



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 011 818 T2** 2008.09.11

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 692 737 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 011 818.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2004/018448**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 801 666.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/055351**

(86) PCT-Anmeldetag: **03.12.2004**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **16.06.2005**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.08.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.02.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.09.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01M 8/02** (2006.01)

**C08K 7/06** (2006.01)

**C08K 7/24** (2006.01)

**C08K 3/38** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**2003407765 05.12.2003 JP**

(73) Patentinhaber:

**Showa Denko K.K., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LI, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR**

(72) Erfinder:

**IINO, Tadashi, Kawasaki-shi, Kanagawa 2100858, JP; IZUMI, Zenichiro, Kawasaki-shi, Kanagawa 2100858, JP**

(54) Bezeichnung: **ELEKTROLEITFÄHIGE HARZZUSAMMENSETZUNG UND FORMPRODUKT DARAUS**

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**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektroleitende Zusammensetzung. Genauer gesagt betrifft die vorliegende Erfindung eine elektroleitende Zusammensetzung, die mindestens eine elektroleitende Substanz und eine Matrix, die für die Bereitstellung einer hohen Elektroleitfähigkeit nützlich ist, enthält; ein Formprodukt und einen Kraftstoffzellenseparator, der von einer solchen elektroleitenden Zusammensetzung erhältlich ist und einen hervorragenden Kontaktwiderstand aufweist.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Bislang sind bestimmte elektroleitende Materialien, die Metalle und Kohlenstoffmaterialien, auf Gebieten eingesetzt wurden, wo eine hohe Elektroleitfähigkeit erforderlich ist. Andererseits sind in den letzten Jahren elektroleitende Materialien auf verschiedene Weise auf vielen Gebieten, wie in der Elektronik, in der Elektrochemie, bei Energie- und Transportanlagen eingesetzt worden. Neben der Verwendung der elektroleitenden Materialien spielen elektroleitende Harzzusammensetzungen als eine Art der elektroleitenden Materialien eine zunehmend wichtige Rolle. Als Ergebnis haben die elektroleitenden Harzzusammensetzungen deutliche Fortschritte gemacht, so dass höhere Leistungsfähigkeiten und höhere Funktionen möglich sind. Insbesondere ist aufgrund der Kombination des vorstehend erwähnten elektroleitenden Materials und eines Polymermaterials der Freiheitsgrad der Bearbeitbarkeit der Formen erweitert worden, und dies ist ein starker Grund dafür, dass die elektroleitenden Harzzusammensetzungen deutlich verbessert worden sind.

**[0003]** Auf dem Gebiet der elektroleitenden Harzzusammensetzungen ist es wichtig, effektiv eine Elektroleitfähigkeit bereitzustellen, ohne dass die mechanischen Eigenschaften und die Formeigenschaften im wesentlichen beeinträchtigt werden. Beispielsweise offenbart das Patentedokument 1 ein Verfahren, bei dem zwei oder mehr Arten von Polymeren, die nicht vollständig miteinander kompatibel sind, gemischt werden, so dass eine Matrix bereitgestellt wird, so dass ein Füllstoff zum Verleihen der Elektroleitfähigkeit hauptsächlich in dem einen Polymer mit der höheren Affinität verteilt wird.

**[0004]** Jüngere Beispiele für die Verwendung oder die Anwendung für elektroleitende Harzzusammensetzungen, bei denen Elektroleitfähigkeit erforderlich ist, können umfassen: zusätzlich zu den herkömmlichen Anwendungen sind dies elektronische Materialien, wie Leiterplatten, Widerstände, Lamine und Elektroden; und verschiedene Elemente, wie Heizgeräte, Elemente, die Hitze erzeugende Vorrichtungen sind, Staub sammelnde Filterelemente, PTC (positiver Temperaturkoeffizient) Elemente, elektronische Elemente oder Teile und Elemente oder Teile, die in der Halbleiterindustrie einzusetzen sind. Bei diesen Anwendungen ist eine hohe thermische Beständigkeit zusammen mit der Elektroleitfähigkeit erforderlich.

**[0005]** Im Hinblick auf die Umweltprobleme und die Energieprobleme haben andererseits Kraftstoffzellen als saubere Energie erzeugende Vorrichtungen Aufmerksamkeit auf sich gezogen, weil sie elektrische Kraft durch eine Umkehrreaktion der Elektrolyse unter Einsatz von Wasserstoff und Sauerstoff erzeugen, so dass sie keine Abfallmaterialien außer Wasser erzeugen. Auf dem Gebiet der Kraftstoffzellen, spielen die elektroleitenden Harzzusammensetzungen ebenfalls eine wichtige Rolle.

**[0006]** Die Kraftstoffzellen können in verschiedene Arten klassifiziert werden, die von der Art des dafür einzusetzenden Elektrolyten abhängen. Unter solchen Kraftstoffzellen können die vom Festpolymerelektrolyt-Typ bei einer geringen Temperatur arbeiten, so dass sie für die Verwendung in Kraftfahrzeugen oder im öffentlichen oder privaten Bereich am nützlichsten sind. Diese Art der Kraftstoffzelle wird durch Stapeln von Zelleinheiten konstruiert, die jeweils beispielsweise einen Polymerelektrolyt, eine Gasdiffusionselektrode, einen Katalysator und einen Separator aufweisen, wobei die Kraftstoffzelle einen hohen Stromausstoß erzielen kann.

**[0007]** In der Kraftstoffzelle mit der Struktur hat der Separator für die Abtrennung der Zelleinheiten üblicherweise mindestens einen Fließkanal (oder Furche), zu der ein Kraftstoffgas (wie Wasserstoff) und ein Oxidationsmittelgas (wie Sauerstoff) geleitet werden, und von dem der hergestellte Wasserdampf abgeleitet wird. Deshalb ist der Separator erforderlich, um eine hohe Gasimpermeabilität zu erzielen, durch die diese Gase perfekt aufgetrennt werden können, und es ist auch erforderlich, dass eine hohe Elektroleitfähigkeit den inneren Widerstand reduziert. Außerdem muss der Separator hinsichtlich der Leitfähigkeit, der Beständigkeit und der Festigkeit hervorragend sein.

**[0008]** Um diese Erfordernisse zu erfüllen, sind die Separatoren bislang im Hinblick auf die beiden Aspekte

der Metallmaterialien und Kohlenstoffmaterialien untersucht worden. Unter diesen Materialien sind Metalle mit dem Problem der Korrosionsbeständigkeit behaftet, so dass ein Versuch durchgeführt worden ist, die Oberfläche dieser Metalle mit einem Edelmetall oder Kohlenstoff zu überziehen. In einem solchen Fall kann jedoch eine Beständigkeit nicht erzielt werden, wobei überdies die Kosten für das Überziehen des Metalls problematisch sind.

**[0009]** Andererseits ist eine große Anzahl Kohlenstoffmaterialien als Materialien für Kraftstoffzellseparatoren untersucht worden, und Beispiele davon umfassen einen Formgegenstand, der durch Pressformen einer ausgedehnten Graphitlage, erhalten wird, ein Formgegenstand, der durch Imprägnieren eines Kohlenstoffsinterkörpers mit einem Harz und das Härten des Harzes sowie glasartigen Kohlenstoff, der durch Hitzebehandeln eines hitzehärtenden Harzes erhalten wird, und einen Formgegenstand, der durch Mischen eines Kohlenstoffpulvers und eines Harzes und anschließendes Formen des erhaltenen Gemisches hergestellt wird.

**[0010]** Beispielsweise offenbart das Patentdokument 2 ein kompliziertes Verfahren, bei dem ein Bindemittel zu einem Kohlenstoffpulver gemischt wird und das Gemisch dann unter Erwärmen durch CIP (kaltes isostatisches Pressen) geformt wird, dann hitzebehandelt und mit Graphit überzogen wird, und dann wird das so erhaltene isotrope Graphitmaterial mit einem thermohärtenden Harz imprägniert und einer Härtingsbehandlung unterworfen, und danach werden durch Schneiden Furchen gezogen.

**[0011]** Zudem sind Versuche unternommen worden, um die Leistungsfähigkeiten des Separators zu verstärken, indem die dafür einzusetzende Zusammensetzung verbessert wird. Beispielsweise offenbart das Patentdokument 3 einen Separator, der sowohl hinsichtlich der mechanischen als auch der elektrischen Eigenschaften hervorragend ist und auf einem Verbund eines Kohlenstoffpulvers, das mit einem Harz überzogen ist, und eines Harzes mit einer höheren thermischen Beständigkeit als der Harzüberzug basiert. Patentdokument 4 offenbart eine Harzzusammensetzung, die ein Gemisch eines niedrig schmelzenden Metalls, eines Metallpulvers, eines thermoplastischen Kunststoffes und eines thermoplastischen Elastomers enthält.

**[0012]** Andererseits ist es wichtig, den Kontaktwiderstand eines Separators zu senken, und die Technik dafür ist auf verschiedene Arten untersucht worden. Beispielsweise offenbart das Patentdokument (5) ein Verfahren, bei dem der Flächenanteil des Kohlenstoffpulvers erhöht wird, indem die Oberflächenschicht eines Separators, der hauptsächlich ein Harz enthält, gemahlen wird.

