



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 05 202 T2 2004.07.01**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 205 943 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 05 202.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/ES00/00260**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 945 962.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/005840**

(86) PCT-Anmeldetag: **19.07.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **25.01.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **15.05.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **10.09.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.07.2004**

(51) Int Cl.7: **H01B 1/12**
C08F 38/02

(30) Unionspriorität:
9901708 21.07.1999 ES

(73) Patentinhaber:
Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, ES

(74) Vertreter:
**Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col.,
50667 Köln**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:
**ALVARO RODRIGUEZ, Mercedes, 46022 Valencia,
ES; GARCIA GOMEZ, Hermenegildo, 46022
Valencia, ES; GILBERT, Andrew, 46022 Valencia,
ES; CARDIN, David, 46022 Valencia, ES**

(54) Bezeichnung: **ALS ELEKTRISCHER LEITER VERWENDBARES MATERIAL, BESTEHEND AUS POLYACETYLEN
ODER SUBSTITUIERTEN POLYACETYLENEN, DIE IN MESOPORÖSEN SUBSTRATEN EINGELAGERT SIND,
UND ELEKTRISCHE LEITER DIE AUS DIESEM MATERIAL GEFERTIGT SIND**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Titel der Erfindung

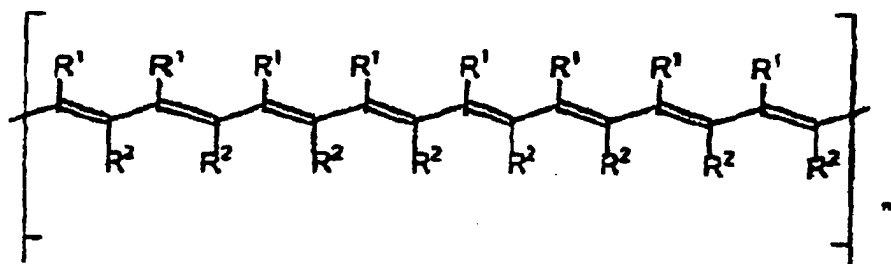
[0001] Ein Material, das als elektrischer Leiter brauchbar ist, umfassend Polyacetylen oder substituierte Polyacetylene, die in einen mesoporösen Wirt eingefügt sind, ein Verfahren zum Erhalten des Materials und Leiter, die das Material umfassen.

Technisches Gebiet der Erfindung

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf elektrisch leitende organische Polymere, insbesondere auf leitfähige Materialien, die aus einem anorganischen Wirt bestehen, und insbesondere auf leitfähige Materialien, bei denen in den anorganischen Wirt ein elektrisch leitfähiges Polymer eingefügt ist.

Stand der Technik vor der Erfindung

[0003] Es gibt eine Reihe von organischen Polymeren, die unter bestimmten Oxidationszuständen eine hohe elektrische Leitfähigkeit aufweisen und aus diesem Grund leitfähige organische Polymere genannt werden (Novák, Müller et al., "Electrochemically Active Polymers for Rechargeable Batteries" (1997), Chem. Rev. 97: 207–281). Obwohl in solchen Polymeren die monomere Struktureinheit, die in dem Polymer repetiert wird, sehr stark variiert werden kann, ist ihnen strukturell das Vorliegen einer linearen Unterstruktur von konjugierten C=C-Doppelbindungen gemeinsam. Von diesen leitfähigen organischen Polymeren schließt das einfachste – und für das die höchste elektrische Leitfähigkeit beschrieben wurde – Polyacetylen und substituierte Polyacetylene ein, die durch die Strukturformel:



dargestellt werden und die durch die Polymerisation von Alkin-Monomeren der Strukturformel



erhalten werden, wobei

R¹ und R² H oder ein Substituent wie Alkylgruppen mit weniger als vier Kohlenstoffatomen (Me, Eth, Pr, i-Pr, Bu), Phenylgruppen mit oder ohne Substituenten in der para-Position (mit Gruppen wie Me, Eth, MeO, HO usw.), Cyanogruppe und Methoxycarbonyl sind.

[0004] Die Eigenschaften der grundlegenden Polyacetylenkette können durch das Vorliegen von Elektronendonator- oder Elektronenakzeptor-Substituenten gesteuert werden. Diesbezüglich wurde die Synthese von substituierten Polyacetylenen aus geeigneten Polyacetylenen durch die Verwendung von Wolfram- und Molybdän-Übergangsmetallen beschrieben (Masuda und Higashimura: "Polyacetylenes with Substituents: Their Synthesis and Properties" (1987), Adv. Polym. Sci., 81: 121–165).

[0005] Die Existenz einer ausgedehnten Konjugation in dem gesamten leitfähigen Polymer ist nicht ausreichend, um Polyacetylen mit einer hohen elektrischen Leitfähigkeit bereitzustellen, da diese Materialien sich im neutralen Zustand als Isolatoren verhalten. Es ist daher notwendig, das Einführen elektrischer Ladungen (= Dotieren) in das Polymer durchzuführen, seien es positive Ladungen (Dotieren vom p-Typ) oder negative Ladungen (Dotieren vom n-Typ). Die Leitfähigkeit selbst äußert sich nach einem speziellen Ladungsschwellenwert.

[0006] Obwohl vom praktischen Gesichtspunkt aus gesehen, leitfähige organische Polymere als Ersatzstoffe von metallischen Leitern in gedruckten Schaltungen und als Elektroden angewendet werden könnten, ist ihre Anwendung in der industriellen Praxis wegen zweierlei Gründen wesentlich eingeschränkt: i) die Schwierigkeiten bei der Synthese von Polyacetylen und seinen Derivaten und ii) die große Instabilität von Polyacetylenen, insbesondere nachdem sie dotiert sind, was Ursache zu ihrem oxidativen Abbau in Gegenwart von Sauerstoff ist und eine Zerstörung der Polyacetylenkette durch Umsetzung mit molekularem Sauerstoff ergibt. Daraus re-

sulziert, dass Polyacetylene und ihre Derivate in einer inerten Gasatmosphäre oder unter Vakuum gehandhabt werden müssen, was die Herstellung und Handhabung von leitfähigen Elementen, in denen diese Materialien verwendet werden, beträchtlich erschwert.

