

(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  
13. August 2015 (13.08.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2015/117819 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01B 1/24* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/051087

(22) Internationales Anmeldedatum:  
21. Januar 2015 (21.01.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2014 202 153.7  
6. Februar 2014 (06.02.2014) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: DÖLLING, Andre; Am Dummettsweiher 88, 91056 Erlangen (DE). HARTMANN, Werner; Karlsweg 10, 91085 Weisendorf (DE). KRÄMER, Hans-Peter; Regnitzweg 4, 91058 Erlangen (DE). KUHNERT, Anne; Brünleinsweg 124a, 90768 Fürth (DE). KUMMETH, Peter; Langzenner Str. 19, 91074 Herzogenaurach (DE). SCHACHERER, Christian; Hirtenweg 3, 91352 Hallerndorf (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, 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, KN, KP, KR, 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).

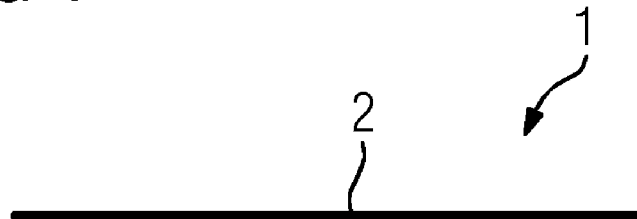
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: DEVICE FOR CONDUCTING ELECTRICAL AND/OR THERMAL ENERGY

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUM LEITEN VON ELEKTRISCHER UND/ODER THERMISCHER ENERGIE

FIG 1



(57) Abstract: The invention concerns a device (1) for conducting electrical and/or thermal energy and comprises at least one electrically and/or thermally conductive conducting element (2), said at least one conducting element (2) being formed from nanoscale carbon structures combined to form at least one textile material, or comprising nanoscale carbon structures combined to form at least one textile material.

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung (1) zum Leiten von elektrischer und/oder thermischer Energie, aufweisend wenigstens ein elektrisch und/oder thermisch leitfähiges Leiterelement (2), wobei das wenigstens eine Leiterelement (2) aus zu wenigstens einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen gebildet ist oder zu wenigstens einem Textil zusammengefasste nanoskalige Kohlenstoffstrukturen umfasst.



WO 2015/117819 A1

## Beschreibung

Vorrichtung zum Leiten von elektrischer und/oder thermischer Energie

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Leiten von elektrischer und/oder thermischer Energie, aufweisend wenigstens ein elektrisch und/oder thermisch leitfähiges Leiterelement.

10 Bei derartigen Vorrichtungen handelt es sich z.B. um elektrische Leitungen. An derartige Vorrichtungen werden, insbesondere im Bereich von Hochstromanwendungen, stetig wachsende Anforderungen gestellt:

15 So werden z.B. hohe Stromtragfähigkeiten, worunter der maximale Stromfluss bezogen auf die Querschnittsfläche zu verstehen ist, gefordert. Hohe Stromtragfähigkeiten ermöglichen einen geringeren Materialaufwand und erweitern so die „Designfreiheiten“ von jeweilige Vorrichtungen implementierenden  
20 Anwendungen.

Daneben werden geringe Verlustleistungen gefordert, d.h. der elektrische Widerstand der entsprechenden Vorrichtungen zugehörigen Leiterelemente sollte möglichst klein sein. Im Hinblick auf die Querschnittsfläche entsprechender Leiterelemente und den damit verbundenen Materialaufwand sollten die Leiterelemente sonach einen möglichst geringen spezifischen  
25 elektrischen Widerstand aufweisen.

30 Gleichermaßen werden gute mechanische Eigenschaften sowie ein geringes Gewicht gefordert, um derartige Vorrichtungen in mechanisch hoch beanspruchenden Anwendungen, wie z.B. als Oberleitung für Schienenfahrzeuge, in Schaltanlagen sowie in mobilen Anwendungen, wie z.B. in mobilen Elektromotoren, mobilen  
35 Schalteinrichtungen etc., einsetzen zu können.

Analoge Anforderungen werden an Vorrichtungen zum Leiten von thermischer Energie, d.h. Wärme, wie z.B. Heiz- oder Wärmeleitungen, gestellt.

5 Bisher werden die Leiterelemente derartiger Vorrichtungen üblicherweise aus Metallen, d.h. insbesondere Aluminium, Kupfer oder entsprechenden Legierungen, gebildet. Diese Materialien genügen den vorgenannten Anforderungen in der Regel nicht oder nur zum Teil.

10

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Vorrichtung zum Leiten von elektrischer und/oder thermischer Energie anzugeben.

15 Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, welche sich erfindungsgemäß dadurch auszeichnet, dass das wenigstens eine Leiterelement aus zu wenigstens einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen gebildet ist oder zu wenigstens einem Textil zusammengefasste nanoskalige Kohlenstoffstrukturen umfasst.

20

Das erfindungsgemäße Prinzip betrifft eine besondere Vorrichtung zum Leiten bzw. Übertragen von elektrischer Energie, d.h. insbesondere elektrischem Strom, und/oder thermischer Energie, d.h. insbesondere Wärme. Konkret kann die Vorrichtung sonach z.B. als ein elektrisch leitfähiges Kabel bzw. Kontaktelement und/oder ein thermisch leitfähiges Kabel bzw. Kontaktelement ausgebildet sein bzw. ein solches umfassen.

25

30 Die Vorrichtung weist wenigstens ein elektrisch bzw. thermisch leitfähiges Leiterelement auf. Das Leiterelement ist also strukturell derart ausgebildet, dass es elektrisch leitfähige bzw. thermisch leitfähige Eigenschaften aufweist. Das Leiterelement weist einen besonderen strukturellen Aufbau auf, als es aus zu wenigstens einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen gebildet ist oder zu wenigstens einem Textil zusammengefasste nanoskalige Kohlen-

35

stoffstrukturen umfasst. Ein entsprechendes Leiterelement ist sonach als Textil ausgebildet bzw. umfasst ein Textil.

Entsprechende Textilien können z.B. Textilgarne oder Textilbänder sein. Die zu einem Textil zusammengefassten nanoskali-  
5 gen Kohlenstoffstrukturen können sonach wenigstens teilweise zu wenigstens einem Textilgarn zusammengefasst sein. Die Textilgarne können zumindest abschnittsweise in sich verdreht („getwistet“) sein. Alternativ oder ergänzend können die zu  
10 einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen wenigstens teilweise zu wenigstens einem Textilband zusammengefasst sein. Mithin können entsprechende Leiterelemente zumindest teilweise, insbesondere vollständig, als Textilgarne oder Textilbänder vorliegen bzw. solche umfassen.