[Patentdokument 1] JP-A (ungeprüfte japanische Patentveröffentlichung) 1-263156

[Patentdokument 2] JP-A 8-222241

[Patentdokument 3] JP-A 2003-257446

[Patentdokument 4] JP-A 2000-348739

[Patentdokument 5] JP-A 2003-282084

**[0013]** Bei den erwähnten verschiedenen Arten von Formprodukten, welche die herkömmlichen elektroleitenden Harzzusammensetzungen enthalten, ist es erforderlich, die Menge des Elektroleitfähigkeit verleihenden Materials, das in dem Formprodukt enthalten sein soll, um dem Formprodukt eine hohe Elektroleitfähigkeit zu verleihen, zu erhöhen. Andererseits ist es in einem solchen Fall auch unvermeidlich, die Menge eines in dem Formprodukt enthaltenen Harzes zu erhöhen. Dementsprechend ist es unmöglich, eine ausreichend hohe Elektroleitfähigkeit zu erhalten.

**[0014]** Wegen der großen Menge des Elektroleitfähigkeit verleihenden Materials, das in dem Formprodukt enthalten ist, hat zudem die Oberfläche des erhaltenen Formprodukts unvermeidlich eine geringe Glätte und eine höhere Härte, so dass der Kontaktwiderstand des Formprodukts, das aus elektroleitfähigen Harzzusammensetzungen hergestellt wird, verschlechtert wird. Wenn zudem die Oberfläche des Formprodukts mit dem Bindemittelharz überzogen wird und der Kontaktwiderstand verschlechtert wird, ist es erforderlich, ein Verfahren durchzuführen, bei dem die Oberfläche des Formprodukts gemahlen wird.

**[0015]** Wenn außerdem das Produktionsverfahren eine Hitzebehandlungsstufe umfasst, bei der das Formprodukt bei einer hohen Temperatur von 1000 bis 3000°C über einen langen Zeitraum erhitzt wird, so dass eine hohe Elektroleitfähigkeit erzielt wird, wird die für die Herstellung des Formprodukts erforderliche Zeit länger, und außerdem werden die Produktionsstufen komplizierter und die Produktionskosten werden problematisch hoch.

**[0016]** WO 2004/059663 offenbart ein kohlenstoffhaltiges Material zum Bilden einer elektrisch leitenden Zusammensetzung.

**[0017]** EP 0 337 487 A offenbart eine elektroleitende Polymerzusammensetzung, die eine Matrix aus zwei inkompatiblen Polymeren und einen Füllstoff enthält, der Elektroleitfähigkeit verleiht.

**[0018]** JP 2000/348739 A offenbart eine Harzzusammensetzung für die Anwendung als Kraftstoffzellenseparator, welche ein Polyolefin, ein Elastomer und einen Leitfähigkeitsfüllstoff enthält.

**[0019]** WO 02/49412 A offenbart ein elektroleitendes Material für elektroleitende Zusammensetzungen.

#### Offenbarung der Erfindung

**[0020]** Ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist es, eine elektroleitfähige Harzzusammensetzung, die das Problem gelöst hat, dass im Stand der Technik vorhanden ist (insbesondere eine Zusammensetzung, die einen geringen Kontaktwiderstand und Eindringwiderstand aufweist), und ein Formprodukt bereitzustellen, das daraus hergestellt wird.

**[0021]** Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Treibstoffzellenseparators, der hervorragende Elektroleitfähigkeit aufweist und aus der Zusammensetzung durch Formen hergestellt werden kann.

**[0022]** Als Ergebnis eingehender Untersuchungen haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung gefunden, dass eine hohe Elektroleitfähigkeit bereitgestellt werden kann, indem ein spezifisches Harzbindemittel, das eine dispergierte Phase und eine kontinuierliche Phase enthält, eingesetzt wird, und haben auf diese Weise die vorliegende Erfindung gemacht.

**[0023]** Die vorliegende Erfindung basiert auf dieser Entdeckung. Genauer gesagt umfasst die vorliegende Erfindung beispielsweise die folgenden Ausführungsformen [1] bis [16].

[1] Eine elektrisch leitende Harzzusammensetzung mindestens enthaltend:

ein Mehrkomponentenharzbindemittel vom Polymertyp (A), das eine dispergierte Phase und eine kontinuierliche Phase enthält und ein Zahlenmittel der Teilchengröße der dispergierten Phase von 0,001 bis 2 µm aufweist, und

ein elektrisch leitendes Material (B) in der Form eines Pulvers und/oder Faser.

[2] Eine elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach [1], worin die Komponente (A) 40 bis 2 Massen-% und die Komponente (B) 60 bis 98 Massen-%, bezogen auf die Gesamtmenge von (Komponente (A) + Komponente (B)) von 100 Massen-%, ausmachen.

[3] Eine elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach [1] oder [2], wobei das Zahlenmittel der Teilchengröße der dispergierten Phase in der Komponente (A) kleiner ist als das Zahlenmittel der Teilchengröße oder das Zahlenmittel des Faserdurchmessers der Komponente (B).

[4] Eine elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Punkte [1]–[3], worin mindestens eine in der Komponente (A) enthaltene Komponente eine Elastomerkomponente ist.

[5] Eine elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Punkte [1]–[4], worin die Komponente (A) 1 bis 99 Massen-% eines thermoplastischen Harzes und 99 bis 1 Massen-% eines Elastomers enthält.

[6] Eine elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Punkte [1]–[5], worin die Komponente (A) eine Zusammensetzung aus einem Polyolefin und eine oder mehrere der folgenden Komponenten umfasst: hydrierter Styrolbutadienkautschuk, Styrol-Ethylen-Butylen-Styrol-Blockcopolymer, Styrol-Ethylen-Propylen-Styrol-Blockcopolymer, kristallines Olefin-Ethylen-Butylenkristallines Olefin-Blockcopolymer, Styrol-Ethylen-Butylenkristallines Olefin-Blockcopolymer, Styrol-Isostyrol-Blockcopolymer, Styrol-Butadien-Styrol-Blockcopolymer.

[7] Eine elektrisch leitende Zusammensetzung nach einem der Punkte [1]–[5], worin die Komponente (A) mindestens ein Polyvinylidenfluorid und ein weiches Acrylsäureharz umfasst.

[8] Eine elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Punkte [1]–[7], worin die Komponente (B) mindestens eine der folgenden umfasst: metallische Materialien, kohlenstoffhaltige Materialien, elektrisch leitende Polymere und Füllstoffe, die mit einem metallischen Material beschichtet sind, oder metallische Oxide.

[9] Eine elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Punkte [1]–[8], worin die Komponente (B) ein kohlenstoffhaltiges Material, einschließlich Bor, in einer Menge von 0,05 bis 5 Massen-% ist.

[10] Eine elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Punkte [1]–[9], worin die Komponente (B) 0,1 bis 50 Massen-% dampfphasengezüchtete Kohlenstofffasern und/oder Kohlenstoffnanoröhrchen, bezogen auf die Masse der gesamten Komponente (B), einschließlich der dampfphasengezüchteten Kohlenstofffasern und/oder der Kohlenstoffnanoröhrchen als solche, umfasst.

[11] Eine elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Punkte [1]–[10], worin die dampfpha-

sengezüchteten Kohlenstofffasern oder Kohlenstoffnanoröhrchen Bor in einer Menge von 0,05 bis 5 Massen-% enthalten.

[12] Eine elektrisch leitendes Formprodukt aus einer elektrisch leitenden Harzzusammensetzung nach einem der Punkte [1]–[11].

[13] Eine elektrisch leitendes Formprodukt nach Punkt [12], das einen Volumenwiderstand von  $0,1 \Omega\text{cm}$  oder weniger gemäß dem 4-Sondenverfahren nach JIS K7194, einen Kontaktwiderstand von  $0,1 \Omega\text{cm}^2$  oder weniger nach dem 4-Sondenverfahren für den Kontaktwiderstand (wie in der Beschreibung definiert) und einen Penetrationswiderstand von  $0,1 \Omega\text{cm}$  oder weniger nach dem 4-Sondenverfahren für den Penetrationswiderstand (wie in der Beschreibung definiert) aufweist.

[14] Eine elektrisch leitendes Formprodukt nach Punkt [12] oder [13], das eine Wärmeleitfähigkeit von  $1,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  oder mehr gemäß dem Laser-Flash-Verfahren (tl/2-Verfahren), das in der Beschreibung definiert ist, aufweist.

[15] Treibstoffzellenseparator, der ein Formprodukt nach einem der Punkte [12]–[14] umfasst.

[16] Treibstoffzellenseparator nach Punkt [15], der vier oder mehr Durchgangslöcher aufweist, eine Einbuchtung mit einer Dicke des dünnsten Bereichs davon von  $0,1$  bis  $2 \text{ mm}$  und einer Tiefe von  $0,1$  bis  $1,5 \text{ mm}$  aufweist und einen Volumenwiderstand von  $0,1 \Omega\text{cm}$  oder weniger, einen Kontaktwiderstand von  $0,1 \Omega\text{cm}^2$  oder weniger, eine Wärmeleitfähigkeit von  $1,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  oder höher und eine Gaspermeabilität von  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Sek.}$  oder weniger aufweist.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0024]** [Fig. 1](#) ist eine schematische Querschnittsansicht, um ein Verfahren zum Messen des Kontaktwiderstandes von Kohlenstoff und einem Separator zu erklären, der in der vorliegenden Erfindung bevorzugt eingesetzt werden kann.