[0007] Materialien, in denen organische Polymere mit mineralischen Wirten kombiniert sind, werden beschrieben (Cox und Stucky: "Polymerization of Methylacetylene in Hydrogen Zeolites" (1991), J. Phys. Chem., 95: 710–720; Pereira, Kokotailo et al.: "Acetylene Polymerization in a H-ZSM-5 Zeolite" (1991) J. Mater. Chem., 3 (8): 867–872; Lewis, Millar et al.: "Trans-Polyacetylene on Sodium and Caesium Mordenites: A Resonance Raman Spectroscopic Study" (1993), Chem. Mat., 5: 1509–1517; Millar, Lewis et al.: "Raman-Spectroscopic Study of the Formation of Polyacetylene within Zeolite 'Channels'" (1993), J. Mater. Chem, 3: 867–872), die durch die Herstellung von Polyacetylen und Polypropin in den Kanälen mikroporöser Zeolithe mittlerer Porengröße erhalten wurden, d.h. ZSM-5 Zeolith mit elliptischen Kanälen von $0,54 \times 0,56$ nm und größerer Porengröße, d.h. Mordenit mit Kanälen eines mittleren Durchmessers von 0,74 nm.

[0008] Die direkte Polymerisation von Pyrrol und Thiophen zu Polypyrrol bzw. Polythiophen im Inneren des mesoporösen MCM-41-Aluminiumsilicats wurde auch beschrieben (Wu und Bein: "Conducting Carbon Wires in" Ordered Nanometer-Sized Channels" (1994), Science, 266:705–709; Wu und Bein: "Conducting Polymer Wires in Mesopore Hosts" (1994), Stud. Surf. Sci. Catal. 84: 2269–2276; Wu und Bein "Polyaniline Wires in Oxidant-Containing Mesoporous Channel Hosts" (1994), Chem. Mater., 6(8): 1109–1112; McCann, Millar et al.: "Formation of Polypyrrole and Polythiophene within Cu^{2+} Mordenite and H^+ Mordenite Hosts Studied by EPR and UV-VIS Spectroscopy" (1995), J. Chem. Soc. Faraday Trans., 91(23): 4321–4328).

[0009] Die oben erwähnten Materialien erlauben es nicht, ausreichend hohe Gehalte an leitfähigen organischen Polymeren in den anorganischen Wirten zu erhalten, um bei gewerblichen Anwendungen von Nutzen zu sein. Daher ist das innere Volumen, das für die Polymerisation in Zeolithen und Mordeniten zur Verfügung steht, nicht ausreichend, um das Unterbringen von Mengen von mehr als 10% an leitfähigem Polymer zu bewerkstelligen, was darüber hinaus erreicht wird, ohne dass Polymere mit ausreichender Reinheit erhalten werden. Zusätzlich dazu erlaubt es die reduzierte Größe der Poren der mikroporösen Zeolith-Wirte nicht, dass die Wirte organische Polymere unterbringen, die mit voluminösen Gruppen substituiert sind, wie z.B. Phenyl (oder andere substituierte Phenyle der Formel $\text{R-C}_6\text{H}_4$, in der R eine Alkylgruppe mit weniger als 4 Kohlenstoffatomen ebenso wie eine Methoxy- oder Hydroxygruppe sein kann).

[0010] Andererseits unterscheiden sich Polypyrrol- und Polythiophen-Polymere strukturell von Polyacetylen und seinen Derivaten.

Aufgaben der Erfindung

[0011] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Materialien bereitzustellen, die als elektrische Leiter brauchbar sind, die einen Wirt umfassen, in den ein leitfähiges organisches Polymer wie Polyacetylen oder Polyacetylen Derivate eingefügt ist, der das Polymer vor einer Oxidation durch Sauerstoff in der Umgebung schützt, die leicht herzustellen sind und es erlauben, dass sie das leitfähige Polymer in einem Anteil enthalten, der ausreichend ist, um einen Vorteil aus ihren Leitfähigkeitseigenschaften zu ziehen, und die das Dotieren des leitfähigen Polymers auf einfache und effektive Weise ermöglichen.

[0012] Eine Aufgabe der Erfindung besteht auch darin, ein Verfahren zur Herstellung dieser Materialien bereitzustellen.

[0013] Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, elektrische Leiter bereitzustellen, in die die oben erwähnten Materialien eingefügt werden.

[0014] Andere Aufgaben und Vorteile der Erfindung werden aus der Beschreibung der Erfindung ersichtlich, die nachstehend dargelegt wird.

Beschreibung der Erfindung

[0015] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Material, das als elektrischer Leiter brauchbar ist, umfassend ein leitfähiges Polymer, das in Kanäle innerhalb eines porösen Wirts eingefügt ist, wobei das Polymer Polyacetylen oder ein Polyacetylen-Derivat ist, in dem das Polymer durch Polymerisation von Dämpfen des Acetylen-Monomers gebildet wird, das vorher in Kanälen des mesoporösen Materials adsorbiert wurde, die frei von Wirtsstruktur-bestimmendem Mittel sind, wobei der Wirt das Polymer in derartiger Weise einkapselt, dass das Polymer gegen Oxidation durch umgebenden Sauerstoff geschützt ist, und der Wirt ein modifiziertes mesoporöses Aluminiumsilicat ist, das einen mittleren Porendurchmesser zwischen 2 nm und 100 nm aufweist.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Wirt Aluminiumsilicat mit einem mittleren Porendurchmesser von 3,2 nm. In einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist der mittlere Porendurchmesser des Wirts 6,2 nm.

[0017] Besonders geeignete Wirte sind solche, die Aluminiumsilicate mit hexagonaler Phase vom Typ MCM-41 oder mit kubischer Phase vom Typ MCM-48 ausmachen.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Aluminiumsilicat durch Ionenaustausch mit Übergangsmetallionen oder durch Imprägnieren mittels Einführen von Übergangsmetallionen modifiziert. Solche Metallionen können Fe^{3+} -, Cu^{2+} - und insbesondere Ni^{2+} -Ionen sein. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Cu}(\text{AcO})_2$ und $\text{Ni}(\text{AcO})_2$ sind besonders geeignete Quellen dieser Ionen.

