(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 965 606 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.05.2017 Patentblatt 2017/22

(51) Int Cl.:
H05B 3/14 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **08001300.6**

(22) Anmeldetag: **24.01.2008**

(54) **Elektrischer Leiter und Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Leiters**

Electric conductor and method for producing an electric conductor

Conducteur électrique et procédé de fabrication d'un conducteur électrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **06.02.2007 DE 102007006624**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.09.2008 Patentblatt 2008/36

(73) Patentinhaber: **Schunk Kohlenstofftechnik GmbH**
35452 Heuchelheim (DE)

(72) Erfinder:
- **Schneweis, Stefan**
  61279 Graevenwiesbach (DE)
- **Gaertner, Ralf**
  35633 Lahnau (DE)

(74) Vertreter: **advotec.**
Patent- und Rechtsanwälte
Georg-Schlosser-Straße 6
35390 Gießen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 125 913
DE-A1- 2 305 105
DE-A1- 3 922 539
DE-A1- 4 142 261
GB-A- 2 278 722
US-A- 2 941 176
US-A- 3 788 893
US-A- 4 309 597

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 965 606 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektrischen Leiter, insbesondere Heizleiter, mit einer Tragstruktur und einem elektrisch leitendem Leitmaterial, wobei die Tragstruktur aus einem Faserverbund gebildet ist, und das Leitmaterial aus einem am Faserverbund haftenden Kohlenstoffmaterial besteht. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Leiters, insbesondere eines Heizleiters, mit Bereitstellung einer Tragstruktur aus einem strangförmigen Faserverbund, Anordnung der Tragstruktur entsprechend einer gewünschten Leitergeometrie und Fixierung der Leitergeometrie vermittels eines auf den Faserverbund aufgebrachten Kohlenstoffmaterials.

[0002] Seit langem ist es bekannt, elektrische Leiter, insbesondere Heizleiter, die beispielsweise in Form einer äußeren Wicklung angeordnet zur Beheizung von Flächen oder Körpern, wie Leitungsrohren, dienen, aus Metall herzustellen. Der Einsatz von metallischen Leitern oder Heizleitern in Hochtemperaturbereichen, also beispielsweise bei Temperaturen > 1000° C, scheitert jedoch häufig an der nicht ausreichenden Temperaturbelastbarkeit von metallischen Leitern. Daher ist man dazu übergegangen, derartige Leiter auch aus einem Kohlenstoffmaterial auf Faserverbundbasis herzustellen, das als Halbzeug flächenförmig oder plattenförmig ausgebildet ist und aus dem dann durch geeignete mechanische Bearbeitungsverfahren, wie beispielsweise Fräsen, die gewünschte Leiteranordnung herausgearbeitet werden kann.

[0003] Das vorgenannte Verfahren erweist sich jedoch insbesondere bei der Herstellung räumlicher Leiterstrukturen als sehr aufwendig.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, einen elektrischen Leiter bzw. ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Leiters vorzuschlagen, der in besonders einfacher Weise die Erzeugung selbst räumlich komplexer Leiterstrukturen bzw. Leiteranordnungen ermöglicht.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen elektrischen Leiter mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Leiters mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß weist der elektrische Leiter eine Tragstruktur und ein elektrisch leitendes Leitmaterial auf, wobei die Tragstruktur aus einem Faserverbund gebildet ist, und das Leitmaterial aus einem am Faserverbund haftenden Kohlenstoffmaterial besteht.

[0007] Der erfindungsgemäße Aufbau des elektrischen Leiters ermöglicht somit die Herstellung des Leiters basierend auf einem Faserverbund, der als Tragstruktur dient, und hinsichtlich der gewünschten Leitergeometrie des Leiters leicht verformbar ist bzw. angeordnet werden kann. Da das Leitmaterial aus einem Kohlenstoffmaterial besteht, ist es nicht notwendig, dass der als Tragstruktur dienende Faserverbund elektrisch leitende Eigenschaften aufweist. Vielmehr können die elektrischen Leiteigenschaften ausschließlich vom Leitmaterial übernommen werden, das am Faserverbund haftet.