**[0025]** [Fig. 2](#) ist eine schematische Querschnittsansicht, um ein Verfahren zum Messen des Eindringwiderstandes zu erklären, der in der vorliegenden Erfindung bevorzugt eingesetzt werden kann.

**[0026]** In den Zeichnungen haben die jeweiligen Referenznummern die folgenden Bedeutungen.

#### Bezugszeichenliste

1	Kohlenstoff
2	Teststück
3	Messing beschichtet mit Goldplattierung
4	Generator zur Erzeugung eines konstanten Stroms
5	Voltmessgerät
11	Teststück
12	Messing beschichtet mit Goldplattierung
13	Generator zur Erzeugung eines konstanten Stroms
14	Voltmessgerät

#### Beste Ausführungsform der Erfindung

**[0027]** Im folgenden wird die vorliegende Erfindung eingehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. In der folgenden Beschreibung geben und "Teil(e)" einen quantitativen Anteil oder ein quantitatives Verhältnis auf Massenbasis an, wenn nichts angegeben wird.

#### (Elektroleitfähige Harzzusammensetzung)

**[0028]** Die erfindungsgemäße elektrofähige Harzzusammensetzung ist eine Harzzusammensetzung, die mindestens ein Bindemittel (A) vom Mehrkomponentenpolymertyp und ein elektroleitfähiges Material (B) in der Form eines Pulvers und/oder einer Faser umfasst.

#### (Komponente (A))

**[0029]** Die Komponente (A) ist ein Mehrkomponentenharz in dem Mittel vom Polymertyp, welches eine dispergierte Phase und eine kontinuierliche Phase umfasst, wobei die dispergierte Phase ein Zahlenmittel der Teilchengröße von  $0,001$ – $2 \mu\text{m}$  aufweist.

**[0030]** Andererseits gibt es bei der Kombination der Polymere, die vollständig kompatibel sind (d. h. gegenseitig löslich), in der Form einer Kombination von kontinuierlichen Phasen oder in der Form von Phasen, die in einer Schichtform aufgetrennt sind, eine Grenze bei der Verbesserung der Elektroleitfähigkeit. Zudem ist die Technik, bei der mehrere Arten von Polymeren, die nicht vollständig kompatibel sind, gemischt werden, so dass eine bestimmte Komponente hauptsächlich in einem dieser Polymere mit höherer Affinität verteilt (oder lokalisiert) wird (Patentdokument 1 offenbart ein solches Verfahren) bis zu einem gewissen Grad effektiv, d. h. wirksam bei der Bereitstellung einer Elektroleitfähigkeit in einem niedrigen Bereich von 109–100  $\Omega\text{cm}$ . Im höheren Elektroleitfähigkeitsbereich von unter 100  $\Omega\text{cm}$  ist jedoch ein solches Lokalisierungsverfahren nicht wirksam, weil eine größere Menge eines elektroleitfähigen Materials unvermeidlich in das Polymer geladen wird.

**[0031]** Die erfindungsgemäße Komponente (A) kann bereitgestellt werden, indem beispielsweise zwei oder mehr Arten von Polymeren gemischt werden, oder durch Einsatz eines Blockcopolymers, das durch Copolymerisation von zwei oder mehr Arten von Polymerketten erhalten worden ist. Die zwei oder mehr Arten von Polymeren können vorzugsweise solche sein, die ein nicht kompatibles System darstellen (d. h. eine Kombination von Polymeren, die kein vollständig kompatibles System bilden).

(Elastomerkomponente)

**[0032]** Die in der vorliegenden Erfindung eingesetzte Komponente (A) kann vorzugsweise mindestens eine Elastomerkomponente enthalten. Wenn die Komponente (A) mindestens eine Elastomerkomponente enthält, kann der Kontaktwiderstand und der Eindringwiderstand weiter verbessert sein.

**[0033]** Ein Elastomer ist ein Polymer mit kautschukähnlicher Elastizität im Bereich von Normaltemperatur. Es ist möglich, als Elastomer eine oder zwei Arten von Polymeren einzusetzen, die ausgewählt sind unter: beispielsweise Acrylnitrilbutadienkautschuk, hydriertem Nitrilkautschuk, Styrolbutadienkautschuk, Ethylenpropylenkautschuk, Ethylenpropylenlenderpolymerisationskautschuk, Ethylenbutadienkautschuk, Fluor enthaltendem Kautschuk, Isoprenkautschuk, Silikonkautschuk, Acrylelastomer, Butadienkautschuk, Hochstyrolkautschuk, Chloroprenkautschuk, Urethankautschuk, Kautschuk vom Polyethertyp, Tetrafluorethylenpropylenkautschuk, Epichlorhydrinkautschuk, Norbornenkautschuk, Butylkautschuk, thermoplastisches Elastomer vom Styroltyp, thermoplastisches Elastomer vom Olefintyp, thermoplastisches Elastomer vom Urethantyp, thermoplastisches Elastomer vom Polyestertyp, thermoplastisches Elastomer vom Polyamidtyp, thermoplastisches Elastomer vom 1,2-Polybutadienotyp, Fluor enthaltendes thermoplastisches Elastomer, weiches Acrylsäureharz.

**[0034]** Im Hinblick auf die Beständigkeit gegenüber Hydrolyse ist es bevorzugt, unter diesen als das Elastomer einen Acrylnitrilbutadienkautschuk, hydrierten Nitrilkautschuk, Styrolbutadienkautschuk, Ethylenpropylenkautschuk, Ethylenpropylenlenderpolymerisationskautschuk, Ethylenbutadienkautschuk, Isoprenkautschuk, Butadienkautschuk, Acrylelastomer, ein thermoplastisches Elastomer vom Styroltyp, thermoplastisches Elastomer vom Olefintyp, thermoplastisches Elastomer vom 1,2-Polybutadienotyp, ein thermoplastisches Elastomer vom Fluortyp und ein weiches Acrylsäureharz einzusetzen.

**[0035]** Die Form oder die Art der dispergierten Phase der Komponente (A) ist nicht besonders eingeschränkt. Spezifische Beispiele einer solchen Form können verschiedene Strukturen umfassen, wie eine mit einer sogenannten "Salamistruktur", d. h. eine Struktur, bei der eine große Anzahl von Inselphasen in der dispergierten Phase dispergiert sind, und eine Kernschalenstruktur, bei der eine zentrale Phase in der dispergierten Phase enthalten ist, wobei die Form der dispergierten Phase in der vorliegenden Erfindung nicht diesen spezifischen Beispielen entspricht.

**[0036]** Es ist möglich, die Form der Komponente (A) und die Größe der dispergierten Phase beispielsweise durch Transmissionselektronenmikroskopie (im folgenden als "TEM" abgekürzt), oder durch Abtastelektronenmikroskopie (im folgenden als "SEM" abgekürzt) zu beobachten. Spezifische Beobachtungsbeispiele sind in dem Artikel "New Observation Method for Polymers by Electron Microscope" (Japanese Journal of Polymer Science and Technology (Koubunshi Ronbunshu), 56, 684–692, 1999) oder in "Easy Guide to Understanding Electron Microscope Techniques (Yokuwakeru Densikenbikyo Gijutsu)" (Japanese Society of Electron Microscopy Technology for Medicine and Biology) beschrieben.

(Zahlenmittel der Teilchengröße)

**[0037]** In der vorliegenden Erfindung ist das Zahlenmittel der Teilchengröße der dispergierten Phase der Komponente (A) 0,001–2  $\mu\text{m}$  und vorzugsweise 0,01–1,5  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt 0,02–1  $\mu\text{m}$ . Wenn das Zah-

lenmittel der Teilchengröße der dispergierten Phase unter  $0,001\ \mu\text{m}$  ist, ist die Verbesserung der Elektroleitfähigkeit schwach. Wenn andererseits das Zahlenmittel der Teilchengröße  $2\ \mu\text{m}$  übersteigt, kann die erhaltene Elektroleitfähigkeit verringert sein.

**[0038]** Außerdem kann das Zahlenmittel der Teilchengröße der dispergierten Phase der Komponente (A) vorzugsweise geringer sein als das Zahlenmittel der Teilchengröße oder das Zahlenmittel des Faserdurchmessers der Komponente (B). Wenn das Zahlenmittel der Teilchengröße der dispergierten Phase der Komponente (A) größer ist als das Zahlenmittel der Teilchengröße (oder das Zahlenmittel des Faserdurchmessers) der Komponente (B), besteht die Neigung, dass die erzielte Elektroleitfähigkeit verringert wird. Wenn die Komponente (B) ein Gemisch aus Teilchen und Fasern enthält, werden die Zahlenmittel der Teilchengrößen oder Fasergrößen der jeweiligen Bestandteile in Abhängigkeit von den jeweiligen Zahlen entsprechend dem Zusammensetzungsverhältnis gemessen, so dass das Zahlenmittel der Teilchengröße der gesamten Komponente (B) bestimmt werden kann. In der vorliegenden Erfindung können das Verhältnis ( $P_a/P_b$ ) des Zahlenmittels der Teilchengröße ( $P_a$ ) der dispergierten Phase der Komponente (A) und das Zahlenmittel des Faserdurchmessers ( $P_b$ ) der Komponente (B) vorzugsweise 0,8 oder weniger, stärker bevorzugt 0,7–0,00001 (insbesondere 0,6–0,00005) sein.