15

Die zu einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen weisen in der Variante des Textilgarns in der Regel rundliche und in der Variante des Textilbands in der Regel viereckige, insbesondere rechteckige, Querschnitte auf.  
20 Der Querschnitt der zu einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen ist insbesondere im Hinblick auf eine konkrete Anwendung der Vorrichtung zu wählen.

Es ist im Weiteren denkbar, dass aus wenigstens einem entsprechenden Textilgarn, insbesondere mehreren Textilgarnen, und/oder wenigstens einem entsprechenden Textilband, insbesondere mehreren Textilbändern, wenigstens ein, insbesondere gewebe-, gewirke- oder gestrickartiger, Textilkörper gebildet  
25 ist. Entsprechende Textilgarne oder Textilbänder können sonach zu textilen Flächengebilden weiterverarbeitet sein, was im Hinblick auf bestimmte Anwendungen der Vorrichtung zweckmäßig sein kann. Mithin können entsprechende Leiterelemente auch als Textilkörper vorliegen bzw. solche umfassen.  
30

35 Unter nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen sind insbesondere sogenannte Kohlenstoffnanoröhren (engl. carbon nanotubes, kurz CNT) zu verstehen. Mithin liegen die nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen typischerweise in röhrenförmigen Strukturen

vor bzw. sind als solche ausgebildet. Gleichermaßen ist es jedoch denkbar, dass die nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen in anderen, d.h. z.B. kugeligen, Strukturen vorliegen bzw. als solche ausgebildet sind. Bei den nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen kann es sich sonach z.B. auch um Fullerene handeln.

Der Begriff „nanoskalig“ deutet auf die Abmessungen bzw. Molekülgröße der zu entsprechenden Textilien zusammenzufassenden Kohlenstoffstrukturen hin, welche typischerweise in einem Bereich zwischen 1 und 100 nm liegen. Selbstverständlich sind Ausnahmen, insbesondere nach oben, denkbar.

Im Weiteren ist unter einer „Kohlenstoffstruktur“ stets eine zu wenigstens einem Textil zusammengefasste nanoskalige Kohlenstoffstruktur zu verstehen. Dabei gilt, dass eine entsprechende Kohlenstoffstruktur grundsätzlich als Textilgarn, Textilband oder entsprechender Textilkörper vorliegen kann.

Die Verwendung entsprechender Kohlenstoffstrukturen im Zusammenhang mit der Ausbildung entsprechender Leiterelemente bedingt eine Reihe von Vorteilen, insbesondere im Hinblick auf die eingangs genannten, an entsprechende Vorrichtungen gestellten Anforderungen.

So bieten entsprechende Kohlenstoffstrukturen insbesondere sehr hohe elektrische wie auch thermische Leitfähigkeiten, d.h. umgekehrt sehr geringe elektrische wie auch thermische Widerstände. Außerdem zeigen entsprechende Kohlenstoffstrukturen einen geringen Widerstandstemperaturkoeffizienten sowie eine hohe chemische, mechanische, d.h. insbesondere die Zugfestigkeit betreffende, und thermische Stabilität. Daneben weisen entsprechende Kohlenstoffstrukturen bedingt durch ihre vergleichsweise geringe Dichte ein vergleichsweise geringes Gewicht auf.

Alles in allem ist durch das erfindungsgemäße Prinzip sonach eine verbesserte Vorrichtung zum Leiten von elektrischer und/oder thermischer Energie realisiert.

5 Im Weiteren werden beispielhafte Ausführungsformen der Vorrichtung im Einzelnen näher dargestellt. Neben der Ausführungsform, gemäß welcher die Vorrichtung wenigstens ein zumindest abschnittsweise freiliegend vorliegendes Leiterelement umfasst, bestehen insbesondere folgende Ausführungsformen:  
10

So ist es beispielsweise denkbar, dass die Kohlenstoffstrukturen zumindest abschnittsweise, insbesondere vollständig, in einer durch wenigstens ein Matrixmaterial gebildeten Matrix eingebettet bzw. enthalten sind. Das Matrixmaterial umgibt  
15 die Kohlenstoffstrukturen dabei unmittelbar. Die Matrix kann als ein Schutz der Kohlenstoffstrukturen gegenüber, insbesondere mechanischen, Beanspruchungen dienen.

20 Als entsprechende Matrixmaterialien kommen sowohl elektrisch leitfähige als auch elektrisch isolierende Materialien in Frage. Bei einem elektrisch leitfähigen Matrixmaterial kann es sich z.B. um ein Metall oder eine Metalllegierung handeln, wobei lediglich beispielhaft auf Aluminium oder Kupfer bzw.  
25 entsprechende Legierungen verwiesen wird. Ein elektrisch leitfähiges Matrixmaterial kann selbstverständlich auch ein elektrisch leitfähig ausgebildeter Kunststoff sein. Bei einem elektrisch isolierenden Matrixmaterial kann es sich z.B. um einen duroplastischen oder thermoplastischen Kunststoff handeln, wobei lediglich beispielhaft auf duroplastische Epoxidharze verwiesen wird.  
30

Gleichermaßen ist es denkbar, dass die Kohlenstoffstrukturen zumindest abschnittsweise, insbesondere vollständig, in einem  
35 Aufnahmeraum eines durch wenigstens ein Aufnahmeelementmaterial gebildeten Aufnahmeelements aufgenommen sind. Die Kohlenstoffstrukturen können mittels eines entsprechenden Aufnahmeelements sonach gekapselt vorliegen. Bei einem derarti-

gen Aufnahmeelement kann es sich z.B. um ein rohr-, hüllen- oder hülsenartiges Bauteil handeln.

Das Aufnahmeelement kann aus einem elektrisch leitfähigen, elektrisch isolierenden oder halbleitenden Aufnahmeelementmaterial gebildet sein. Auch in diesem Zusammenhang wird insbesondere auf Metalle und Kunststoffe verwiesen. Daneben sind zur Ausbildung des Aufnahmeelements jedoch auch andere Materialien bzw. Materialgruppen, wie z.B. Gläser und Keramiken, denkbar.

Das Aufnahmeelement kann die Kohlenstoffstrukturen zumindest abschnittsweise umschließen, wobei es diese unmittelbar kontaktiert. Mithin kann zwischen den den Aufnahmeraum begrenzenden Wänden des Aufnahmeelements und den Kohlenstoffstrukturen ein unmittelbarer, insbesondere elektrisch bzw. thermisch leitfähiger, Kontakt bestehen.