[0019] Gemäß dem oben Aufgeführten sind die leitfähigen organischen Polymere Polyacetylen und Polyacetylene, die mit z.B. Methyl, Phenyl, para-substituierten Phenylen, Cyano und Methoxycarbonyl substituiert sind. Diese Polymere können im neutralen Zustand vorliegen und für die entsprechende Verwendung aktiviert werden, indem man positive Ladungen zufügt, die aus dem Dotieren vom p-Typ bestehen, oder negative Ladungen zufügt, die aus dem Dotieren vom n-Typ bestehen.

[0020] Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Herstellung der oben erwähnten Materialien, umfassend das Einfügen eines leitfähigen Polymers in Kanäle innerhalb eines porösen Wirts, in welchem das Polymer Polyacetylen oder ein Polyacetylen-Derivat ist, wobei das Verfahren nachstehend beschrieben wird.

[0021] Im ersten Schritt wird ein Wirt ausgewählt, der ein modifiziertes mesoporöses Aluminiumsilicat darstellt, das einen mittleren Porendurchmesser zwischen 2 nm und 100 nm aufweist. Gemäß dem, was oben in Bezug auf die Beschreibung der Erfindung festgestellt wurde, können Aluminiumsilicate der Typen MCM-41 und MCM-48 verwendet werden. Diese Aluminiumsilicate können durch herkömmliche Verfahren erhalten werden, die grundsätzlich aus der hydrothermalen Kristallisation einer Mischung von Silicat- und Aluminat-Gelen in Gegenwart konzentrierter Tensid-Lösungen vom Alkyltrimethylammonium-Typ bestehen (Beck, Vartuli, et al.: "A New Family of Mesoporous Molecular Sieves Prepared with Liquid Crystal Templates" (1992). J. Am. Chem. Soc., 114: 10834–10843; Behrens: "Mesoporous Inorganic Solids" (1993), Adv. Mater. 5: 127–132; Behrens und Haak: "Ordered Molecular Arrays as Templates: A New Approach to Synthesis of Mesoporous Materials" (1993), Angew. Chem, Int. Ed. Engl., 32(5): 696–699). In diesen Verfahren üben die Länge der Kette der Alkylgruppe von Alkyltrimethylammonium, die Konzentration des Tensids und Kristallisationszeit einen Einfluss auf die Porengröße des fertigen Aluminiumsilicats aus. In einer typischen Ausführungsform dieser Verfahren wird eine Mischung von Ketyltrimethylammoniumbromid und Tetramethylammoniumhydroxid (etwa 15 Gew.-%) verwendet, die während einer Zeitspanne von 24 Stunden ohne Rühren in einem Autoklaven mit einem mit Teflon beschichteten Stahlreaktor bei etwa 130°C und autogenem Druck gehalten wird. Größere Konzentrationen des Tensids oder längere Kristallisationszeiten führen üblicherweise zu ausgedehnteren mesoporösen Materialien mit einem größeren mittleren Porendurchmesser. Um Aluminiumsilicate zu erhalten, die in der vorliegenden Erfindung brauchbar sind, werden die Parameter des Verfahrens zur Herstellung mesoporöser Aluminiumsilicate so ausgewählt, dass eine geeignete Porengröße erhalten wird, z.B. zwischen 2,5 nm und 6,2 nm, bei Si/Al-Verhältnissen zwischen z.B. ∞ und 13.

[0022] Um das Verfahren der Erfindung durchzuführen, muss das Struktur-bestimmende Mittel, das üblicherweise in den Kanälen des Aluminiumsilicats vorliegt, aus dem Aluminiumsilicat entfernt werden. Die Eliminierung des Struktur-bestimmenden Mittels kann mittels der erschöpfenden Extraktion mit einem geeigneten Lösungsmittel durchgeführt werden. Wenn somit das Struktur-bestimmende Mittel, wie dies bei Aluminiumsilicaten vom Typ MCM-41 und vom Typ MCM-48 der Fall ist, Alkyltrimethylammonium-Kationen darstellt, ist ein geeignetes Lösungsmittel Methanol. Während der Extraktion wird der Grad des Fortschreitens der Extraktion durch die Verbrennungsanalyse (C und N) verifiziert. Alternativ dazu kann das Eliminieren des Struktur-bestimmenden Mittels in dem Aluminiumsilicat durch gesteuerte Calcinierung in einem Ofen durchgeführt werden, wobei man schonende Temperaturgradienten bis zu 550°C verwendet, und zwar zuerst unter einem Stickstoffstrom und in der abschließenden Phase unter einem Luftstrom. Sowohl im Falle der Eliminierung durch Lösungsmittel-Extraktion als auch im Falle der Verwendung einer gesteuerten Calcinierung wird die Arbeitsweise als beendet angesehen, wenn der C-Gehalt – gemessen durch Verbrennungsanalyse – kleiner als 0,05 Gew.-% beträgt, verglichen, mit dem anfänglichen Wert. Typischerweise haben Aluminiumsilicate der Typen MCM-41 und MCM-48 einen Anfangsgehalt an organischem Material von etwa 54 Gew.-%.

[0023] Es muss berücksichtigt werden, dass – wie wohlbekannt ist – in einer großen Anzahl von mesoporösen Aluminiumsilicaten die Eliminierung des Strukturbestimmenden Mittels den allmählichen Kollaps der Mesoporen hervorruft, was ein vollständiges Zusammenbrechen der Struktur innerhalb von Monaten ergeben kann. Daher ist es bei mesoporösen Aluminiumsilicaten dieses Typs zweckmäßig, sie als Wirte bei der Herstellung der Materialien der vorliegenden Anmeldung zu verwenden, bevor etwa 15 Tage nach dem Eliminieren des Struktur-bestimmenden Mittels vergangen sind.