**[0039]** In der vorliegenden Erfindung werden das Zahlenmittel der Teilchengröße der dispergierten Phase der Komponente (A) und das Zahlenmittel der Teilchengröße der Komponente (B) (wenn die Komponente (B) eine Faser enthält) wird im folgenden Verfahren gemessen.

**[0040]** Dann wird aus einem Abschnitt einer Probe, die mit flüssigem Stickstoff gefroren worden ist, unter Verwendung eines Ultramikrotoms (Handelsname: ULTRACUT-N, hergestellt von Reihard Co.) eine ultradünne Scheibe geschnitten, die dann mit Osmium gefärbt wird, und dann wird der Teilchendurchmesser der dispergierten Phase durch TEM (JEM-1230, hergestellt von JEOL Co.) beobachtet. Die erhaltenen TEM-Bilder werden unter Verwendung eines Bildanalysiersystems (Luzex, hergestellt von Nireco Co.) für 100 Teilchen analysiert, wodurch das Zahlenmittel der Teilchengröße der dispergierten Phase der Komponente (A) erhalten wird.

**[0041]** Im Hinblick auf die Komponente (B) werden außerdem die Teilchengrößen (einschließlich der Faserdurchmesser) von 100 Teilchen unter Einsatz von SEM (JSM-5510, hergestellt von JEOL Co.) beobachtet, und die erhaltenen Daten werden einer Bildanalyse unterworfen.

**[0042]** Die mittlere Teilchengröße der Komponente (B), die keine Faser enthält, wird unter Einsatz eines Laserbeugungsstreuungsverfahrens unter Verwendung von Microtrac-HRA, hergestellt von Nikkiso Co., gemessen. Bei dieser Messung werden 50 mg einer Probe eingewogen und in 50 ml destilliertes Wasser gegeben. Außerdem werden 0,2 ml einer wässrigen Lösung von 2%-Triton (ein oberflächenaktives Mittel, hergestellt von Wako Pure Chemical Industries) zugegeben, und das erhaltene Gemisch wird einer Ultraschalldispersion während 3 Minuten unterworfen, und dann wird die mittlere Teilchengröße der Komponente (B) gemessen. Der Ausdruck "Faser" bezieht sich hier auf ein Material mit einem Verhältnis (Hauptachsenlänge/Nebenachsenlänge) von 10 oder mehr.

(Thermoplastisches Elastomer vom Styroltyp)

**[0043]** Spezifische Beispiele des erfindungsgemäßen thermoplastischen Elastomers vom Styroltyp können umfassen: einen hydrierten Styrolbutadienkautschuk, ein Styrolethylenbutylenstyrolblockcopolymer, Styrolethylenpropylenstyrolblockcopolymer, Blockcopolymer aus kristallinem Olefinethylenbutylen und kristallinem Olefin, ein Blockcopolymer aus Styrolethylenbutylen und kristallinem Olefin, Styrolisostyrolblockcopolymer, Styrolbutadienstyrolblockcopolymer. Unter diesen ist es im Hinblick auf die Dispergierbarkeit bevorzugt, einen hydrierten Styrolbutadienkautschuk, ein Styrolethylenbutylenstyrolblockcopolymer und ein Styrolethylenpropylenstyrolblockcopolymer einzusetzen.

**[0044]** Der Ausdruck "Polyolefin" ist hier ein allgemeiner Ausdruck für Verbindungen vom Kohlenwasserstofftyp. Spezifische Beispiele des Polyolefins können Polypropylen, Polyethylen, Polybuten, Polymethylpenten umfassen. Im Hinblick auf die Ausgewogenheit zwischen der Wärmebeständigkeit und der Verarbeitbarkeit ist es unter diesen bevorzugt, Polypropylen oder Polybuten einzusetzen.

**[0045]** Die Komponente (A) in der vorliegenden Erfindung kann im Hinblick auf die Recycliereigenschaften vorzugsweise ein thermoplastisches Harz und ein Elastomer enthalten. In einer solchen Ausführungsform kann das Massenverhältnis des thermoplastischen Harzes und des Elastomers vorzugsweise 1:99–99:1 sein. Dieses Massenverhältnis kann stärker bevorzugt 5:95–95:5 und besonders bevorzugt 10:90–95:5 sein.

## (Thermoplastisches Harz)

**[0046]** Spezifische Beispiele des thermoplastischen Harzes können umfassen: Acrylnitrilbutadienstyrolcopolymer, Polystyrol, Acrylsäureharz, Polyvinylchlorid, Polyimid, flüssiges Kristallpolymer, Polyetheretherketon, Fluor enthaltendes Harz, Polyolefin, Polyacetal, Polyamid, Polyethylenterephthalat, Polybutylenterephthalat, Polycarbonat, Polycycloolefin, Polyphenylensulfid, Polyphenylenoxid, Polyphenylensulfon.

**[0047]** Unter diesen ist es aus Umweltschutzgründen bevorzugt, als thermoplastisches Harz Polystyrol, Acrylsäureharz, Polyimid, flüssiges Kristallpolymer, Polyetheretherketon, Fluor enthaltendes Harz, Polyolefin, Polyacetal, Polybutylenterephthalat, Polycarbonat, Polycycloolefin, Polyphenylensulfid, Polyphenylenoxid oder Polyphenylensulfon einzusetzen.

**[0048]** Spezifische bevorzugte Beispiele einer Kombination des thermoplastischen Harzes und des Elastomers in der vorliegenden Erfindung können umfassen: Copolymerisation von Polystyrol und Polybutadien, Copolymerisation von Polystyrol und Isoprenkautschuk, ein Gemisch von Polyolefin und einem thermoplastischen Elastomer vom Styroltyp und ein Gemisch von Polyvinylidenfluorid und einem Acrylsäureharz. Daneben ist es auch möglich, ein Copolymer eines thermoplastischen Harzes und einer Elastomerkomponente, eine Polymerlegierung, die unter Verwendung eines Kompatibilität verleihenden Mittels oder oberflächenaktiven Mittels erhalten worden ist, so dass das thermoplastische Harz und die Elastomerkomponente eine Mikrophasenauf trennungsstruktur aufweisen, und dergleichen einzusetzen.

**[0049]** Unter diesen ist es bevorzugt, das Gemisch von Polyolefin und einem thermoplastischen Elastomer vom Styroltyp oder einem Gemisch von Polyvinylidenfluorid und Acrylsäureharz im Hinblick auf die hydrothermale Beständigkeit (oder Heißwasserbeständigkeit) einzusetzen.

## (Andere Komponenten)

**[0050]** Daneben kann die Komponente (A) nach Wunsch außerdem verschiedene Additive enthalten. Spezifische Beispiele davon können eine Komponente umfassen, die ausgewählt ist unter: beispielsweise einem hitzehärtenden Harz, Monomer, Weichmacher, Härtungsmittel, Härtungsinitiator, Härtungshilfsmittel, Lösungsmittel, UV-Stabilisator, Antioxidationsmittel, Hitzestabilisator, Antischaummittel, Egalisierungsmittel, Formgleitmittel oder Freisetzungsmittel, Gleitmittel, wasserabweisendes Mittel, Verdickungsmittel, Antischumpmittel oder ein Mittel zum Verleihen einer hydrophilen Eigenschaft.

## (Verfahren zur Herstellung der Komponente (A))

**[0051]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen der Komponente (A) ist nicht besonders eingeschränkt. Spezifische Beispiele davon können umfassen: physikalische Verfahren, wie ein Lösungsverfahren, Emulsionsverfahren und Fusionsverfahren; chemische Verfahren, wie Ppropfpolymerisationsverfahren, Blockpolymerisationsverfahren, IPN (Netzwerk aus durchdringenden Polymeren).

**[0052]** Bei der Produktion der Komponente (A) unter Verwendung eines Gemisches verschiedener Arten von Polymeren kann das Fusionsverfahren im Hinblick auf eine Vielfaltigkeit und Unterschiedlichkeit bevorzugt eingesetzt werden. Spezifische Techniken dieses Fusionsverfahrens sind nicht besonders eingeschränkt. Spezifische Beispiele davon können Mischungsverfahren unter Einsatz beliebiger Knetmaschinen umfassen, beispielsweise Walzen, Knetter, Banburymischer und Extruder.