Denkbar ist es jedoch auch, dass zwischen den Aufnahmeraum begrenzenden Wänden des Aufnahmeelements und den nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen zumindest abschnittsweise wenigstens ein Spaltraum gebildet ist. Der Aufnahmeraum bzw. der Spaltraum kann dabei zumindest abschnittsweise mit einem beliebigen festen, flüssigen oder gasförmigen Füllmaterial befüllt sein. Dabei ist es auch, gegebenenfalls ergänzend, möglich, dass in dem Aufnahmeraum bzw. Spaltraum ein bestimmtes Druckniveau, d.h. insbesondere ein Über- oder Unterdruck, anliegt. Der Aufnahmeraum bzw. Spaltraum kann daher auch evakuiert sein.

Eine, sofern gewünschte, elektrische und/oder thermische Kontaktierung zwischen den Kohlenstoffstrukturen und dem Aufnahmeelement kann sonach auf unterschiedliche Weise realisiert sein. Einerseits ist es möglich, dass zumindest abschnittsweise, insbesondere vollständig, kontinuierlich verlaufende elektrisch und/oder thermisch leitfähige Kontaktbereiche zwischen den Kohlenstoffstrukturen und dem Aufnahmeelement ausgebildet sind. Andererseits ist es denkbar, dass zumindest

abschnittsweise diskontinuierlich verlaufende elektrisch und/oder thermisch leitfähige Kontaktbereiche zwischen den Kohlenstoffstrukturen und dem Aufnahmeelement ausgebildet sind. Die Kontaktbereiche können in diesem Fall z.B. über be-  
5 zogen auf die Längsachse des wenigstens einen Leiterelements axial verteilte, sich zwischen den Kohlenstoffstrukturen und den den Aufnahmeraum begrenzenden Wänden des Aufnahmeelements erstreckende Kontaktstege gebildet sein.

10 Neben der vorstehend beschriebenen Aufnahme entsprechender Kohlenstoffstrukturen in ein Aufnahmeelement ist es auch möglich, dass die Kohlenstoffstrukturen zumindest abschnittsweise auf ein Trägerelement aufgebracht sind. Die Kohlenstoffstrukturen können sonach z.B. auf einer freiliegenden Außen-  
15 fläche eines Trägerelements aufgebracht sein. Die Aufbringung beinhaltet eine stabile, d.h. mittels form- und/oder kraft- und/oder stoffschlüssiger Befestigungstechniken realisierte, Befestigung der Kohlenstoffstrukturen auf dem Trägerelement.

20 Bedingt durch deren textile Struktur kann das Trägerelement sonach z.B. abschnittsweise mit den Kohlenstoffstrukturen umwickelt sein. Eine Befestigung der Kohlenstoffstrukturen auf dem Trägerelement kann z.B. über Kleben, Klemmen oder Löten  
25 erfolgen.

Ein entsprechendes Trägerelement kann massiv ausgeführt sein. Denkbar ist es jedoch auch, dass das Trägerelement zumindest abschnittsweise als ein wenigstens einen Hohlraum begrenzender Hohlkörper ausgebildet ist. Das als Hohlkörper ausgebildete Trägerelement kann sonach einen oder mehrere, gegebenenfalls miteinander kommunizierende, Hohlräume begrenzen.

30 Der wenigstens eine oder ein bestimmter Hohlraum kann von einem Kühlfluid, d.h. einer Kühlflüssigkeit, wie z.B. Wasser, oder einem Kühlgas, wie z.B. gekühltes Kohlendioxid, durchströmbar oder durchströmt sein. Das Trägerelement respektive die auf diesem aufgebrauchten Kohlenstoffstrukturen



können sonach gut gekühlt werden, was im Hinblick auf bestimmte Betriebsbedingungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung zweckmäßig sein kann. Durch eine Kühlung lässt sich insbesondere die so genannte „Engineering Stromdichte“, d.h. die  
5 Stromtragfähigkeit bezogen auf den gesamten Querschnitt der Vorrichtung, erhöhen.

Eine konkrete Ausführungsform eines Trägerelements kann z.B. ein flexibles Textilband, ein Seil oder ein Rohr sein.  
10 Ganz allgemein gilt, dass die die Leiterelemente der Vorrichtung bildenden Kohlenstoffstrukturen mit elektrischen und/oder thermischen Kontaktelementen kontaktiert sein können. Mithin kann an wenigstens einer Kohlenstoffstruktur wenigstens ein elektrisch und/oder thermisch leitfähiges Kontaktelement zur elektrischen und/oder thermischen Kontaktierung  
15 mit wenigstens einem Drittgegenstand angeordnet sein.

In diesem Zusammenhang ist insbesondere auf Klemm- und/oder Presskontakte zu verweisen, wobei gegebenenfalls Zwischenschichten aus elektrisch leitfähigen bzw. thermisch leitfähigen Materialien, wie z.B. Indium (Legierungen), vorgesehen  
20 sein können. Gleichmaßen kann eine entsprechende Kontaktierung z.B. über elektrisch und/oder thermisch leitfähige Klebe- bzw. Lötverbindungen, Schleifkontakte etc. realisiert  
25 sein.

Zweckmäßig ist ein entsprechendes Kontaktelement aus Kohlenstoff bzw. Kohlenstoffverbindungen bzw. auf Kohlenstoff bzw. Kohlenstoffverbindungen basierend gebildet oder umfasst diese.  
30 Das Kontaktelement kann sonach z.B. aus Graphit gebildet sein oder Graphit umfassen. Insbesondere ist es denkbar, dass das Kontaktelement diejenigen Kohlenstoffstrukturen, welche auch das Leiterelement bilden bzw. umfasst, umfasst, wobei diese in einer, z.B. aus Graphit gebildeten, Struktur eingebettet  
35 sind. Konkret können entsprechende Kohlenstoffstrukturen sonach, etwa im Rahmen eines Sinterprozesses, in einen Graphitblock eingebettet worden sein.

Mit dem Zweck die elektrische bzw. thermische Leitfähigkeit der Kohlenstoffstrukturen und somit der Vorrichtung gezielt zu beeinflussen, kann es vorgesehen sein, dass die nanoskali-  
gen Kohlenstoffstrukturen mechanisch vorgespannt sind. An den  
5 nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen liegt sonach eine bestimm-  
te Zugkraft an, welche in der Regel eine Erhöhung der elek-  
trischen bzw. thermischen Leitfähigkeit bedingt. Die Vorspan-  
nung der nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen kann durch Vor-  
spannen dieser vor deren Zusammenfassen zu einem Textil er-  
10 folgen, mithin können vorgespannte, nanoskalige Kohlenstoff-  
strukturen zu einem Textil zusammengefasst sein. Alternativ  
kann die Vorspannung der nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen  
erst in dem zu einem Textil zusammengefassten Zustand erfol-  
gen.