[0024] Nachdem in einer ersten Phase des Verfahrens das Struktur-bestimmende Mittel abgezogen wurde, wird mit dem Aluminiumsilicat eine Dehydratation durchgeführt. Diese Dehydratation kann durch 24stündiges Erwärmen des Aluminiumsilicats auf etwa 300°C bei einem Vakuumdruck von etwa 10^{-2} Torr durchgeführt werden.

[0025] In einem zweiten Schritt wird ein Gasstrom eines Acetylen-enthaltenden Monomers hergestellt, wie z.B. Acetylen oder substituiertes Acetylen, das zweckmäßigerweise behandelt wurde, um zu gewährleisten, dass es frei von Verunreinigungen, Feuchtigkeit oder anderen restlichen Gasen ist.

[0026] In einem dritten Schritt wird eine Behandlung durchgeführt, die aus dem Durchtränken des Aluminium-

silicats mit den Monomerdämpfen besteht, so dass die Aluminiumsilicat-Kanäle mit den Monomeren gefüllt werden. Sobald die Monomere in den Aluminiumsilicat-Kanälen adsorbiert sind, polymerisieren sie. Um gleichmäßigere Materialien zu erhalten, wird das Aluminiumsilicat zweckmäßigerweise während des Durchtränkens mit den Dämpfen des Polymers mit einem Magnetrührer gerührt. Obwohl die Polymerisation in einem gewissem Maße bei Raumtemperatur stattfindet, ist es zweckmäßig, diesen dritten Schritt bei einer Temperatur zwischen 25°C und 400°C durchzuführen, um einen maximalen Einbau und die Polymerisation der Polymere zu erreichen. Typischerweise wird diese Behandlung in der Dampfphase bei Umgebungsbedingungen oder bei einem hohen Dampfdruck in einem Reaktor wie z.B. einem Reaktor vom Schlenk-Typ, der das Aluminiumsilicat enthält, durchgeführt. Nach der Beendigung der Behandlung wird der Reaktor unter Vakuum geleert. Diese Behandlung kann wiederholt werden, bis der notwendige Imprägnierungsgrad erreicht ist, oder bis die maximale Imprägnierung erreicht ist. In der Praxis wird eine maximale Imprägnierung erreicht, indem man den dritten Schritt insgesamt dreimal wiederholt. Am Ende dieses dritten Schritts lässt man das Material, das das Aluminiumsilicat und das Polymer umfasst, auf Raumtemperatur abkühlen.

[0027] Die Reaktionszeit hat einen Einfluss auf den erreichten Polymerisationsgrad. So kann beim Fortschreiten der Reaktion in dem mesoporösen Aluminiumsilicat eine Änderung der anfänglich weißen Färbung zu einer grauen oder schwarzen Farbe beobachtet werden. Wenn man berücksichtigt, dass Polyacetylen im Wesentlichen schwarz ist, ist der Grad des Dunkelwerdens des imprägnierten Wirtes während der Reaktion ein Hinweis auf den Polymerisationsgrad des Acetylens zu Polyacetylen.

[0028] Um im Falle von kommerziellem, nicht substituierten Acetylen Aceton, Feuchtigkeit und andere Verunreinigungen, die vorliegen können, zu entfernen, ist es zweckmäßig, das Gas durch einen Wäscher, der konzentrierte Schwefelsäure enthält, und anschließend durch NaOH zu leiten.

[0029] Gemäß dem oben Aufgeführten wird das Aluminiumsilicat vorzugsweise durch Ionenaustausch mit Übergangsmetallionen in einer wässrigen Lösung oder durch Imprägnieren mittels Einführen von Übergangsmetallionen modifiziert.

[0030] Die Modifizierung durch Ionenaustausch wird vorzugsweise durchgeführt, wenn das Aluminiumsilicat große Mengen an Al enthält, und grundsätzlich besteht sie aus einer Behandlung, in der das Aluminiumsilicat mit einer konzentrierten wässrigen Lösung in Kontakt gebracht wird, die einige der oben aufgeführten Übergangsmetalle enthält. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist diese Lösung $\text{Ni}(\text{AcO})_2$ und typischerweise mit einer Konzentration zwischen 0,4 M und 0,8 M, wobei man z.B. ein Feststoff/Flüssigkeits-Verhältnis von etwa 1:10 verwendet. Die Kontaktzeit zwischen dem Aluminiumsilicat und einer wässrigen Lösung des oben beschriebenen Typs sollte zweckmäßigerweise weniger als 30 Minuten betragen, um den negativen Einfluss der Lösung auf die Aluminiumsilicat-Struktur auf ein Minimum zu reduzieren. Wenn höhere Austauschgrade erwünscht sind, ist es möglich, das Aluminiumsilicat mit einer konzentrierteren Lösung, typischerweise 1 M, wiederum in Kontakt zu bringen. Diese Ionenaustausch-Behandlung zur Modifizierung des Aluminiumsilicats kann auch analog angewendet werden, wenn ein vom Ni verschiedenes Übergangsmetallion ausgewählt wird.

[0031] Wenn es sich andererseits um ein Aluminiumsilicat handelt, in dem das Si/Al-Verhältnis ∞ ist, wird seine Modifizierung vorzugsweise durch eine Imprägnierungsbehandlung durchgeführt, in der das Aluminiumsilicat und die Verbindungsquelle (z.B. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Cu}(\text{AcO})_2$ oder vorzugsweise $\text{Ni}(\text{AcO})_2$), die das Übergangsmetallion enthält, in einem Verhältnis zwischen 100:5 und 100:0,1 mechanisch vermischt werden, wobei die sich ergebende Mischung allmählich erwärmt wird, vorzugsweise bis auf 300°C.

[0032] Es kann gezeigt werden, dass die Bildung der Polymere in dem mesoporösen Aluminiumsilicat-Wirt besonders wirksam ist, wenn das Aluminiumsilicat einen großen Austauschgrad aufweist.