[0008] Natürlich sind auch Ausführungen des elektrischen Leiters möglich, bei denen der Faserverbund der Tragstruktur bzw. den Faserverbund bildende Fasern elektrisch leitend sind, wie beispielsweise Kohlenstofffasern.

[0009] Das Leitmaterial dient jedoch nicht nur zur Realisierung der elektrischen Leitfunktion, sondern darüber hinaus auch zur Stabilisierung bzw. Fixierung des Faserverbunds in der gewünschten, die Geometrie des fertigen Leiters festlegenden Anordnung.

[0010] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Leitmaterial aus pyrolytisch auf dem Faserverbund abgeschiedenen Kohlenstoff besteht, da das aus der Gasphase auf dem Faserverbund abgeschiedene Sublimat für eine gleichmäßige Beschichtung des Faserverbunds sorgt.

[0011] Soll eine Abscheidung auf dem Faserverbund erzeugt werden, die eine vergleichsweise dünne Schichtdicke aufweist, so ist es vorteilhaft, auf dem Faserverbund eine durch Anwendung eines CVI-Verfahrens (chemical vapour infiltration) erzeugte Abscheidung vorzusehen. Überdies weisen entsprechende Leiter, die eine vermittels eines CVI-Verfahrens hergestellte Abscheidung auf dem Faserverbund aufweisen, eine vergleichsweise erhöhte Durchdringung des Faserverbunds mit dem aus der Gasphase abgeschiedenen Kohlenstoff auf, so dass derartige Leiter eine erhöhte Biegestärke bzw. Festigkeit aufweisen.

[0012] Der erfindungsgemäße elektrische Leiter kann jedoch auch ein Leitmaterial aus karbonisiertem Kohlenstoffmaterial aufweisen, so dass bei Bedarf der erfindungsgemäße elektrische Leiter auch in einem alternativen Herstellungsverfahren hergestellt werden kann. Besonders vorteilhaft ist es in diesem Zusammenhang, wenn das Leitmaterial aus Glaskohlenstoff gebildet ist, der in an sich bekannter Art und Weise besonders einfach durch Karbonisierung eines auf den Faserverbund aufgebrachten Harzes, insbesondere Phenolharz, erzeugt werden kann.

[0013] Obwohl, wie eingangs schon erwähnt, der erfindungsgemäße Leiter nicht notwendigerweise einen Faserverbund mit leitenden Eigenschaften als Tragstruktur aufweisen muss, kann es sich, beispielsweise zur Einstellung eines gewünschten elektrischen Gesamtwiderstands des Leiters, als vorteilhaft erweisen, den Faserverbund aus elektrisch leitenden Fasern, insbesondere Kohlenstofffasern, herzustellen.

[0014] Insbesondere bei einem elektrischen Leiter, der auf dem Faserverbund mit einer im Wege der Gasphasenabscheidung versehenen KohlenstoffAbscheidung versehen ist, kann es sich als vorteilhaft erweisen, wenn die Kohlenstoff-Beschichtung mit einer weiteren Beschichtung aus Siliziumkarbid versehen ist, das etwa in einem Pyrolyseverfahren, z.B. CVD, aufgebracht werden kann. Durch die zusätzliche Siliziumkarbid-Beschichtung ist zum einen eine besonders dichte, harte Oberflä-

che geschaffen, zum anderen ist ein besonderer Oxidationsschutz realisiert.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Leiters, insbesondere eines Heizleiters, umfasst die Verfahrensschritte der Bereitstellung einer Tragstruktur aus einem strangförmigen Faserverbund, Anordnung der Tragstruktur entsprechend der gewünschten Leitergeometrie und Gestaltfixierung der Leitergeometrie vermittels eines auf den Faserverbund aufgebrachten Kohlenstoffmaterials.

[0016] Eine bevorzugte Möglichkeit der Aufbringung des Kohlenstoffmaterials auf die Tragstruktur besteht darin, Kohlenstoff pyrolytisch auf dem Faserverbund abzuscheiden.