15

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung er-  
geben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbei-  
spielen sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigen:

20 Fig. 1 - 8 jeweils eine Vorrichtung gemäß einem Ausführ-  
ungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht einer Vorrichtung 1 zum Lei-  
ten bzw. Übertragen von elektrischer und/oder thermischer  
25 Energie gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die  
Vorrichtung 1 kann daher als Kabel oder Leitung zum Leiten  
von elektrischer Energie, d.h. insbesondere elektrischem  
Strom, und/oder thermischer Energie, d.h. insbesondere Wärme,  
vorliegen.

30

Die Vorrichtung 1 weist ein Leiterelement 2 auf. Das Leiter-  
element 2 ist aus einem elektrisch und thermisch leitfähigen  
Material gebildet. Konkret handelt es sich dabei um nanoska-  
lige Kohlenstoffstrukturen, insbesondere Kohlenstoffnanoröh-  
35 ren. Die nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen sind zu einem  
Textil zusammengefasst. Bei dem Textil handelt es sich um ein  
Textilgarn. Das Leiterelement 2 liegt sonach als Textilgarn

vor. Das Textilgarn kann zumindest abschnittsweise in sich verdreht („getwistet“) sein.

Denkbar wäre es auch, die nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen zu einem Textil in Form eines Textilbands zusammenzufassen.  
5 Das Leiterelement 2 läge in diesem Fall demzufolge als Textilband vor.

Sowohl bezüglich eines entsprechenden Textilgarns als auch  
10 bezüglich eines entsprechenden Textilbands gilt, dass dieses bzw. mehrere solcher zu einem, beispielsweise gewebe-, gewirke- oder gestrickartigen, flächigen Textilkörper zusammengefasst sein können. Das Leiterelement 2 könnte demzufolge auch als ein solcher flächiger Textilkörper vorliegen.

15 Selbstverständlich ist es möglich, dass die Vorrichtung 1 entgegen der in Fig. 1 gezeigten Darstellung mehrere, der beschriebenen, d.h. gegebenenfalls auch unterschiedlicher, Leiterelemente 2 aufweist.

20 Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Vorrichtung 1 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Er-sichtlich weist die Vorrichtung 1 hier mehrere, im Wesentlichen parallel ausgerichtete Leiterelemente 2 auf. Die Leiterelemente 2 sind in einer Matrix 3 enthalten und somit unmittelbar in ein Matrixmaterial eingebettet bzw. unmittelbar von  
25 einem Matrixmaterial umgeben.

Bei dem Matrixmaterial handelt es sich um ein elektrisch  
30 leitfähiges, metallisches Material, d.h. z.B. um Aluminium oder Kupfer. Denkbar ist es jedoch auch, dass es sich bei dem Matrixmaterial um einen, gegebenenfalls mit elektrisch und/oder thermisch leitfähigen Partikeln, versetzten duroplastischen oder thermoplastischen Kunststoff handelt.

35 Die Herstellung der in Fig. 2 gezeigten Vorrichtung 1 kann beispielsweise über einen Extrusionsprozess, insbesondere über einen Ko-Extrusionsprozess, erfolgen. Gleichermaßen ist

es beispielsweise denkbar, die Vorrichtung 1 durch Tauchen oder Tränken der Leiterelemente 2 in dem Matrixmaterial herzustellen.

5 Bedingt durch die textile Struktur der jeweiligen Leiterelemente 2 ist eine innige und stabile Verbindung dieser mit dem diese umgebenden Matrixmaterial möglich. Die textile Struktur der Leiterelemente 2 trägt sonach der bis dato schwierigen  
10 Ausbildung stabiler Verbindungen zwischen Metallen, d.h. insbesondere Aluminium und Kupfer, und einzeln, d. h. nicht als Textil, vorliegenden Kohlenstoffstrukturen Rechnung. Ohne eine entsprechende Verbindung ist der Übergang von elektrischer und/oder thermischer Energie von entsprechenden Kohlenstoffstrukturen auf das Matrixmaterial stark behindert, was  
15 die an sich vielversprechenden Möglichkeiten des Einsatzes nanoskaliger Kohlenstoffstrukturen aufhebt.

Fig. 3 zeigt eine längsgeschnittene Ansicht einer Vorrichtung 1 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Im  
20 Unterschied zu den in den Fig. 1, 2 gezeigten Ausführungsbeispielen befinden sich die Leiterelemente 2 hier in einem Aufnahme- raum 4 eines rohr- oder hülsenartigen Aufnahmeelements 5.

25 Das Aufnahmeelement 5 kann mehrteilig ausgeführt sein. Das Aufnahmeelement kann sonach aus mehreren Aufnahmeelementsegmenten gebildet sein, welche zur Ausbildung des Aufnahmeelements 5 miteinander verbunden werden.

30 Das grundsätzlich auch als Stützstruktur zu erachtende Aufnahmeelement 5 ist aus einem elektrisch leitfähigen, metallischen Aufnahmeelementmaterial, d.h. z.B. aus Aluminium oder Kupfer, gebildet. Selbstverständlich sind auch in diesem Zusammenhang, z.B. durch Zugabe elektrisch leitfähiger Partikel,  
35 elektrisch leitfähig ausgebildete Kunststoffe denkbar.

Die Herstellung der Vorrichtung 1 kann z.B. durch Einbringen der Leiterelemente 2 in den aufnahmeelementseitigen Aufnahme-  
raum 4 erfolgen.

5 In diesem Zusammenhang sind gleichermaßen Extrusionsprozesse,  
d. h. insbesondere Ko-Extrusionsprozesse, denkbar. Ferti-  
gungstechnisch kann die Vorrichtung 1 also derart hergestellt  
werden, dass ein in einem entsprechenden Aufnahmeelement 5  
lose eingebrachtes Leiterelement 2 extrudiert wird. Im Rahmen  
10 der Extrusion wird, insbesondere durch eine  
Querschnittsreduzierung, eine Press- bzw. Quetschverbindung  
ausgebildet, welche das Leiterelement 2 über seine gesamte  
Länge kraft- und formschlüssig mit dem Aufnahmeelement 5 ver-  
bindet.