[0033] Die fertige Struktur des mit Übergangsmetallionen ausgetauschten Aluminiumsilicats ist durch ein spezielles Röntgenbeugungsbild gekennzeichnet, das auf seine kristalline Natur schließen lässt, und durch eine bestimmte isotherme Gasabsorptionskapazität, die auf die mesoporöse Natur und seine spezifische Oberfläche hinweist. Es kann üblicherweise beobachtet werden, dass die Modifizierung von Aluminiumsilicaten, die durch Innenaustausch mit Übergangsmetallionen modifiziert wurden, eine Reduktion der Kristallinitätswerte bis zu über 40% ergibt und in Bezug auf die spezifische Oberfläche eine Reduktion von bis über 10% ergibt, bezogen auf die Werte, die den nicht modifizierten Aluminiumsilicaten entsprechen. Beispielsweise erleidet das Material MCM-41 mit einer Porengröße von 3,2 nm nach zwei aufeinanderfolgenden Austauschvorgängen mit $\text{Ni}(\text{AcO})_2$ eine 50%ige Reduktion der Anzahl der 2θ 2,4° Zählimpulse und eine Reduktion der spezifischen Oberfläche (gemäß dem BET-Algorithmus) von einem anfänglichen Wert von 850 m²/g auf 700 m²/g. Selbst dann weisen sie noch einen hohen Grad an Mesoporosität auf und sind als Wirte in den Materialien der vorliegenden Erfindung ideal.

[0034] Die steife Matrix des gemäß der vorliegenden Erfindung verwendeten Aluminiumsilicats enthält aktive Zentren, die als katalytische Zentren der Polymerisationsverfahren wirken. Nach der Polymerisation werden die Aluminiumsilicat-Kanäle mit den Polymerketten gepackt, und ihre inerten anorganischen Wände agieren als Schutzhüllen. Auf diese Weise wird die Zersetzungsneigung der Polymere drastisch reduziert. Dies beinhaltet, dass diese Materialien in Umgebungen, in denen Sauerstoff vorliegt, gelagert und verarbeitet werden

können, ohne dass irgendein Verlust ihrer Eigenschaften eintritt.

[0035] Das Dotieren der leitfähigen Materialien der vorliegenden Erfindung, d.h. die Oxidation oder Reduktion der Polymere, die in den mesoporösen Aluminiumsilicaten eingekapselt sind, besteht aus dem positiven Laden des eingekapselten Polymers durch eine Dotierung vom p-Typ oder dem negativen Laden durch eine Dotierung vom n-Typ. Die Dotierung kann auf chemische oder elektrochemische Weise durchgeführt werden.

[0036] Für das elektrochemische Dotieren der Materialien der vorliegenden Erfindung werden modifizierte Elektroden durch konventionelle Verfahren hergestellt, wobei abschließend ein positives elektrisches Potential (für das Dotieren vom p-Typ) oder ein negatives elektrisches Potential (für das Dotieren vom n-Typ) angelegt wird.

[0037] Um ein chemisch dotiertes Material vom p-Typ zu erhalten, besteht das Ausgangsmaterial aus mesoporösen Aluminiumsilicaten, bei denen ein Austausch mit Cu^{2+} durchgeführt wurde, da nach der Polymerisation Cu^{2+} zu Cu^+ reduziert wird, was wiederum die Oxidation des Polymers impliziert. Sn^{4+} oder andere Metallionen, die nach der Bildung des Polymers einer Reduktion unterliegen können, können auch verwendet werden.

[0038] Um andererseits ein dotiertes Material vom n-Typ zu erhalten, sind die Ausgangsmaterialien mesoporöse Aluminiumsilicate, die Ni^{2+} enthalten und die einer vorherigen Reduktion unter einem Wasserstoffstrom bei etwa 500°C unterzogen werden. Durch diese Reduktion wird die Umwandlung von Ni^{2+} in Ni(O) erreicht, wobei es möglich ist, diese Umwandlung durch das allmähliche Dunklerwerden des Aluminiumsilicats visuell abzuschätzen, das zum Schluss vollständig schwarz wird. Das Ni(O) -Atonne enthaltende Aluminiumsilicat muss in einer inerten Atmosphäre unter vollkommenem Ausschluss von Feuchtigkeit oder Sauerstoff gelagert und gehandhabt werden. Die Polymerisation der Monomere in mesoporösen Aluminiumsilicat-Wirten, die auf Ni(O) basieren, wird gemäß dem oben beschriebenen Verfahren durchgeführt.

[0039] Die Erfindung bezieht sich auch auf elektrische Leiter, die die oben beschriebenen Materialien umfassen. Diese Leiter können z.B. Elektroden für Batterien, insbesondere Lithiumbatterien, leitfähige Oberflächen für Displays, leitfähige Oberflächen für leuchtende Vorrichtungen und dergleichen sein.

[0040] Typischerweise wird eine Elektrode gemäß der Erfindung hergestellt, indem man einen leitfähigen, inerten, glasig gesinterten und polierten Wirt mit einer Paste beschichtet, die aus wenigstens einer Mischung des leitfähigen Materials, von pulverförmigem Graphit und Paraffin mit einem Klebemittel besteht, z.B. in einem Gewichtsverhältnis zwischen 80:15:5 und 10:85:5, und indem man die so erhaltene Elektrode trocknen lässt. Im Allgemeinen reduzieren geringere Anteile des Polymer-enthaltenden Aluminiumsilicats und größere Anteile an Graphit, wie z.B. 50:40:10, die Widerstandskraft der Paste beträchtlich. Bei einer bevorzugten Herstellung der Erfindung verwendet man ein Verhältnis zwischen Polymerenthaltendem Aluminiumsilicat:Graphit:Paraffin von 35:60:5.

[0041] Die leitfähigen Oberflächen gemäß der Erfindung werden typischerweise erhalten, indem man auf einem inerten leitfähigen Wirt eine Schicht einer Suspension des Polyacetylen-enthaltenden mesoporösen Wirts gemäß der Erfindung in einem organischen Lösungsmittel wie z.B. Aceton abscheidet und nach dem Trocknenlassen an der Luft eine wässrige Lösung – z.B. 10%ig – von Polyvinylalkohol zugibt.