[0017] Wenn eine Abscheidung des Kohlenstoffs auf dem Faserverbund vermittels eines CVD-Verfahrens (chemical vapour deposition) erfolgt, kann ein vergleichsweise schneller Schichtaufbau einer Außenbeschichtung des Faserverbunds zur Erzielung einer gewünschten Schichtdicke realisiert werden.

[0018] Wenn eine Abscheidung des Kohlenstoffs vermittels eines CVI-Verfahrens (chemical vapour infiltration) auf dem Faserverbund erfolgt, ist es möglich, einen besonders hohen Grad der Durchdringung des Faserverbunds mit Kohlenstoff zu erzielen, so dass eine mechanisch belastbare Verbindung der einzelnen Fasern über den Kohlenstoff erfolgt und somit eine insgesamt besonders effektive Versteifung des Faserverbunds die Folge ist.

[0019] Auch ist es möglich, die Abscheidung des Kohlenstoffs durch eine Kombination einer Beschichtung, insbesondere vermittels CVD, mit einer Infiltration (CVI) durchzuführen.

[0020] Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit zur Aufbringung des Kohlenstoffmaterials besteht darin, eine kohlenstoffhaltige, insbesondere organische Substanz, auf den Faserverbund aufzubringen und diese nachfolgend zu karbonisieren. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, einen Heizleiter herzustellen, der außenseitig eine Beschichtung aus Glaskohlenstoff aufweist, insbesondere wenn als kohlenstoffhaltige Substanz ein Harz verwendet wird.

[0021] Nachfolgend sollen unter Bezugnahme auf die Zeichnung verschiedene Varianten zur Durchführung des Verfahrens sowie verschiedene Ausführungsformen von Heizleitern erläutert werden.

[0022] Es zeigen:

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm zur Herstellung eines Heizleiters;

Fig. 2 einen strangförmigen Faserverbund zur Herstellung einer Tragstruktur für einen Heizleiter;

Fig. 3 einen Heizleiter gemäß einer ersten Ausführungsform in Gesamtdarstellung;

Fig. 4 eine Querschnittsdarstellung des in **Fig. 3** dargestellten Heizleiters;

Fig. 5 eine Querschnittsdarstellung eines alternativen Heizleiters.

[0023] Das in **Fig. 1** dargestellte Ablaufdiagramm zur Herstellung eines Heizleiters 10 (**Fig. 3**) beschreibt die Herstellung des Heizleiters 10 basierend auf einem strangförmig ausgebildeten Faserverbund 11, der in Fig. 2 dargestellt ist und zur Definition einer räumlichen Anordnung oder Leitergeometrie 13 auf einem Formkörper 12 angeordnet ist. Der Formkörper 12, der hier als zylinderförmiger Grafitkörper ausgebildet ist, dient im vorliegenden Fall zur Definition der spiralförmigen Leitergeometrie 13.

[0024] Der strangförmige Faserverbund 11 besteht im vorliegenden Fall aus einem aus Kohlenfasern hergestellten Flechtschlauch, dessen Schlauchwandung litzenartig ausgebildet ist. Derartige Flechtschläuche werden standardmäßig als Halbzeug in der Kohlefasertechnik eingesetzt. Abweichend von dem vorstehenden Ausführungsbeispiel ist es jedoch genauso möglich, einen Faserverbund als Ausgangsbasis zur Herstellung des Heizleiters 10 zu verwenden, der aus nicht leitenden Fasern, beispielsweise aus Aluminiumoxid, besteht.

[0025] Die in **Fig. 2** dargestellte, dem Umfang des Formkörpers 12 entsprechend ausgebildete Leitergeometrie 13 kann auf einfache Art und Weise, beispielsweise durch Fixierung lediglich von Enden 14, 15 des Faserverbunds 11 auf dem Formkörper 12 definiert angeordnet werden. Zur Gestaltfixierung der Faserverbundanordnung, also der Leitergeometrie 13, entsprechend der durch die Anordnung auf dem Formkörper 12 vorgegebenen Anordnung erfolgt nun gemäß einer bevorzugten Variante des Verfahrens eine Abscheidung von Kohlenstoff aus einer Gasphase auf den Faserverbund 11 während der Anordnung des Faserverbunds 11 auf dem Formkörper 12.