15

Durch eine solche Press- oder Quetschverbindung wird ebenso  
eine kontinuierliche elektrische wie auch thermische Kontak-  
tierung zwischen dem Leiterelement 2 und dem Aufnahmeelement  
5, d.h. den den Aufnahme-  
raum 4 begrenzenden Wänden des Auf-  
nahmeelements 5, hergestellt. Es wird hier also ein kontinu-  
ierlicher Kontaktbereich zwischen dem Leiterelement 2 und den  
den Aufnahme-  
raum 4 begrenzenden Wänden des Aufnahmeelements 5  
ausgebildet.

25 Die Abmessungen des Aufnahmeelements 5 sind dabei so zu wäh-  
len, dass die textile Struktur des Leiterelements 2 im Rahmen  
der Extrusion nicht beschädigt wird. Das aus den zu einem  
Textil zusammengefassten Kohlenstoffstrukturen gebildete Lei-  
terelement 2 darf nicht reißen. Gleichermaßen darf dieses  
30 nicht so weit gedehnt werden, dass kein für die Leitung von  
elektrischer und/oder thermischer Energie erforderlicher  
Querschnitt verbleibt.

Alternativ zu dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel  
35 kann zwischen dem Leiterelement 2 und den den Aufnahme-  
raum 4 begrenzenden Wänden des Aufnahmeelements 5 auch ein sich  
senkrecht zu der Längsachse des Leiterelements 2 erstrecken-  
der Spaltraum gebildet sein. Der Spaltraum kann zumindest ab-

schnittsweise mit elektrisch bzw. thermisch leitfähigen oder elektrisch bzw. thermisch isolierenden Materialien, d.h. z.B. mit Metallen, Kunststoffen, Keramiken oder Gläsern, gefüllt sein. Denkbar ist es auch, dass in einem solchen Spaltraum ein bestimmter Über- oder Unterdruck angelegt wird. Durch den Spaltraum kann gleichermaßen ein Kühlfluid zur Kühlung des Leiterelements 2 bzw. der Vorrichtung 1 geführt werden.

Fig. 4 zeigt eine längsgeschnittene Ansicht einer Vorrichtung 1 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Im Unterschied zu dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel liegt hier in einem mittigen Bereich der Vorrichtung 1 keine kontinuierliche, sondern eine diskontinuierliche bzw. diskrete elektrische wie auch thermische Kontaktierung zwischen dem Leiterelement 2 und den den Aufnahmeraum 4 begrenzenden Wänden des Aufnahmeelements 5 vor. Mithin besteht hier abschnittsweise ein diskontinuierlicher Kontaktbereich zwischen dem Leiterelement 2 und den den Aufnahmeraum 4 begrenzenden Wänden des Aufnahmeelements 5.

Zur elektrischen wie auch thermischen Kontaktierung des Leiterelements 2 mit dem Aufnahmeelement 5 sind hier stegartige, elektrisch wie auch thermisch leitfähige Kontaktelemente 6 vorgesehen. Die Kontaktelemente 6 sind an bestimmten Positionen der Längsachse des Leiterelements 2 angeordnet und erstrecken sich radial zwischen dem Leiterelement 2 und den den Aufnahmeraum 4 begrenzenden Wänden des Aufnahmeelements 5.

Die Kontaktelemente 6 können aus nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen gebildet sein bzw. solche umfassen. Konkret können entsprechende Kontaktelemente 6 aus röhrenförmigen Kohlenstoffstrukturen welche, etwa im Rahmen eines Sinterprozesses, in einen Graphitblock eingebettet worden sind, gebildet sein. Denkbar ist es auch, entsprechende Kontaktelemente 6 in keramische oder metallische Materialien einzubetten.

Fig. 5 zeigt eine längsgeschnittene Ansicht einer Vorrichtung 1 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Im

Unterschied zu den in den Fig. 3, 4 gezeigten Ausführungsbeispielen und ähnlich dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Leiterelement 2 hier weitgehend freiliegend. Die jeweiligen freien Enden des Leiterelements 2 sind elektrisch wie auch thermisch leitend mit klemmenartigen Kontakt-  
5 elementen 6, so genannten Klemmkontakten, verbunden.

Fig. 6 zeigt eine querschnittene Ansicht einer Vorrichtung 1 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Als  
10 erster Unterschied zu den in den vorigen Fig. gezeigten Ausführungsbeispielen handelt es sich bei dem Leiterelement 2 hier nicht um einen Textilgarn, sondern um einen flächigen Textilkörper in Form eines Gewebes. Als zweiter Unterschied zu den in den vorigen Fig. gezeigten Ausführungsbeispielen  
15 ist das Leiterelement 2 hier außenumfangsseitig auf einem Trägerelement 7 aufgebracht. Die Aufbringung beinhaltet eine stabile, d.h. mittels stoffschlüssiger Befestigungstechniken realisierte, Befestigung des Leiterelements 2 auf dem Trägerelement 7. Die Befestigung kann also über eine Klebe-  
20 oder Lötverbindung realisiert sein. Dabei werden insbesondere elektrisch wie auch thermisch leitfähige Klebe- bzw. Lötmitel eingesetzt.

Ersichtlich ist das Trägerelement 7 als Hohlkörper ausgebildet, d.h. es begrenzt einen Hohlraum 8. Bedingt durch den  
25 runden Querschnitt handelt es sich bei dem Trägerelement 7 sonach um ein Rohr. Der Hohlraum 8 ist von einem Kühlfluid, d. h. einer Kühlflüssigkeit, wie z. B. Wasser, oder einem Kühlgas, wie z.B. gekühltem Kohlendioxid, durchströmt. Das  
30 Trägerelement 7 respektive das auf diesem aufgebrachte Leiterelement 2 können sonach gekühlt werden.

Fig. 7 zeigt eine querschnittene Ansicht einer Vorrichtung 1 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Im  
35 Unterschied zu dem in Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Trägerelement 7 hier massiv ausgeführt, d.h. es begrenzt keinen Hohlraum 8. Bei dem Trägerelement 7 kann es sich sonach z.B. um eine Stange handeln. Denkbar wäre auch

eine Ausführung des Trägerelements 7 als flexibles Textilband oder Seil.

Schlussendlich zeigt Fig. 8 eine querschnittene Ansicht einer Vorrichtung 1 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Um die Leitung bzw. Übertragung von hohen elektrischen und/oder thermischen Energien bzw. Strömen zu ermöglichen, sind hier mehrere, jeweils in ein entsprechendes Aufnahmeelement 5 eingebrachte Leiterelemente 2 (vgl. das in Fig. 3 gezeigte Ausführungsbeispiel) in bezüglich ihrer Längsachse paralleler Ausrichtung in ein Hüllelement 9 eingebracht. Derart ist ein mechanisch hoch stabiler, massiver Leiter mit einer hohen elektrischen wie auch thermischen Tragfähigkeit ausgebildet.