[0042] Auf derartige Weise hergestellte Leiter – egal ob sie in Pasten- oder Schichtform vorliegen – werden einem positiven elektrischen Potential (z.B. + 2,0 V für p-Dotieren) oder einem negativen elektrischen Potential (z.B. – 1,7 V für n-Dotieren) ausgesetzt, um die Oxidation bzw. Reduktion des Polymers zu erreichen.

[0043] Die mesoporösen Aluminiumsilicate, die zur Herstellung der leitfähigen Materialien der vorliegenden Anmeldung verwendet werden, haben den Vorteil, dass sie ein inneres Volumen und eine innere Oberfläche haben, die weitaus größer sind als diejenigen der Zeolithe, und die daher die wirksame Einkapselung von Mengen an Polyacetylen und Polyacetylen-Derivaten von größer als 30% ermöglichen, die für einen großen Teil industriellen Anwendungen ausreichend sind.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0044] Die folgenden Beispiele erläutern die Erfindung detaillierter.

Beispiel 1

[0045] Der Gehalt an Alkyltrimethylammoniumion, das als Struktur-bestimmendes Mittel vorliegt, wurde durch Feststoffverbrennungsanalyse von zehn Proben mesoporöser Aluminiumsilicate des Typs MCM-41 mit Porengrößen von 3,2 nm bzw. 6,2 nm und mittleren Teilchengrößen von 1 µm bestimmt. Es wurde ein Gehalt von etwa 55 Gew.-% gefunden.

[0046] Mit den Proben wurde eine konventionelle erschöpfende Extraktion unter Verwendung von Methanol als Lösungsmittel durchgeführt, um das Struktur-bestimmende Mittel zu eliminieren, wobei der Fortschritt der Eliminierung durch C-Verbrennungsanalyse geprüft wurde.

[0047] Anschließend wurden die Ni^{2+} -Ionen durch 20minütiges In-Kontakt-Bringen der Feststoffe mit zwei wässrigen 0,6 M und 1,0 M Lösungen von $\text{Ni}(\text{AcO})_2$ eingeführt. Der abschließende Gehalt an Ni^{2+} be-

trug etwa 3 Gew.-% für das 3,2 nm Aluminiumsilicat und 0,5 für das 6,2 nm Aluminiumsilicat.

[0048] Anschließend wurde mit den Proben eine Dehydratation durchgeführt, indem man sie 24 Stunden lang bei 300°C und einem Druck von 10^{-2} Torr erhitzte.

Beispiel 2

[0049] Fünf Proben von MCM-41 mit einer mittleren Porengröße von 3,2 nm und weitere fünf Proben von MCM-41 mit einer mittleren Porengröße von 6,2 nm wurden in unabhängige Ampullen einer Kapazität von 5 ml gegeben, die unter hermetischem Abschließen an einem Reaktor vom Schlenk-Typ befestigt wurden, der mit einer Trommel versehen ist, die die gleichzeitige Behandlung von fünf Proben bei geregelter Temperatur ermöglicht, in den handelsübliches Acetylen – das vorher gereinigt wurde, indem man es durch einen Behälter mit konzentrierter Schwefelsäure und anschließend durch einen zweiten Behälter mit NaOH leitete – während einer Zeitspanne von 5 Minuten und bei einem Druck von 1 atm eingeführt wurde, und dieselben wurden unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt. Schließlich wurde der Reaktor unter Vakuum geleert, und die Proben wurden auf Raumtemperatur abkühlen gelassen. Dieser Zyklus wurde dreimal wiederholt.

[0050] Es konnte beobachtet werden, dass die Temperatur einen entscheidenden Einfluss auf die Polymerisation des Acetylen im Reaktor ausübte. Daher war es möglich, die gebildete Polymermenge durch Feststoff-Verbrennungsanalyse quantitativ zu bestimmen, um den Gesamt-C-Gehalt der erhaltenen Materialien zu bestimmen. Die Ergebnisse der Analysen sind in der Tabelle I aufgeführt.

Tabelle I

Auswirkung der Reaktionstemperatur auf den Kohlenstoffgehalt bei der Umsetzung von Acetylen in Gegenwart von mesoporösen Aluminiumsilicaten

Temperatur (°C)	C-Gehalt (Gew.-%)	
	MCM-41 (3,2 nm)	MCM-48 (6,2 nm)
Umgebungstemperatur	5,88	3,91
90	6,47	5,94
150	26,39	2,06
225	32,52	27,51
300	51,65	29,62

[0051] Gemäß den in der Tabelle I aufgeführten Werten ist der maximal für Polyacetylen erreichte Gehalt 51%. Dieser Wert ist bemerkenswert und ermöglicht Anwendungen wie die Verwendung des Materials als Elektroden in Lithiumbatterien, die einen hohen Gehalt der elektroaktiven Komponente benötigen. Wenn der C-Gehalt in den anfänglichen Proben (54 Gew.-% Alkyltrimethylammonium) mit dem Wert für 3,2 nm MCM-41 bei einer Temperatur von 300°C verglichen wird, kann man tatsächlich beobachten, dass der größte Teil der mesoporösen Aluminiumsilicat-Kanäle, die anfänglich durch die Struktur-bestimmenden Mittel besetzt wurden, durch Polyacetylen besetzt ist.

[0052] Gemäß den derzeitigen Kenntnissen über mesoporöse Materialien entspricht die maximale Packungsdichte eines organischen Wirtes in den Kanälen derjenigen des Struktur-bestimmenden Mittels. Demgemäß kann man schließen, dass durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung ein beinahe vollständiges Füllen der Innenräume des Aluminiumsilicats erreicht wurde, und zwar mit einer Wirksamkeit und einem Packungsgrad, die denjenigen des Struktur-bestimmenden Mittels ähnlich sind.