## (Kontrolle der Mikrophasenauf trennungsstruktur)

**[0053]** Daneben kann die gewünschte Komponente (A) auch dadurch erhalten werden, dass die Zwischenschichtspannung mit Hilfe eines Kompatibilität verleihenden Mittels gesenkt wird, um die Mikrophasenauf trennungsstruktur zusätzlich zu dem Mischen der verschiedenen Arten von Polymeren zu kontrollieren. Als Verfahren zum Kontrollieren einer solchen Mikrophasenauf trennungsstruktur ist es außerdem bevorzugt, ein Produktionsverfahren unter Verwendung eines reaktiven Verarbeitungsverfahrens als ein Verfahren einzusetzen, bei dem ein kontinuierlicher Extruder eingesetzt wird, worin eine Polymerreaktion abläuft.

## (Copolymer)

**[0054]** Das Produktionsverfahren für das Blockcopolymer, das als Komponente (A) einsetzbar ist, ist nicht besonders eingeschränkt.



**[0055]** Spezifische Beispiele davon können umfassen: lebende Polymerisation, wie Koordinationspolymerisation, anionische Polymerisation, kationische Polymerisation, eine Reaktion eines Polymers mit einer reaktiven Endgruppe, eine Polymerisation verschiedener Arten von Monomeren durch einen Polymerinitiator.

**[0056]** Spezifische Beispiele des Blockcopolymers können umfassen: Styrolbutadienstyrolcopolymer, Styrolisoprenstyrolcopolymer, Styroethylenbutylenstyrolcopolymer, Styroethylenpropylenstyrolcopolymer, Copolymer aus kristallinem Olefinethylenbutylen und kristallinem Olefin.

**[0057]** Daneben kann das als Komponente (A) einsetzbare Pffropfpolymer erhalten werden, indem ein Verfahren der Polymerisation eines Monomers in Anwesenheit eines Stammpolymers eingesetzt wird, so dass das Pffropfpolymer verschiedene Arten und Typen aufweisen kann. Spezifische Beispiele des Produktionsverfahrens dafür können umfassen: beispielsweise lebende Polymerisation, Radikalpolymerisation, strahlungsinduzierte Polymerisation, Fotopolymerisation, Polymerisation vom Makromonomertyp. Das Produktionsverfahren ist jedoch nicht auf diese spezifischen Beispiele beschränkt.

**[0058]** Spezifische Beispiele des Pffropfpolymeres können umfassen: Acrylnitrilbutadienstyrolcopolymer, Butadienstyrolcopolymer, Methacrylatbutadienstyrolcopolymer.

#### (Komponente (B))

**[0059]** Die Komponente (B), die zusammen mit der Komponente (A) in der vorliegenden Erfindung die elektroleitfähige Harzzusammensetzung bildet, ist nicht besonders eingeschränkt, solange die Komponente (B) ein elektroleitfähiges Material in der Form eines Pulvers und/oder einer Faser ist. Im Hinblick auf die Elektroleitfähigkeit kann die Komponente (B) vorzugsweise ein Material oder eine Kombination von zwei oder mehr Arten von Materialien enthalten, die ausgewählt sind unter: metallischen Materialien, Kohlenstoffmaterialien oder kohlenstoffhaltigen Materialien, elektroleitfähigen Polymeren und Füllstoffen, die mit einem metallischen Material oder mit metallischen Oxiden überzogen sind. Die Komponente (B) kann stärker bevorzugt ein Kohlenstoffmaterial oder ein kohlenstoffhaltiges Material und/oder ein metallisches Material enthalten.

#### (Metallisches Material)

**[0060]** Im Hinblick auf die Elektroleitfähigkeit kann das metallische Material vorzugsweise eines oder eine Kombination oder ein Verbund von zwei oder mehreren Arten von Materialien sein, die ausgewählt sind unter: Ni, Fe, Co, B, Pb, Cr, Cu, Al, Ti, Bi, Sn, W, P, Mo, Ag, Pt, Au, TiC, NbC, TiCN, TiN, CrN, TiB<sub>2</sub>, ZrB<sub>2</sub> und FeB<sub>2</sub>. Außerdem ist es auch möglich, diese metallischen Materialien in die Pulverform oder Faserform zu verarbeiten.

#### (Kohlenstoffhaltiges Material)

**[0061]** Das kohlenstoffhaltige Material als die Komponente (B) für die Verwendung in der vorliegenden Erfindung ist nicht besonders eingeschränkt. Es ist bevorzugt, beispielsweise mindestens eines oder mehrere Materialien einzusetzen, die ausgewählt sind unter: Kohlenstoffschwarz, Kohlenstofffasern, amorphem Kohlenstoff, ausgedehnten Graphiten, künstlichen Graphiten, natürlichen Graphiten, dampfphasengezüchteten Kohlenstofffasern, Kohlenstoffnanoröhrchen und Fullerenen.

**[0062]** Im Hinblick auf die Verbesserung der Elektroleitfähigkeit des kohlenstoffhaltigen Materials kann das kohlenstoffhaltige Material vorzugsweise Bor in einer Menge von 0,05 bis 5 Massen-% enthalten. Wenn die Menge des Bors 0,05 Massen-% oder weniger ist, besteht eine geringere Neigung, das gewünschte Graphitpulver mit hoher Elektroleitfähigkeit zu erhalten. Selbst wenn die Menge des Bors 5 Massen-% übersteigt, besteht die Neigung, dass die Wirkung der Verbesserung der Elektroleitfähigkeit des kohlenstoffhaltigen Materials geschwächt wird.

**[0063]** Das Verfahren zum Messen der Menge des Bors, das in dem kohlenstoffhaltigen Material enthalten ist, ist nicht besonders eingeschränkt, vielmehr kann die Menge des Bors mit einem beliebigen Messverfahren gemessen werden. In der vorliegenden Erfindung können die Werte solche sein, die durch Plasmaemissionsspektrometrie (im folgenden als "ICP" abgekürzt) vom induktiven Typ (oder induktiv gekoppelten Typ), oder durch Plasmaemissionsspektrometrie-Massenspektrometrie (im folgenden als "ICP-MS" abgekürzt) vom induktiven Typ (oder induktiv gekoppelten Typ) bestimmt werden. Genauer gesagt werden Schwefelsäure und Salpetersäure zu einer zu messenden Probe gegeben und mit Mikrowellen erhitzt (230°C), um zersetzt zu werden (Verdauungsmethode), und Perchlorsäure (HClO<sub>4</sub>) wird außerdem zu dem Zersetzungsprodukt gegeben, und das erhaltene Produkt wird mit Wasser verdünnt. Dann wird die so erhaltene Probe einer ICP-Emissions-

spektrometrie unterworfen, um die Menge des darin enthaltenen Bors zu messen.

(Verfahren zum Einverleiben von Bor)

**[0064]** In das kohlenstoffhaltige Material kann Bor einverleibt werden, beispielsweise durch ein Verfahren, bei dem eine Borquelle, wie B in elementarer Form,  $B_4C$ , BN,  $B_2O_3$  oder  $H_3BO_3$ , zu einer einzelnen Substanz, nämlich natürlichem Graphit, künstlichem Graphit, ausgedehntem Graphit, Kohlenstoffschar, Kohlenstofffaser, dampfphasengezüchteten Kohlenstofffasern, Kohlenstoffnanoröhrchen oder einem Gemisch von einem oder mehreren davon, gegeben wird, die Borverbindung sorgfältig gemischt wird und das Gemisch dann bei 2500 bis 3200°C graphitiert wird.

**[0065]** Wenn das Mischen der Borverbindung nicht gleichförmig ist, ist das erhaltene Graphitpulver nicht nur ungleichförmig, sondern wird bei der Graphitierung auch sehr wahrscheinlich gesintert. Um gleichförmiges Mischen zu erzielen, kann die Borquelle vorzugsweise in ein Pulver mit einer Teilchengröße von 50 nm oder weniger, vorzugsweise 20 µm oder weniger umgeformt werden und dann mit Kokspulver gemischt werden.

**[0066]** Wenn das kohlenstoffhaltige Material als die Komponente (B) Bor nicht enthält und graphitiert wird, kann der Graphitierungsgrad (d. h. die Kristallinität) verringert werden, und die Gitterräume können vergrößert sein. Als Ergebnis besteht eine geringere Neigung, dass ein Graphitpulver mit hoher Elektroleitfähigkeit erhalten wird. Die Form des enthaltenen Bors ist nicht besonders eingeschränkt, solange Bor und/oder eine Borverbindung in das Graphit eingemischt werden. In einer bevorzugten Form ist Bor jedoch zwischen den Schichten von Graphitkristallen enthalten, oder ein Boratom wird teilweise gegen Kohlenstoffatome, die den Graphitkristall ausmachen, ausgetauscht. Wenn ein Teil der Kohlenstoffatome durch Boratome ausgetauscht werden, kann die Bindung zwischen dem Boratom und dem Kohlenstoffatom in einer beliebigen Bindungsform sein, beispielsweise als kovalente Bindung oder ionische Bindung.

(Kohlenstoffschar)

**[0067]** Spezifische Beispiele von Kohlenstoffschar als eines der kohlenstoffhaltigen Materialien können Ketjenschwar und Acetylschar umfassen, die durch das unvollständige Verbrennen eines natürlichen Gases oder durch die thermische Zersetzung von Acetylen erhalten werden, Ruß, der durch die unvollständige Verbrennung von Kohlenwasserstofföl oder einem natürlichen Gas erhalten wird, und thermischer Kohlenstoff, der durch die thermische Zersetzung eines natürlichen Gases erhalten wird.