[0026] Vorzugsweise erfolgt die Abscheidung aus einer Methanphase in einem Vakuum unter Bedingungen, die eine so genannte "chemische Gasphaseninfiltration (chemical vapour infiltration, CVI) ermöglichen, in deren Verlauf der Kohlenstoff aus der Gasphase nicht nur auf der Oberfläche des Faserverbunds sublimiert, sondern vielmehr den Faserverbund durchdringt und für eine Verbindung von Fasern 19 untereinander im Faserverbund 11 sorgt, wie beispielsweise in **Fig. 4** dargestellt. Infolge der Infiltration des Kohlenstoffs in den Faserverbund ist daher eine Kohlenstoffabscheidungt 16 nicht nur auf einen Außenumfang 17 des Faserverbunds 11 sondern auch auf Umfangsflächen 18 der einzelnen Fasern 19 ausgebildet. Hierdurch ergibt sich eine den Faserverbund 11 hochgradig versteifende Brückenbildung 20 zwischen den Fasern 19.

[0027] Für die vermittels des vorgenannten CVI-Verfahrens hergestellte Kohlenstoffabscheidung 16 wurden bei Versuchen unterschiedliche Schichtdicken, unter anderem eine Schichtdicke < 20 μm, erzielt.

[0028] Je nach gewünschtem Einsatzzweck des Heizleiters 10 kann nach der vorstehend erläuterten Gestaltfixierung vermittels des CVI-Verfahrens bereits das Endprodukt erreicht sein.

[0029] Insbesondere in dem Fall, dass beispielsweise zur weiteren Steigerung der elektrischen Leitfähigkeit des Leiters, eine größere Schichtstärke der Pyrolyseschicht erreicht werden soll, kann gegebenenfalls nachfolgend einer Gasphasenreinigung auf der ersten Kohlenstoffabscheidung 16 eine zweite Kohlenstoffabscheidung aufgebracht werden. Dabei kann bevorzugt das CVD-Verfahren eingesetzt werden, da bereits eine Durchdringung des Faserverbunds 11 mit Kohlenstoff vermittels des CVI-Verfahrens erreicht worden ist, und so ein beschleunigter Schichtaufbau bei der Erzeugung des zweiten Kohlenstoffsublimats erzielbar ist.

[0030] Unabhängig davon, ob lediglich ein Kohlenstoffsublimat im Wege des CVD-Verfahrens oder des CVI-Verfahrens auf dem Faserverbund 11 erzeugt wurde, kann es sich als vorteilhaft erweisen, in einem nachfolgenden Pyrolyseverfahren eine schützende Siliziumkarbidschicht auf das Kohlenstoffsublimat aufzutragen.

[0031] Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich, abweichende Schichten, wie beispielsweise aufweisend TiC, TiN, Al_2O_3, ZrO_2 oder Kombinationen davon, vorzusehen. Das Aufbringen dieser Schichten kann mit den jeweils geeigneten Verfahren, wie beispielsweise PVD, Tauchen in fließfähige, fluide bzw. pastose Beschichtungsmaterialien, Plasmaspritzen usw. erfolgen.

[0032] Insbesondere dann, wenn an die Steifigkeit des Heizleiters weniger hohe Anforderungen gestellt werden, ist es auch möglich, zur Herstellung eines in **Fig. 5** dargestellten Heizleiters 21 durch Gestaltfixierung des Faserverbunds 11 ein Kohlenstoffsublimat 21 auf dem Faserverbund 11 im Wege des CVD- (chemical vapour deposition) Verfahrens zu erzeugen, das wie insbesondere ein Vergleich der **Fig. 4** und **5** zeigt, im Wesentlichen auf dem Außenumfang 17 des Faserverbunds 11 angeordnet ist und nicht die Brückenbildung 20 aufweist, wie der in **Fig. 4** dargestellte Querschnitt des Heizleiters 10.

[0033] Für das vermittels des vorgenannten CVD-Verfahrens hergestellte Kohlenstoffsublimat 21 ergab sich bei Versuchen eine Schichtstärke zwischen 5 und 100 μm.

[0034] Unabhängig welches der vorstehend genannten Verfahren zur Gasphasenabscheidung von Kohlenstoff auf dem Faserverbund gewählt wird, oder ob die Ausbildung eines Gestalt fixierenden kohlenwasserstoffhaltigen elektrisch leitfähigen Leitermaterials auf dem Faserverbund durch Karbonisierung bevorzugt wird, führen sämtliche Varianten des Verfahrens zur Herstellung eines biegesteifen Heizleiters basierend auf einem biegeschlaffen und in beliebigen räumlichen Geometrien anordenbaren Faserverbunds zu einem biegesteifen Heizleiter mit geringem Querschnittsdurchmesser. Dieser Heizleiter eröffnet bisher nicht bekannte Möglichkeiten der Formgestaltung bei gleichzeitiger Miniaturisierung. Darüber hinaus sind derart hergestellte Heizleiter in einem Temperaturbereich bis in den Bereich von 3000° C einsetzbar. Weiterhin ist auch nicht nur an einen Einsatz als Heizleiter, sondern auch als Einsatz im Bereich der Sensortechnik, beispielsweise als Messleiter, bei hohen Umgebungstemperaturen zu denken.

Patentansprüche

1. Elektrischer Leiter (10, 21), insbesondere Heizleiter, mit einer Tragstruktur und einem elektrisch leitenden Leitmaterial, wobei die Tragstruktur aus einem Faserverbund (11) aus Kohlenstofffasern (19) gebildet ist, und das Leitmaterial aus einem am Faserverbund haftenden Kohlenstoffmaterial (16, 22) besteht,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass der Faserverbund (11) strangförmig und litzenartig ausgebildet ist, wobei das Leitmaterial aus pyrolytisch auf dem Faserverbund (11) abgeschiedenen Kohlenstoff (16, 22) besteht, wobei eine Gestalt einer Leitergeometrie (13) durch das am Faserverbund haftende Kohlenstoffmaterial (16, 22) fixiert ist.

2. Elektrischer Leiter nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass der Kohlenstoff als eine vermittels eines CVI-Verfahrens auf dem Faserverbund (11) erzeugte Abscheidung (16) ausgebildet ist.

3. Elektrischer Leiter nach Anspruch 2,
   dadurch gekennzeichnet, dass der Kohlenstoff als eine vermittels eines CVD-Verfahrens auf dem Faserverbund (11) erzeugte Abscheidung (22) ausgebildet ist.

4. Elektrischer Leiter nach einem der vorhergehenden Ansprüchen,
   dadurch gekennzeichnet, dass das Leitmaterial mit einer Beschichtung aus Siliziumkarbid versehen ist.

5. Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Leiters (10, 21), insbesondere eines Heizleiters, mit den Verfahrensschritten:

   - Bereitstellung einer Tragstruktur aus einem strangförmigen, litzenartigen Faserverbund (11) aus Kohlenstofffasern (19),
   - Anordnung der Tragstruktur entsprechend einer gewünschten Leiter geometrie (13) und
   - Gestaltfixierung der Leitergeometrie vermittels eines auf den Faserverbund aufgebrachten Kohlenstoffmaterials (16, 22), wobei zur Aufbringung des Kohlenstoffmaterials Kohlenstoff (16) pyrolytisch auf dem Faserverbund (11) abgeschieden wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kohlenstoff (16) vermittels eines CVI-Verfahrens auf dem Faserverbund (11) abgeschieden wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kohlenstoff (22) vermittels eines CVD-Verfahrens auf dem Faserverbund (11) abgeschieden wird.

Claims

1. An electrical conductor (10, 21), in particular a heating conductor, having a supporting structure and an electrically conducting conductor material, the supporting structure being formed from a fiber composite (11) made of carbon fibers (19) and the conductor material consisting of a carbon material (16, 22) that adheres to the fiber composite,
characterized in that
the fiber composite (11) is thread-shaped and formed like a strand, the conductor material consisting of carbon (16, 22) pyrolytically deposited on the fiber composite (11), a shape of a conductor geometry (13) being secured by the carbon material (16, 22) that adheres to the fiber composite.

2. The electrical conductor according to claim 1,
characterized in that
the carbon is formed as a deposit (16) produced on the fiber composite (11) by means of a CVI method.

3. The electrical conductor according to claim 2,
characterized in that
the carbon is formed as a deposit (22) produced on the fiber composite (11) by means of a CVD method.

4. The electrical conductor according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the conductor material is provided with a coating of silicon carbide.

5. A method for producing an electrical conductor (10, 21), in particular a heating conductor, comprising the method steps of:

- providing a supporting structure made of a thread-shaped, strand-like fiber composite (11) made of carbon fibers (19),
- arranging the supporting structure according to a desired conductor geometry (13) and
- securing the shape of the conductor geometry by means of a carbon material (16, 22) applied to the fiber composite, carbon (16) being pyrolytically deposited on the fiber composite (11) so as to apply the carbon material.

6. The method according to claim 5,
characterized in that
the carbon (16) is deposited on the fiber composite (11) by means of a CVI method.

7. The method according to claim 6,
characterized in that
the carbon (22) is deposited on the fiber composite (11) by means of a CVD method.

Revendications

1. Conducteur électrique (10, 21), notamment un conducteur chauffant, ayant une structure de support et un matériau conducteur électriquement conducteur, la structure de support étant formé d'un composite de fibres (11) en fibres de carbone (19), et le matériau conducteur consistant en un matériau de carbone (16, 22) adhérant au composite de fibres,
caractérisé en ce que
le composite de fibres (11) est formé sous forme de corde et de type cordon, le matériau conducteur consistant en carbone (16, 22) déposé pyrolytiquement sur le composite de fibres (11), une configuration d'une géométrie de conducteur (13) étant fixée par le matériau de carbone (16, 22) adhérant au composite de fibres.

2. Conducteur électrique selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
le carbone est formé comme dépôt (16) produit sur le composite de fibres (11) par un procédé de CVI.

3. Conducteur électrique selon la revendication 2,
caractérisé en ce que
le carbone est formé comme dépôt (22) produit sur le composite de fibres (11) par un procédé de CVD.

4. Conducteur électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
le matériau conducteur est muni d'un revêtement en carbure de silicium.

5. Procédé de production d'un conducteur électrique (10, 21), notamment d'un conducteur chauffant, comprenant les étapes de procédé de :

- préparer une structure de support en un composite de fibres (11) sous forme de corde et de type cordon en fibres de carbone (19),
- disposer la structure de support conformément à une géométrie de conducteur (13) désirée et
- fixer la configuration de la géométrie de conducteur à l'aide d'un matériau de carbone (16, 22) appliqué au composite de fibres, du carbone (16) étant pyrolytiquement déposé sur le com-

posite de fibres (11) afin d'appliquer le matériau de carbone.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le carbone (16) est déposé sur le composite de fibres (11) par un procédé de CVI.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le carbone (22) est déposé sur le composite de fibres (11) par un procédé de CVD.