Beispiel 3

[0053] Die gemäß dem Beispiel 2 hergestellten Proben wurde in Bezug auf das Vorliegen und die Reinheit des Polyacetylen analysiert, dass im Inneren des mesoporösen Aluminiumsilicats synthetisiert wurde. Es konnte folgendes festgestellt werden:

- i) die FT-Ramanspektren der Proben stimmen mit denjenigen, die in der chemischen Literatur für Polyacetylene beschrieben werden (Lewis, Millar et al.: "Trans-Polyacetylene on Sodium and Cesium Mordenites: A Resonance Raman Spectroscopic Study" (1993), Chem. Mat., 5: 1509–1517; Millar, Lewis et al.: "Raman-Spectroscopic Study of the Formation of Polyacetylene within Zeolite Channels" (1993), J. Mater.

Chem, 3:867–872), überein, deren charakteristischste Absorptionsbanden 1490 und 1110 cm^{-1} sind;

ii) die UV/Vis-Spektren, die durch Remission erhalten wurden, stimmen mit denen überein, die für Polyacetylene beschrieben werden (Cox und Stucky: "Polymerization of Methylacetylene in Hydrogen Zeolites" (1991), J. Phys. Chem, 95: 710–720; Pereira, Kokotailo et al.: "Acetylene Polymerization in a H-ZSM-5 Zeolite" (1991), J. Mater. Chem, 3 (8): 867–872), und sie sind durch eine Absorption im gesamten Wellenlängenbereich gekennzeichnet, wobei der Extinktionskoeffizient mit Zunahme der Wellenlänge in zunehmendem Maße abnimmt;

iii) bei der Festkörper- C^{13} -NMR-Spektroskopie erscheinen Signale, die olefinischen Kohlenstoffen entsprechen, zwischen 150 ppm und 100 ppm, zusammen mit den Signalen, die für jeden Bestandteil charakteristisch sind, falls welche vorliegen;

iv) in der photoelektronischen Röntgenspektroskopie (XPS) ist es möglich, das Vorliegen von Kohlenstoff-Aluminiumsilicat-Teilchen mit sp^2 -Hybridisierung auf der Außenoberfläche zu bestätigen, was ein Hinweis auf das Vorliegen von Polyacetylen ist;

v) durch Massenspektroskopie unter Verwendung der Methode des Beschusses mit schnellen Atomen (FAB-M5) wird festgestellt, dass das maximale Gewicht des Polymers, das in den äußersten Teilen des Aluminiumsilicat-Teilchens vorliegt, größer als 1200 Dalton ist;

vi) bei der thermogravimetrischen Bestimmung des Polymergehalts der Proben, gekoppelt mit Differential-Scanning-Kalorimetrie, wurde festgestellt, dass die eingekapselten Polyacetylene bis zu einer Temperatur von 300°C thermisch stabil sind.

Beispiel 4

[0054] Um eine Elektrode, die 6,2 nm MCM-41 umfasst, das gemäß Beispiel 2 erhalten wurde, für eine Lithiumbatterie zu erhalten, wird das folgende Verfahren durchgeführt:

80 g Aluminiumsilicat werden in einem Mörser mit 15 g Graphitpulver vermischt, und 5 g Paraffin werden als Klebemittel (Bindemittel) (das durch Aldrich unter dem Namen Nujol-Öl für die Spektroskopie vertrieben wird) zugegeben, um eine Paste zu erhalten, die auf einem auf herkömmliche Weise polierten, inerten leitfähigen Wirt abgeschieden und trocknen gelassen wird.

[0055] Auf die so gebildete Elektrode werden +2,0 V für ein p-Dotieren oder alternativ –1,7 V für ein n-Dotieren angelegt, um ihre vollständige Oxidation bzw. Reduktion zu erreichen. In dem elektrochemischen Verfahren wird Pt als Hilfselektrode verwendet, und eine gesättigte Kalomel-Lösung wird als Referenzelektrode verwendet. Obwohl das Dotieren in einem wässrigen Medium durchgeführt werden kann, kann es auch in organischen Lösungsmitteln wie Acetonitril und Dimethylformamid durchgeführt werden. Von den Leitelektrolyten, die in organischen Lösungsmitteln verwendet werden können, können Tetraethylammoniumperchlorat, n-Butylammoniumhexafluorophosphat erwähnt werden, während Lithium- oder Natriumperchlorat in Wasser verwendet werden können.

Beispiel 5

[0056] Um eine leitfähige Oberfläche zu erhalten, die 6,2 nm MCM-41 enthält, das gemäß Beispiel 2 erhalten wurde, wurde eine Suspension von 1 g MCM-41 in 25 ml Aceton hergestellt und auf einem inerten leitfähigen Wirt abgeschieden. Nach dem Trocknen an der Luft werden einige Tropfen einer wässrigen Lösung von 10% Polyvinylalkohol zugegeben.

[0057] Auf die so gebildete Elektrode werden +2,0 V für ein p-Dotieren oder alternativ –1,7 V für ein n-Dotieren einwirken gelassen, um ihre vollständige Oxidation bzw. Reduktion zu erreichen. Das elektrochemische Verfahren wird unter Verwendung der gleichen Mittel und Reagenzien durchgeführt, wie diejenigen, die im Beispiel 3 beschrieben wurden.

Patentansprüche

1. Material, das als elektrischer Leiter brauchbar ist, umfassend ein leitfähiges Polymer, das in Kanäle innerhalb eines porösen Wirts eingefügt ist, wobei das Polymer Polyacetylen oder ein Polyacetylen-Derivat ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Polymer durch Polymerisation von Dämpfen des Acetylen-Monomers gebildet wird, das vorher in Kanälen des mesoporösen Materials adsorbiert wurde, die frei von Wirtsstrukturbestimmendem Mittel sind;

wobei der Wirt das Polymer in derartiger Weise einkapselt, dass das Polymer gegen Oxidation durch umgebenden Sauerstoff geschützt ist, und

der Wirt ein modifiziertes mesoporöses Aluminiumsilicat ist, das einen mittleren Porendurchmesser zwischen 2 nm und 100 nm aufweist.