(Kohlenstofffaser)

**[0068]** Spezifische Beispiele der als das kohlenstoffhaltige Material (B) einzusetzenden Kohlenstofffasern können eine pechartige Kohlenstofffaser, erhalten aus Schweröl, Nebenprodukten von Öl oder Kohlenteer, und Kohlenstofffasern vom PAN-Typ, erhalten aus Polyacrylnitril, umfassen.

(Amorpher Kohlenstoff)

**[0069]** Der vorstehend beschriebene amorphe Kohlenstoff kann unter Verwendung eines Verfahrens erhalten werden, bei dem ein Phenolharz gehärtet wird und einer Hitzebehandlungsbehandlung unterworfen wird und dann zu einem Pulver zerstoßen wird; oder durch ein Verfahren, bei dem ein Phenolharz in der Form eines Pulvers in Kugelform oder unbestimmter Form gehärtet wird und einer Hitzebehandlungsbehandlung unterworfen wird, und dergleichen. Um einen amorphen Kohlenstoff mit hoher Elektroleitfähigkeit zu erhalten, ist es zweckmäßig, das Ausgangsmaterial dafür bei 2000°C oder höher hitzezubehandeln.

(Ausgedehntes Graphitpulver)

**[0070]** Das als das kohlenstoffhaltige Material (B) einzusetzende ausgedehnte Graphitpulver der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise ein Pulver sein, das durch ein Verfahren erhalten wird, bei dem Graphit mit einer hochgezüchteten Kristallstruktur, wie natürliches Graphit und pyrolytisches Graphit, in eine stark oxidative Lösung, wie eine Mischlösung aus konzentrierter Schwefelsäure und Salpetersäure oder eine Mischlösung aus konzentrierter Schwefelsäure und wässrigem Wasserstoffperoxid getaucht wird, um eine Graphitinterkalationsverbindung herzustellen, und die Graphitinterkalationsverbindung wird dann mit Wasser gewaschen und dann rasch erhitzt, um den Graphitkristall in C-Achsenrichtung auszudehnen, oder es ist ein Pulver, das durch einmaliges Walzen des vorstehend erhaltenen Pulvers in eine Schicht und anschließendes Pulverisieren der Schicht erhalten wird.

## (Künstliches Graphit)

**[0071]** Um künstliches Graphit als ein Beispiel des kohlenstoffhaltigen Materials zu erhalten, wird im allgemeinen zuerst Koks produziert. Das Ausgangsmaterial von Koks ist Petroleumpech oder Kohlenpech, und dieses Ausgangsmaterial wird zu Koks karbonisiert. Aus dem Koks wird Graphitpulver im allgemeinen dadurch erhalten, dass beispielsweise ein Verfahren zum Pulverisieren und anschließenden Graphitieren des Kokes durchgeführt wird, ein Verfahren zum Graphitieren des Kokes selbst und das anschließende Pulverisieren des graphitierten Kokes durchgeführt wird, oder ein Verfahren durchgeführt wird, bei dem ein Bindemittel zu dem Koks gegeben wird, das erhaltene Gemisch geformt und hitzebehandelt wird und das hitzebehandelte Produkt dann graphitiert und anschließend pulverisiert wird (im folgenden werden Koks und das hitzebehandelte Produkt gemeinschaftlich als "Koks" bezeichnet). Das Ausgangsmaterial Koks wird vorzugsweise daran gehindert, dass es Kristalle ausbildet, und wird vorzugsweise bei 2000°C oder weniger, stärker bevorzugt 1200°C oder niedriger hitzebehandelt.

**[0072]** Das Verfahren der Graphitierung ist nicht besonders eingeschränkt, wobei sie jedoch beispielsweise durch ein Verfahren durchgeführt werden kann, bei dem ein Acheson-Ofen eingesetzt wird, worin das Pulver in einem Graphitschmelzofen eingeschlossen wird und ein elektrischer Strom direkt durchgeleitet wird, oder ein Verfahren, bei dem das Pulver mit Hilfe eines Graphitheizelements erhitzt wird.

**[0073]** Das kohlenstoffhaltige Material (B), wie Koks, künstliches Graphit und natürliches Graphit, kann unter Verwendung einer Hochgeschwindigkeitsrotationsmühle (beispielsweise Hammermühle, Nagelmühle, Käfigmühle), Kugelmühle, wie Walzmühle, Vibrationsmühle, Planetenmühle) oder Rührmühle (beispielsweise Kugelperlenmühle, Attritor, Mühle vom Fließröhrchentyp, Ringmühle), pulverisiert werden. Daneben kann ein Feinpulverisierungsgerät, wie eine Siebmühle, Turbomühle, Supermicronmühle und Wasserstrahlmühle, ebenfalls eingesetzt werden, indem die Bedingungen ausgewählt werden. Das kohlenstoffhaltige Material (B), beispielsweise Koks und natürliches Graphit, wird unter Verwendung einer solchen Mühle durch Auswählen der Pulverisierungsbedingungen und bei Bedarf durch Klassifizierung des Pulvers pulverisiert, wobei die mittlere Teilchengröße und die Teilchengrößenverteilung kontrolliert werden können.

**[0074]** Das Verfahren zum Klassifizieren des kohlenstoffhaltigen Materials (B), wie Koks, künstliches Graphit und natürliches Graphit, kann ein beliebiges Verfahren sein, solange eine Abtrennung erzielt werden kann. Beispielsweise kann ein Sieb oder eine Luftklassifiziervorrichtung, wie ein Zentrifugenklassifizierer vom Vortex-Typ (beispielsweise Micronseparator, Turboplex, Turboklassifizierer, Superseparator) und ein Trägheitsklassifiziergerät (beispielsweise eine umgebildete virtuelle Schlagmaschine, ein Umlenksichter) eingesetzt werden. Es kann auch ein Nasspräzipitationsauftrennungungsverfahren, ein Zentrifugenklassifikationsverfahren eingesetzt werden.

## (Dampfphasengezüchtete Kohlenstofffaser)

**[0075]** Die Komponente (B) in der vorliegenden Erfindung kann vorzugsweise eine dampfphasengezüchtete Kohlenstofffaser und/oder Kohlenstoffnanoröhrchen in einer Menge von 0,1–50 Massen-% stärker bevorzugt 0,1–45 Massen-%, besonders bevorzugt 0,2–40 Massen-% enthalten. Wenn der Gehalt unter 0,1 Massen-% ist, ist die Verbesserung der Elektroleitfähigkeit unzureichend. Wenn andererseits der Gehalt 50 Massen-% übersteigt, besteht die Neigung, dass die Eigenschaften der erhaltenen Form beeinträchtigt werden.

**[0076]** Die dampfphasengezüchtete Kohlenstofffaser oder Kohlenstoffnanoröhrchen können vorzugsweise Bor in einer Menge von 0,05–5 Massen-%, stärker bevorzugt 0,06–4 Massen-%, besonders bevorzugt 0,06–3 Massen-% enthalten. Wenn der Gehalt unter 0,05 Massen-% ist, besteht die Neigung, dass die Wirkung der Einverleibung von Bor zur Verbesserung der Elektroleitfähigkeit gering ist. Wenn andererseits die zugegebene Menge 5 Massen-% übersteigt, besteht die Neigung, dass die Menge der erhaltenen Verunreinigungen oder fremden Materialien groß wird und andere Eigenschaften beeinträchtigt werden.

**[0077]** Die als kohlenstoffhaltiges Material (B) einzusetzenden dampfphasengezüchteten Kohlenstofffasern können erhalten werden, indem beispielsweise eine thermische Zersetzungsreaktion unter Einsatz einer organischen Verbindung als Ausgangsmaterial, wie Benzol, Toluol oder natürliches Gas, zusammen mit einem Wasserstoffgas bei 800 bis 1300°C in Anwesenheit eines Übergangsmetallmaterialkatalysators, wie Ferrocen, bewirkt wird. Die erhaltenen dampfphasengezüchteten Kohlenstofffasern (beispielsweise solche mit einem Faserdurchmesser von 0,5–10 µm) können vorzugsweise außerdem einer Graphitierungsbehandlung bei 2300 bis 3200°C, stärker bevorzugt einer Graphitierungsbehandlung zusammen mit einem Graphitierungskatalysator, wie Bor, Borcarbid, Beryllium, Aluminium oder Silicium, bei 2300 bis 3200°C unterworfen werden.

## (Kohlenstoffnanoröhrchen)

**[0078]** Die als das kohlenstoffhaltige Material (B) einzusetzenden Kohlenstoffnanoröhrchen sind in letzter Zeit nicht nur wegen ihrer mechanischen Festigkeit, sondern auch wegen ihrer Feldemissionsfunktion und ihrer Wasserstoffabsorptionsfunktion und außerdem ihrer magnetischen Funktion von der Industrie beachtet worden. Diese Kohlenstoffnanoröhrchen werden auch als Graphitnadelkristalle, filamentöser Kohlenstoff, Graphitfasern, extrafeine Kohlenstoffröhrchen, Kohlenstoffröhrchen, Kohlenstofffibrillen, Kohlenstoffmicroröhrchen oder Kohlenstoffnanofasern bezeichnet. Die Kohlenstoffnanofasern können im allgemeinen einen Faserdurchmesser von 0,5–100 nm haben.

**[0079]** Die Kohlenstoffnanofasern umfassen ein Einschichtkohlenstoffröhrchen, bei dem ein das Röhrchen bildende Graphitfilm eine Einzelschicht ist, und ein Mehrschichtkohlenstoffnanoröhrchen, bei dem der Graphitfilm aus mehreren Schichten zusammengesetzt ist. In der vorliegenden Erfindung kann eines der beiden Röhrchen eingesetzt werden, wobei jedoch ein Einkohlenstoffnanoröhrchen bevorzugt ist, weil ein gehärtetes Produkt mit einer hohen Elektroleitfähigkeit oder mechanischen Festigkeit erhalten werden kann.

**[0080]** Das Kohlenstoffnanoröhrchen kann beispielsweise durch ein Bogenentladungsverfahren, ein Laserverdampfungsverfahren oder ein thermisches Zersetzungsverfahren hergestellt werden, die in Carbon Nanotube no Kiso (Fundamental Study of Carbon Nanotube), von Saito und Bando, Seiten 23 bis 57, Corona-Sha (1998) beschrieben sind. Um die Reinheit zu erhöhen können die erhaltenen Kohlenstoffnanoröhrchen außerdem durch ein hydrothermales Verfahren, ein Zentrifugationsauftrennungsverfahren, ein Ultrafiltrationsverfahren oder ein Oxidationsverfahren erhalten werden.

**[0081]** Zum Entfernen von Verunreinigungen können die Kohlenstoffnanoröhrchen vorzugsweise einer Hochtemperaturbehandlung in einer Inertgasatmosphäre bei 2300 bis 3200°C, stärker bevorzugt einer Hochtemperaturbehandlung bei 2300 bis 3200°C in einer Inertgasatmosphäre zusammen mit einem Graphitierungskatalysator, wie Bor, Borcarbid, Beryllium, Aluminium und Silicium, unterworfen werden.

## (Zusammensetzung)

**[0082]** Bezüglich der Zusammensetzung der Komponente (A) und der Komponente (B) ist es bevorzugt, dass die Komponente (A) 40–2 Massen-% ausmacht und die Komponente (B) 60–98 Massen-% ausmacht, bezogen auf den Standard (100 Massen-%) von (Komponente (A) + Komponente (B)). Es ist stärker bevorzugt, dass die Komponente (A) 30–5 Massen-% und die Komponente (B) 70–95 Massen-% ausmacht. Es ist besonders bevorzugt, dass die Komponente (A) 25–5 Massen-% und die Komponente (B) 75–95 Massen-% ausmacht. Wenn die Menge der Komponente (A) unter 2 Massen-%, besteht die Neigung, dass die erzielte Formeigenschaft beeinträchtigt wird. Wenn andererseits die Menge der Komponente (A) 40 Massen-% übersteigt, besteht die Neigung, dass der erhaltene Volumenwiderstand 1  $\Omega$ cm oder höher ist.

## (Additiv)

**[0083]** Um die Härte, die Festigkeit, die Elektroleitfähigkeit, die Formbarkeit, die Beständigkeit, die Witterungsbeständigkeit und die Wasserbeständigkeit zu verbessern, kann die erfindungsgemäße Harzzusammensetzung bei Bedarf außerdem Additive enthalten, wie Glasfasern, Nadelkristalle, metallisches Oxid, organische Fasern, UV-Stabilisatoren, Antioxidationsmittel, Formgleitmittel oder Freisetzungsmittel, Gleitmittel, Wasser abweisende Mittel, Verdickungsmittel, Schrumpfungsverminderungsmittel und Hydrophilizität verleihende Mittel.

## (Herstellungsverfahren)

**[0084]** Das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen elektroleitenden Harzzusammensetzung ist nicht besonders eingeschränkt. Es ist beispielsweise bevorzugt, dass die jeweils erwähnten Komponenten so gleichförmig wie möglich gemischt werden, indem ein Mischer oder eine Knetmaschine, die im allgemeinen auf dem Gebiet von Harzen eingesetzt wird, verwendet wird, beispielsweise eine Walze, ein Extruder, Knetter, Banbury-Mischer, Henschel-Mischer und Planetenmischer.

**[0085]** Es ist außerdem möglich, ein Verfahren einzusetzen, bei dem die Komponente (A) vorher hergestellt wird und dann mit der Komponente (B) gemischt wird, oder ein Verfahren, bei dem die Komponente (A) in Anwesenheit der Komponente (B) geknetete wird. Das in der vorliegenden Erfindung einzusetzende Produktionsverfahren ist jedoch nicht auf diese spezifischen Beispiele beschränkt.

**[0086]** In der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass eine elektroleitende Harzzusammensetzung durch Mischen oder Kneten hergestellt wird, und sie dann nach Wunsch zerstoßen oder granuliert wird, um das Beschicken des Materials in eine Formmaschine oder eine Düse zu erleichtern. Wenn sie zerstoßen wird, ist es möglich, einen Homogenisator, einen Wiley crusher oder eine rotierende Hochgeschwindigkeitszerkleinerungsvorrichtung einzusetzen (beispielsweise eine Hammermühle, Nadelmühle, Käfigmühle und Mischer). Es ist bevorzugt, die Zusammensetzung unter Kühlen zu zerkleinern, um die Anhaftung oder die Agglomeration der jeweiligen Ausgangsmaterialien zu verhindern. Im Fall der Gratulation ist es möglich, ein Verfahren einzusetzen, bei dem ein Extruder oder ein Co-Kneter eingesetzt wird, um die Zusammensetzung in Pellets zu formen, oder ein Verfahren, bei dem ein Granulator vom Pfannentyp eingesetzt wird.

(Formprodukt)

**[0087]** Das Verfahren zum Herstellen des Formprodukts aus der elektroleitenden Harzzusammensetzung ist nicht besonders eingeschränkt. Spezifische Beispiele des Verfahrens können umfassen: Pressformen, Transferformen, Spritzformen, Gießformen und Injektionsdruckformen.

**[0088]** Das in der vorliegenden Erfindung einsetzbare Formverfahren ist jedoch nicht auf diese spezifischen Beispiele beschränkt. Das Formen kann vorzugsweise durchgeführt werden, während das Innere der Form oder die ganze Form unter einem Vakuum gehalten wird.

**[0089]** Um ein Formprodukt mit präziser Dicke zu erhalten, kann die erhaltene elektroleitende Harzzusammensetzung einmal zu einer Schichtform mit vorbestimmter Dicke und vorbestimmter Breite bei einer Temperatur geformt werden, bei der das Produkt weich wird, indem ein Extruder, eine Walze oder ein Kalender eingesetzt wird. Um das Formen durchzuführen, um eine höhere Dickenpräzision bereitzustellen, ist es bevorzugt, dass die Zusammensetzung durch einen Extruder geformt wird und dann mit Hilfe einer Rolle oder einem Kalender gewalzt wird. Um Hohlräume oder Luft in den Schichten zu vermeiden, ist es bevorzugt, das Extrudieren in einem Vakuum durchzuführen.

**[0090]** Die so erhaltene Schicht kann geschnitten oder gestanzt werden, um die gewünschte Größe bereitzustellen, und die erhaltene Schicht wird in eine Form gegeben, und dann mit Hilfe einer Kompressionsformmaschine geformt, wobei ein Formprodukt erhalten wird. Um ein gutes Produkt zu erhalten, das im wesentlichen keine Defekte aufweist, ist es bevorzugt, im Inneren des Hohlraumes ein Vakuum anzulegen.

(Biegemodul der Elastizität)

**[0091]** Das Formprodukt aus der erfindungsgemäßen elektroleitenden Harzzusammensetzung kann vorzugsweise eine Biegemodul der Elastizität von 10 000 MPa oder weniger aufweisen.

**[0092]** Das Biegemodul der Elastizität kann stärker bevorzugt 9000 MPa oder weniger, besonders bevorzugt 8000 MPa oder weniger sein. Wenn das Biegemodul der Elastizität 10 000 MPa übersteigt, besteht die Neigung, dass der Kontaktwiderstand des gehärteten Produkts verringert wird.

(Volumenwiderstand)

**[0093]** Das Formprodukt aus einer erfindungsgemäßen elektroleitenden Harzzusammensetzung kann vorzugsweise einen Volumenwiderstand von 0,1  $\Omega\text{cm}$  oder weniger haben. Der Volumenwiderstand kann stärker bevorzugt 0,05  $\Omega\text{cm}$  oder weniger, besonders bevorzugt 0,01  $\Omega\text{cm}$  oder weniger sein. Wenn der Volumenwiderstand 0,1  $\Omega\text{cm}$  übersteigt, besteht die Neigung, dass keine ausreichende Elektroleitfähigkeit bei der Verwendung erzielt wird, bei der eine hohe Elektroleitfähigkeit gefordert wird.