15

Sofern auf ein entsprechendes Hüllelement 9 verzichtet wird, können entsprechende Leiterelemente 2, z. B. nach Art eines geflochtenen Seils, ineinander verdreht sein.

20 In beiden Fällen kann ein gewünschter Querschnitt und somit eine gewünschte elektrische wie auch thermische Tragfähigkeit der Vorrichtung 1 durch eine geeignete Anzahl an entsprechenden Leiterelementen 2 realisiert werden.

25 Anhand von Fig. 8 lässt sich sonach zeigen, dass grundsätzlich mehrere der in den Fig. gezeigten Ausführungsbeispiele der Vorrichtung 1 zusammengefasst zu einem elektrischen bzw. thermischen Leiter ausgebildet sein können.

30 Für sämtliche in den Fig. gezeigten Ausführungsbeispiele gilt, dass die nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen mechanisch vorgespannt sein können. An den nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen kann sonach eine Zugkraft anliegen, welche eine Erhöhung der elektrischen bzw. thermischen Leitfähigkeit bedingt. Derart können die elektrischen wie auch die thermischen Eigenschaften der Leiterelemente 2 bzw. der Vorrichtung  
35 1 insgesamt gezielt beeinflusst werden.



Für sämtliche in den Fig. gezeigten Ausführungsbeispiele gelten folgende, mit dem erfindungsgemäßen Prinzip gegebenen Vorteile:

5 Es lässt sich eine geringere Erwärmung bei gleichem Querschnitt der Vorrichtung 1, d.h. bei gleichem Leiterquerschnitt, realisieren. Entsprechend kann der Leiterquerschnitt bei gleicher verlustleistungsbedingter Erwärmung der Vorrichtung 1 reduziert werden. Eine Reduzierung des Leiterquerschnitts führt ferner grundsätzlich zu erweiterten anwen-  
10 dungsbezogenen „Designfreiheiten“.

Es ergibt sich insgesamt eine verbesserte thermische Leitfähigkeit, was insbesondere auch in einer verbesserten Abfüh-  
15 rung von Verlustwärme resultiert.

Es ergibt sich insgesamt eine höhere mechanische Belastbarkeit bzw. Stabilität. Derart kann die Vorrichtung 1 ohne Weiteres in mechanisch hoch beanspruchenden Anwendungen, wie  
20 z.B. als Oberleitung für Schienenfahrzeuge, eingesetzt werden.

Durch die vergleichsweise geringe Dichte bzw. das vergleichsweise geringe Gewicht entsprechender Kohlenstoffstrukturen  
25 sowie den geringen Materialbedarf kann das Gewicht entsprechender Vorrichtungen 1 erheblich reduziert werden. Hieraus ergeben sich insbesondere Vorteile im Hinblick auf Handling und Transport entsprechender Vorrichtungen 1.

30 Schließlich ist die Verwendung von nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen im Hinblick auf die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit für Mensch und Tier unbedenklich.

Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist  
35 die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus

abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Leiten von elektrischer und/oder thermischer Energie, aufweisend wenigstens ein elektrisch und/oder thermisch leitfähiges Leiterelement (2),  
5 dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Leiterelement (2) aus zu wenigstens einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen gebildet ist oder zu wenigstens einem Textil zusammengefasste nanoskalige Kohlenstoffstrukturen umfasst.  
10
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen wenigstens teilweise zu wenigstens einem Textilgarn und/oder wenigstens teilweise zu wenigstens einem Textilband zusammengefasst sind.  
15
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem wenigstens einen Textilgarn, insbesondere mehreren Textilgarnen, und/oder dem wenigstens einen Textilband, insbesondere mehreren Textilbändern, wenigstens ein, insbesondere gewebe-, gewirke- oder gestrickartiger, Textilkörper gebildet ist.  
20
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zu einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen zumindest abschnittsweise in einer durch wenigstens ein Matrixmaterial gebildeten Matrix (3) enthalten sind.  
25  
30
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Matrixmaterial ein Metall oder ein Kunststoff ist oder ein Metall oder einen Kunststoff umfasst.  
35
6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zu einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen zumindest

abschnittsweise in einem Aufnahmeraum (4) eines durch wenigstens ein Aufnahmeelementmaterial gebildeten Aufnahmeelements (5) aufgenommen sind.

- 5 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Aufnahmeelementmaterial ein Metall, ein Halbleiter, ein Kunststoff, eine Keramik oder ein Glas ist oder ein Metall, einen Halbleiter, einen Kunststoff, eine Keramik oder ein Glas umfasst.
- 10
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufnahmeelement (5) die zu einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen diese unmittelbar kontaktierend zumindest abschnittsweise umschließt und/oder zwischen den Aufnahmeraum begrenzenden Wänden des Aufnahmeelements (5) und den nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen zumindest abschnittsweise wenigstens ein, insbesondere zumindest abschnittsweise mit einem Füllmaterial gefüllter, Spaltraum gebildet
- 15
- 20
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest abschnittsweise kontinuierlich oder diskontinuierlich verlaufende elektrisch und/oder thermisch leitfähige Kontaktbereiche zwischen den zu einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen und dem Aufnahmeelement (5) ausgebildet sind.
- 25
- 30 10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zu einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoffstrukturen zumindest abschnittsweise auf ein Trägerelement (7) aufgebracht sind.
- 35
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerelement (7) zumindest abschnittsweise als ein wenigstens einen Hohlraum (8) begrenzender Hohlkörper

per ausgebildet ist, wobei der wenigstens eine Hohlraum (8) von einem Kühlfluid durchströmbar oder durchströmt ist.

- 5 12. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an wenigstens einer der zu  
einem Textil zusammengefassten nanoskaligen Kohlenstoff-  
strukturen wenigstens ein elektrisch und/oder thermisch  
leitfähiges Kontaktelement (6) zur elektrischen und/oder  
10 thermischen Kontaktierung mit wenigstens einem Drittge-  
genstand angeordnet ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,  
15 dass das wenigstens eine elektrisch und/oder thermisch  
leitfähige Kontaktelement (6) aus einem aus, insbesonde-  
re nanoskalige, Kohlenstoffstrukturen, insbesondere Gra-  
phit, gebildeten Kontaktelementmaterial gebildet ist  
oder wenigstens ein solches umfasst.
- 20 14. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, da-  
durch gekennzeichnet, dass die nanoskaligen Kohlenstoff-  
strukturen in röhrenförmigen oder kugeligen Strukturen  
ausgebildet sind.
- 25 15. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, da-  
durch gekennzeichnet, dass die nanoskaligen Kohlenstoff-  
strukturen mechanisch vorgespannt sind.

FIG 1

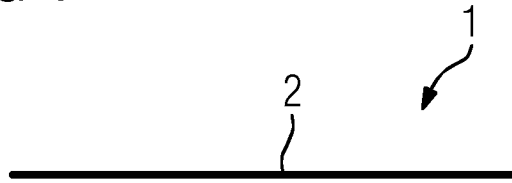


FIG 2

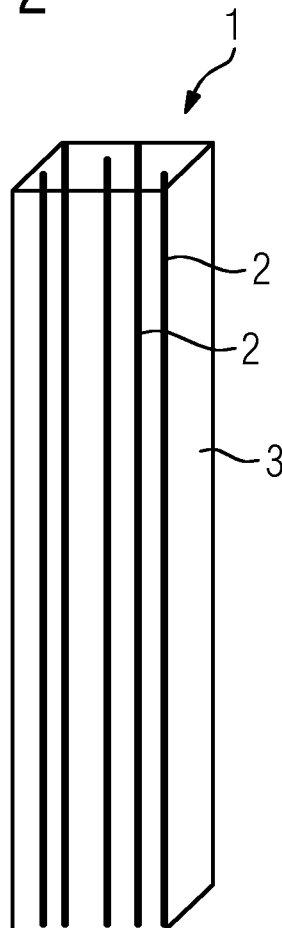


FIG 3

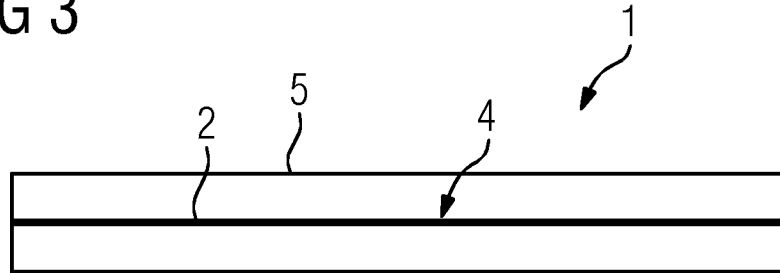


FIG 4

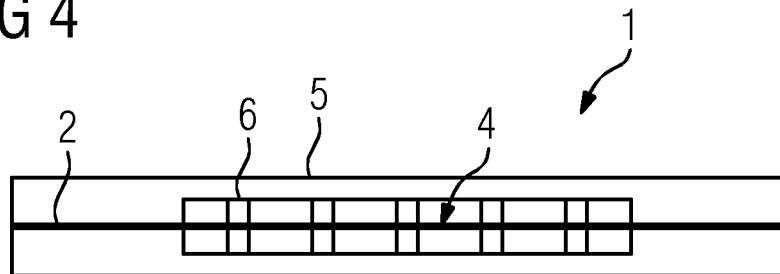


FIG 5

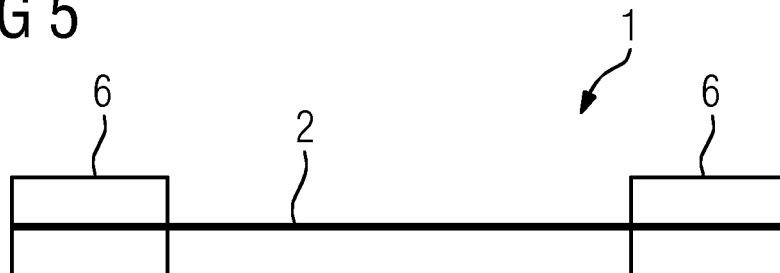


FIG 6

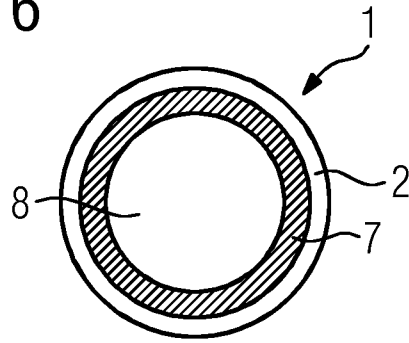


FIG 7

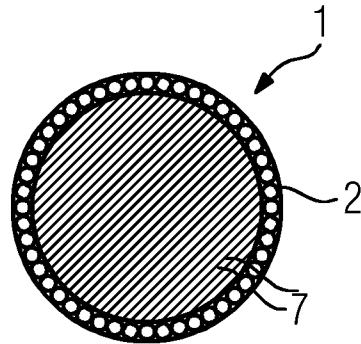
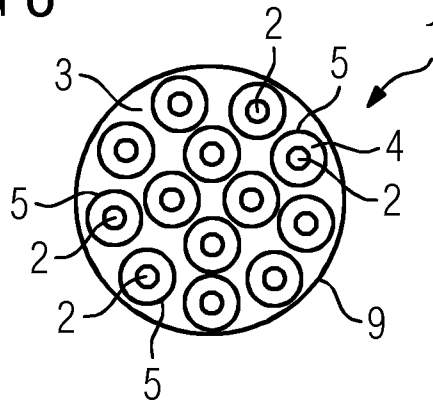


FIG 8





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/051087

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H01B1/24  
ADD.  
  
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)  
H01B  
  
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 2011/005808 A1 (WHITE BRIAN [US] ET AL) 13 January 2011 (2011-01-13) paragraph [0012] paragraph [0052] - paragraph [0058] examples	1-15
X	US 2004/159833 A1 (RUECKES THOMAS [US] ET AL) 19 August 2004 (2004-08-19) paragraph [0006] paragraph [0014] - paragraph [0016] paragraph [0051] claims 13-15	1-3,6-15
	----- -/--	

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  6 May 2015	Date of mailing of the international search report  15/05/2015
---	--

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  Fiocco, Marco
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/051087