2. Wirt gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wirt ein Aluminiumsilicat mit einem mittleren Porendurchmesser von 3,2 nm ist.
3. Wirt gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wirt ein Aluminiumsilicat mit einem mittleren Porendurchmesser von 6,2 nm ist.
4. Material gemäß den Ansprüchen 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass es einen Aluminiumsilicat-Wirt umfasst, in den ein Polymer eingefügt ist, das mit Phenylgruppen substituiertes Polyacetylen umfasst.
5. Material gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Wirt ein Aluminiumsilicat mit hexagonaler Phase vom Typ MCM-41 ist.
6. Material gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Wirt ein Aluminiumsilicat mit kubischer Phase vom Typ MCM-48 ist.
7. Material gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Aluminiumsilicat durch Innenaustausch mit Übergangsmetallionen modifiziert wurde.
8. Material gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Aluminiumsilicat durch Imprägnieren mittels Einführung von Übergangsmetallionen modifiziert wurde.
9. Material gemäß den Ansprüchen 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallionen Ni^{2+} -Ionen sind.
10. Material gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergangsmetallionen aus $Ni(AcO)_2$ stammen.
11. Material gemäß den Ansprüchen 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallionen Fe^{3+} -Ionen sind.
12. Material gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Fe^{3+} -Ionen von $Fe(NO_3)_3$ stammen.
13. Material gemäß den Ansprüchen 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallionen Cu^{2+} -Ionen sind.
14. Material gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergangsmetallionen aus $Cu(AcO)_2$ stammen.
15. Material gemäß den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer eine positive Ladung aufweist, die aus einem Dotieren vom p-Typ besteht.
16. Material gemäß den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer eine negative Ladung aufweist, die aus einem Dotieren vom n-Typ besteht.
17. Verfahren zur Herstellung eines elektrisch leitfähigen Materials, umfassend das Einfügen eines leitfähigen Polymers in Kanäle innerhalb eines porösen Wirts, in welchem das Polymer Polyacetylen oder ein Polyacetylen-Derivat ist, dadurch gekennzeichnet, dass es folgendes umfasst:
die Dehydratation eines modifizierten Aluminiumsilicats, das kein Strukturbestimmendes Mittel in seinen Kanälen enthält;
die Herstellung eines Dampfes des Acetylen-Monomers;
die Durchführung wenigstens einer Imprägnierungs- und Polymerisationsphase, umfassend das Einbringen des Dampfes in die Aluminiumsilicat-Kanäle und die Durchführung einer Polymerisation des Aluminiumsilicats mit den Monomeren durch eine Wärmebehandlung bei einer Temperatur zwischen 25 und 400°C; wobei der Wirt ein modifiziertes mesoporöses Aluminiumsilicat ist, das einen mittleren Porendurchmesser zwischen 2 nm und 100 nm hat.
18. Verfahren gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Wirt aus Aluminiumsilicat mit hexagonaler Phase vom Typ MCM-41 und einem Aluminiumsilicat mit kubischer Phase vom Typ MCM-48 ausgewählt ist.

19. Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Aluminiumsilicat vor der Polymerisationsphase durch Innenaustausch mit Übergangsmetallionen in einer wässrigen Lösung modifiziert wird.

20. Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Aluminiumsilicat durch Imprägnieren mittels Einführen von Übergangsmetallionen modifiziert wird.

21. Verfahren gemäß den Ansprüchen 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallionen aus Ni^{2+} -, Fe^{3+} - und Cu^{2+} -Ionen ausgewählt werden.

22. Verfahren gemäß Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Ni^{2+} -Ionen aus $\text{Ni}(\text{OAc})_2$ stammen.

23. Verfahren gemäß Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Fe^{3+} -Ionen von $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ stammen.

24. Verfahren gemäß Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Cu^{2+} -Ionen aus $\text{Cu}(\text{AcO})_2$ stammen.

25. Verfahren gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das eingekapselte Polymer durch ein Dotieren vom p-Typ positiv geladen ist.

26. Verfahren gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das eingekapselte Polymer durch ein Dotieren vom n-Typ negativ geladen ist.

27. Verfahren gemäß den Ansprüchen 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Dotieren elektrochemisch durchgeführt wird.

28. Verfahren gemäß den Ansprüchen 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Dotieren chemisch durchgeführt wird.

29. Verfahren gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Imprägnierungs- und die Polymerisationsphase dreimal wiederholt werden.

30. Verfahren gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer Polyacetylen ist, das mit Methyl-, Phenyl-, p-substituierten Phenyl-, Cyano- und Methoxycarbonylgruppen substituiert ist.

31. Elektrischer Leiter, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Material gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 16 umfasst.

32. Elektrischer Leiter, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Material umfasst, welches gemäß dem Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 17 bis 30 hergestellt wird.

33. Leiter gemäß den Ansprüchen 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass er eine in Batterien verwendete Elektrode ist, die das Material umfasst.

34. Leiter gemäß den Ansprüchen 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass er eine leitfähige Oberfläche für Displays ist, die das Material umfasst.

35. Leiter gemäß den Ansprüchen 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass er eine leitfähige Oberfläche für leuchtende Vorrichtungen ist, die das Material umfasst.

36. Leiter gemäß Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass er eine Elektrode in Lithiumbatterien ist, die das Material umfasst.

37. Leiter gemäß den Ansprüchen 33 oder 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrode folgendes umfasst:

eine inerte, gesinterte und polierte Elektrode,

eine Beschichtung der inerten Elektrode, die wenigstens aus einer Mischung des Materials, pulverförmigem Graphit und Paraffin als Bindemittel besteht.

38. Leiter gemäß Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung das Material, Graphit und Paraffin in einem Gewichtsverhältnis von 80:15:8 enthält.

39. Leiter gemäß den Ansprüchen 34 oder 35, dadurch gekennzeichnet, dass die leitfähige Oberfläche eine Schicht ist, die durch Abscheidung einer Suspension des Materials in einem organischen Lösungsmittel mit einer wässrigen Polyvinylalkohol-Lösung auf einem Wirt erhalten wird.

40. Leiter gemäß Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass das organische Lösungsmittel Aceton ist.

41. Leiter gemäß Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass die wässrige Polyvinylalkohol-Lösung eine 10%ige Lösung ist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen