dezember 2014 (2014-12-17) Absätze [0010] - [0012], [0016], [0017] Abbildungen 1-5	1,2,8,9, 11
	----- -/--	



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

12. Mai 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/05/2017

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

Hillmayr, Heinrich

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2005 211947 A (GOTO DENSHI KK) 11. August 2005 (2005-08-11) Absätze [0001], [0029] Abbildungen 1-3, 7 -----	4
A	WO 2015/013349 A1 (UNIV STATE CLEVELAND [US]; NAYFEH TAYSIR H [US]; WIEDERHOLT ANITA M [U] 29. Januar 2015 (2015-01-29) Absatz [0039] - Absatz [0041] Abbildung 8C -----	1,9
A	DE 10 2009 002178 A1 (LEIBNIZ INST FUER FESTKOERPER [DE]) 15. Oktober 2009 (2009-10-15) Absatz [0023] Abbildungen 1, 2 -----	1,9
A	WO 2012/145267 A1 (COMMScope INC [US]; ADRIAENSSENS LUC WALTER [US]) 26. Oktober 2012 (2012-10-26) Absätze [0032], [0033]; Abbildungen 2, 3 -----	1,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/053180

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2009021038 A	29-01-2009	KEINE	
-----	-----	-----	-----
WO 2014189549 A2	27-11-2014	US 2016118157 A1	28-04-2016
		WO 2014189549 A2	27-11-2014
-----	-----	-----	-----
EP 2814040 A1	17-12-2014	EP 2814040 A1	17-12-2014
		US 2014363677 A1	11-12-2014
		US 2016168693 A1	16-06-2016
-----	-----	-----	-----
JP 2005211947 A	11-08-2005	KEINE	
-----	-----	-----	-----
WO 2015013349 A1	29-01-2015	US 2016151817 A1	02-06-2016
		WO 2015013349 A1	29-01-2015
-----	-----	-----	-----
DE 102009002178 A1	15-10-2009	KEINE	
-----	-----	-----	-----
WO 2012145267 A1	26-10-2012	US 2013105195 A1	02-05-2013
		WO 2012145267 A1	26-10-2012
-----	-----	-----	-----