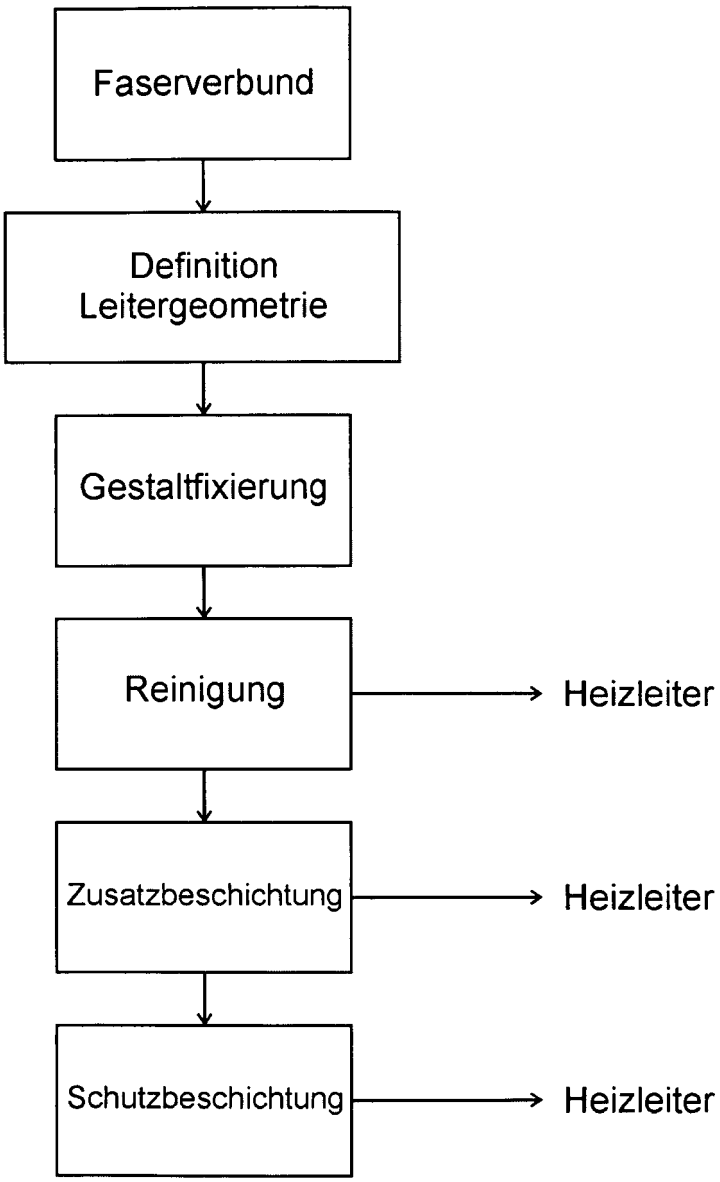

Faserverbund
Definition Leitergeometrie
Gestaltfixierung
Reinigung
Heizleiter
Zusatzbeschichtung
Heizleiter
Schutzbeschichtung
Heizleiter

Fig. 1

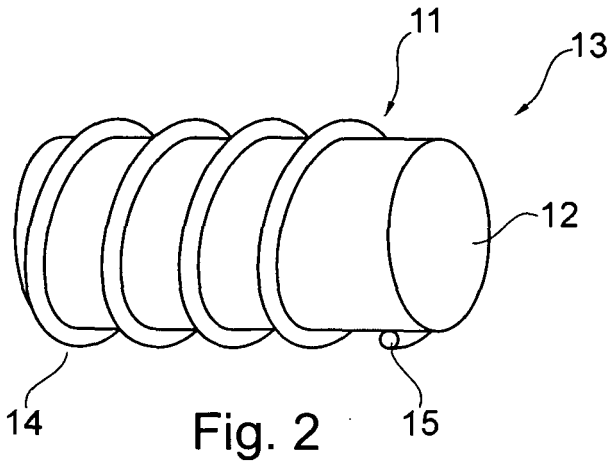


Fig. 2

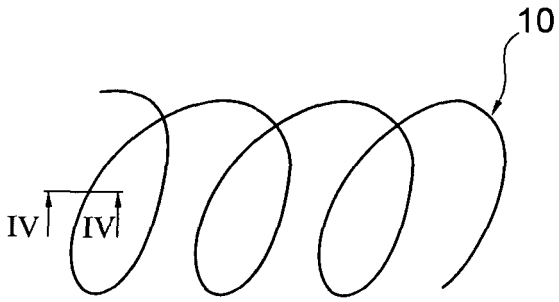


Fig. 3

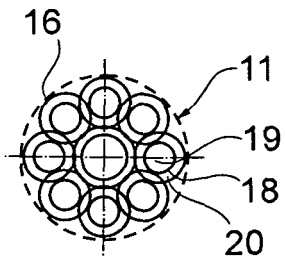


Fig. 4

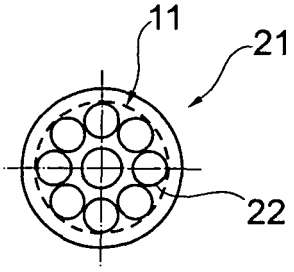


Fig. 5