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/183439 A1 (STARKOVICH JOHN A [US] ET AL) 18 July 2013 (2013-07-18) paragraph [0001] - paragraph [0003] paragraph [0006]; figure 1 paragraph [0021] paragraph [0034] claims	1-3,6-9, 12-15
X	----- WO 2013/045936 A1 (CAMBRIDGE ENTPR LTD [GB]) 4 April 2013 (2013-04-04) page 1, line 13 - line 18 page 2, line 1 - page 3, line 18 claims	1-15
X	----- JP 2008 277077 A (YYL KK) 13 November 2008 (2008-11-13) abstract paragraph [0002] examples	1-15
X	----- WO 2009/137722 A1 (NANOCOMP TECHNOLOGIES INC [US]; MANN JENNIFER [US]; LASHMORE DAVID S []) 12 November 2009 (2009-11-12) paragraph [0010] paragraph [0028] paragraph [0033] paragraph [0037] - paragraph [0041] paragraph [0055] paragraph [0060] claims	1-3,6-15
	-----	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/051087

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2011005808	A1	13-01-2011	AU 2010271429 A1	02-02-2012
			CA 2767522 A1	13-01-2011
			EP 2451635 A1	16-05-2012
			JP 2012533158 A	20-12-2012
			JP 2015057781 A	26-03-2015
			US 2011005808 A1	13-01-2011
			WO 2011005964 A1	13-01-2011
US 2004159833	A1	19-08-2004	AU 2003214832 A1	10-11-2003
			CA 2483009 A1	06-11-2003
			EP 1497485 A1	19-01-2005
			EP 1677373 A2	05-07-2006
			JP 2005524000 A	11-08-2005
			KR 20040104577 A	10-12-2004
			TW I298709 B	11-07-2008
			US 2003198812 A1	23-10-2003
			US 2004159833 A1	19-08-2004
			US 2005058834 A1	17-03-2005
			US 2005191495 A1	01-09-2005
			WO 03091486 A1	06-11-2003
US 2013183439	A1	18-07-2013	DE 112013000598 T5	31-12-2014
			KR 20140117343 A	07-10-2014
			US 2013183439 A1	18-07-2013
			US 2014314949 A1	23-10-2014
			WO 2013109442 A1	25-07-2013
WO 2013045936	A1	04-04-2013	EP 2761627 A1	06-08-2014
			US 2014231118 A1	21-08-2014
			WO 2013045936 A1	04-04-2013
JP 2008277077	A	13-11-2008	JP 5236208 B2	17-07-2013
			JP 2008277077 A	13-11-2008
WO 2009137722	A1	12-11-2009	AU 2009244149 A1	12-11-2009
			AU 2009297067 A1	01-04-2010
			CA 2723486 A1	01-04-2010
			CA 2723599 A1	12-11-2009
			EP 2274464 A1	19-01-2011
			EP 2279512 A1	02-02-2011
			JP 5674642 B2	25-02-2015
			JP 2011524323 A	01-09-2011
			JP 2011524604 A	01-09-2011
			US 2010000754 A1	07-01-2010
			US 2012177926 A1	12-07-2012
			US 2015107890 A1	23-04-2015
			WO 2009137722 A1	12-11-2009
			WO 2010036405 A1	01-04-2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. H01B1/24  
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 H01B

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 2011/005808 A1 (WHITE BRIAN [US] ET AL) 13. Januar 2011 (2011-01-13) Absatz [0012] Absatz [0052] - Absatz [0058] Beispiele	1-15
X	US 2004/159833 A1 (RUECKES THOMAS [US] ET AL) 19. August 2004 (2004-08-19) Absatz [0006] Absatz [0014] - Absatz [0016] Absatz [0051] Ansprüche 13-15	1-3,6-15
	----- -/-	



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

6. Mai 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/05/2015

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

Fiocco, Marco

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2013/183439 A1 (STARKOVICH JOHN A [US] ET AL) 18. Juli 2013 (2013-07-18) Absatz [0001] - Absatz [0003] Absatz [0006]; Abbildung 1 Absatz [0021] Absatz [0034] Ansprüche -----	1-3,6-9, 12-15
X	WO 2013/045936 A1 (CAMBRIDGE ENTPR LTD [GB]) 4. April 2013 (2013-04-04) Seite 1, Zeile 13 - Zeile 18 Seite 2, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 18 Ansprüche -----	1-15
X	JP 2008 277077 A (YYL KK) 13. November 2008 (2008-11-13) Zusammenfassung Absatz [0002] Beispiele -----	1-15
X	WO 2009/137722 A1 (NANOCOMP TECHNOLOGIES INC [US]; MANN JENNIFER [US]; LASHMORE DAVID S [ ]) 12. November 2009 (2009-11-12) Absatz [0010] Absatz [0028] Absatz [0033] Absatz [0037] - Absatz [0041] Absatz [0055] Absatz [0060] Ansprüche -----	1-3,6-15

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/051087

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011005808 A1	13-01-2011	AU 2010271429 A1	02-02-2012
		CA 2767522 A1	13-01-2011
		EP 2451635 A1	16-05-2012
		JP 2012533158 A	20-12-2012
		JP 2015057781 A	26-03-2015
		US 2011005808 A1	13-01-2011
		WO 2011005964 A1	13-01-2011
US 2004159833 A1	19-08-2004	AU 2003214832 A1	10-11-2003
		CA 2483009 A1	06-11-2003
		EP 1497485 A1	19-01-2005
		EP 1677373 A2	05-07-2006
		JP 2005524000 A	11-08-2005
		KR 20040104577 A	10-12-2004
		TW I298709 B	11-07-2008
		US 2003198812 A1	23-10-2003
		US 2004159833 A1	19-08-2004
		US 2005058834 A1	17-03-2005
		US 2005191495 A1	01-09-2005
		WO 03091486 A1	06-11-2003
		US 2013183439 A1	18-07-2013
KR 20140117343 A	07-10-2014		
US 2013183439 A1	18-07-2013		
US 2014314949 A1	23-10-2014		
WO 2013109442 A1	25-07-2013		
WO 2013045936 A1	04-04-2013	EP 2761627 A1	06-08-2014
		US 2014231118 A1	21-08-2014
		WO 2013045936 A1	04-04-2013
JP 2008277077 A	13-11-2008	JP 5236208 B2	17-07-2013
		JP 2008277077 A	13-11-2008
WO 2009137722 A1	12-11-2009	AU 2009244149 A1	12-11-2009
		AU 2009297067 A1	01-04-2010
		CA 2723486 A1	01-04-2010
		CA 2723599 A1	12-11-2009
		EP 2274464 A1	19-01-2011
		EP 2279512 A1	02-02-2011
		JP 5674642 B2	25-02-2015
		JP 2011524323 A	01-09-2011
		JP 2011524604 A	01-09-2011
		US 2010000754 A1	07-01-2010
		US 2012177926 A1	12-07-2012
		US 2015107890 A1	23-04-2015
		WO 2009137722 A1	12-11-2009
		WO 2010036405 A1	01-04-2010