(Kontaktwiderstand)

**[0094]** Das Formprodukt aus einer erfindungsgemäßen elektroleitenden Harzzusammensetzung kann vorzugsweise einen Kontaktwiderstand von 0,1  $\Omega\text{cm}$  oder weniger, bezogen auf Kohlenstoffpapier, haben. Der Kontaktwiderstand kann stärker bevorzugt 0,05  $\Omega\text{cm}$  oder weniger und besonders bevorzugt 0,01  $\Omega\text{cm}$  oder weniger sein. Wenn der Kontaktwiderstand 0,1  $\Omega\text{cm}$  übersteigt, besteht die Neigung, dass eine ausreichende Elektroleitfähigkeit bei der Verwendung, bei der eine hohe Elektroleitfähigkeit gefordert wird, nicht erzielt wird.

## (Eindringwiderstand)

**[0095]** Das Formprodukt aus einer erfindungsgemäßen elektroleitenden Harzzusammensetzung kann vorzugsweise einen Eindringwiderstand von 0,1  $\Omega\text{cm}$  oder weniger haben. Der Eindringwiderstand kann stärker bevorzugt 0,05  $\Omega\text{cm}$  oder weniger, besonders bevorzugt 0,01  $\Omega\text{cm}$  oder weniger sein. Wenn der Eindringwiderstand 0,1  $\Omega\text{cm}$  übersteigt, besteht die Neigung, dass eine erforderliche Elektroleitfähigkeit bei der Verwendung, bei der eine hohe Elektroleitfähigkeit gefordert wird, nicht erzielt wird.

## (Wärmeleitfähigkeit)

**[0096]** Das Formprodukt aus einer erfindungsgemäßen elektroleitenden Harzzusammensetzung kann vorzugsweise eine Wärmeleitfähigkeit von 1,0  $\text{W/m}\cdot\text{K}$  oder mehr haben. Die Wärmeleitfähigkeit kann stärker bevorzugt 4,0  $\text{W/m}\cdot\text{K}$  oder mehr, besonders bevorzugt 10  $\text{W/m}\cdot\text{K}$  oder mehr sein. Wenn die Wärmeleitfähigkeit geringer als 1,0  $\text{W/m}\cdot\text{K}$  ist, verschlechtert sich die Wärmestrahlung aus dem Material, so dass die Neigung besteht, dass die Temperatur während der Verwendung des Materials hoch wird.

## (Separator)

**[0097]** Das Verfahren zum Herstellen eines Treibstoffzellenseparators gemäß der vorliegenden Erfindung ist nicht besonders eingeschränkt. Spezifische Beispiele des Verfahrens können umfassen: Kompressionsformen, Transferformen, Spritzformen, Gießformen und Spritzdruckformen.

**[0098]** Das in der vorliegenden Erfindung einsetzbare Formverfahren ist jedoch nicht auf diese spezifischen Beispiele beschränkt. Das Formen kann vorzugsweise durchgeführt werden, während das Innere der Form oder die Form als Ganzes unter Vakuum gehalten wird.

**[0099]** Beim Kompressionsformen kann zur Verstärkung des Formungszyklus eine Form mit mehreren Hohlräumen bevorzugt eingesetzt werden. Ein Verfahren unter Einsatz einer mehrstufigen Presse (Laminatpresse) ist stärker bevorzugt, weil eine höhere Anzahl der Produkte bei einem geringen Ausstoß geformt werden kann. Im Fall eines flachen Produkts kann das Kompressionsformen vorzugsweise durchgeführt werden, nachdem eine nicht gehärtete Schicht geformt worden ist, um die Präzision der Flächenebene zu erhöhen.

**[0100]** Beim Spritzformen kann das Formen, um die Formbarkeit zu erhöhen, in einem überkritischen Zustand durchgeführt werden, indem Kohlendioxidgas auf halber Strecke des Formvorrichtungszylinders eingespritzt wird und das Gas in dem Material aufgelöst wird. Um die Genauigkeit der Flächenebene des Produkts zu erhöhen, ist ein Spritzkompressionsverfahren bevorzugt.

**[0101]** Das Spritzkompressionsformverfahren, das eingesetzt werden kann, umfasst (1) ein Verfahren, bei dem das Material im Zustand der geschlossenen Form eingespritzt wird und die Verschlusskraft auf 0 gesetzt wird, (2) ein Verfahren, bei dem das Material im geöffneten Zustand der Form bis zu einer festgelegten Position eingespritzt wird und die Form dann geschlossen wird, und (3) ein Verfahren, bei dem das Material im offenen Zustand der Form eingespritzt wird und die Form geschlossen wird, während das Material eingespritzt wird.

## (Form)

**[0102]** Die in der vorliegenden Erfindung einzusetzende Form ist nicht besonders eingeschränkt. Wenn beispielsweise Das Verfestigen des Materials rasch verläuft und die Fluidität gering ist, ist es bevorzugt, eine isolierte Form einzusetzen, worin im Formhohlraum eine Isolierschicht bereitgestellt wird. Zudem ist es außerdem bevorzugt, eine Form einzusetzen, bei der ein Temperaturprofilssystem eingeführt worden ist, so dass die Formtemperatur während des Formens erhöht oder verringert werden kann. Spezifische Beispiele der Art oder der Struktur des Temperaturprofilsystems können umfassen: ein System, bei dem ein Umschalten des Induktionserhitzens und Kühlens eingesetzt wird (beispielsweise durch Luft, Wasser oder Öl); oder ein System, bei dem das Umschalten von einem Heizmedium (erhitztes Wasser, erhitztes Öl) zu einer Kühlung eingesetzt wird. Das Temperaturprofilssystem, das in der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden kann, ist jedoch nicht auf diese spezifischen Beispiele beschränkt.

**[0103]** Im Hinblick auf die Formtemperatur ist es wichtig, eine optimale Temperatur entsprechend der Art der Zusammensetzung auszuwählen und zu finden. Die Temperatur kann zweckmäßigerweise in Abhängigkeit von der Art des Materials ausgewählt werden, sie ist jedoch beispielsweise 90 bis 200°C während 10 bis 1200 Sekunden. Wenn das erhaltene Formprodukt bei einer hohen Temperatur entnommen wird, kann das Produkt

in einigen Fällen gekühlt werden. In einem solchen Fall ist das Kühlverfahren nicht besonders eingeschränkt. Spezifische Beispiele dafür umfassen ein Verfahren, bei dem das Formprodukt dadurch gekühlt wird, dass das Formprodukt zwischen Kühlplatten gelegt wird, oder ein Verfahren, bei dem das Formprodukt zusammen mit der Form, worin es enthalten ist, gekühlt wird.

**[0104]** Der erfindungsgemäße Treibstoffzellenseparator, worin mindestens ein Fließkanal für ein Gas auf einer Seite oder auf beiden Seiten gebildet worden ist, kann erhalten werden, indem die erfindungsgemäße elektroleitende Harzzusammensetzung unter Einsatz der vorstehend beschriebenen Verfahren geformt wird. Es ist möglich, dass die erfindungsgemäße elektroleitende Harzzusammensetzung einmal gehärtet wird und dann der mindestens eine Fließkanal (beispielsweise eine Furche) mit Hilfe von Maschinenkraft darin oder darauf gebildet wird. Es ist auch möglich, dass die Bildung des Fließkanals durch Kompressionsformen oder Stempelformen gebildet wird, indem eine Form mit Umkehrkonfiguration, die dem Fließkanal entspricht, eingesetzt wird.

**[0105]** Der Querschnitt des Fließkanals und die Form des Fließkanals in dem erfindungsgemäßen Separator sind nicht besonders eingeschränkt. Spezifische Beispiele des Fließkanalquerschnitts umfassen rechtwinklig, trapezförmig, dreieckig und halbkreisförmig.

**[0106]** Spezifische Beispiele der Fließkanalform können eine gerade Form oder eine mäanderförmige Form umfassen. Der Fließkanal kann vorzugsweise eine Breite von 0,1–2 mm und eine Tiefe von 0,1–1,5 mm haben.

**[0107]** Der dünnste Abschnitt des erfindungsgemäßen Separators kann vorzugsweise eine Dicke von 1 mm oder weniger, stärker bevorzugt 0,8 mm oder weniger haben. Wenn der dünnste Abschnitt des Separators 1 mm übersteigt, besteht die Neigung, dass der Separator eine größere Dicke aufweist und der Spannungsabfall in einer Zelle aufgrund des Widerstandes des Separators unerwünscht hoch ist.

**[0108]** Der erfindungsgemäße Separator für Treibstoffzellen kann im allgemeinen vier oder mehr Durchgangsöffnungen haben, die dazu dienen, dass Gas und Wasser hindurchfließen können. Das Verfahren zum Bilden der Durchgangslöcher ist nicht besonders eingeschränkt. Spezifische Beispiele davon können ein Verfahren, bei dem die Durchgangslöcher gleichzeitig mit dem Formen des Separators gebildet werden, oder ein Verfahren umfassen, bei dem die Durchgangslöcher durch Schneiden nach dem Formen des Separators gebildet werden.

#### (Eigenschaften des Separators)

**[0109]** Der erfindungsgemäße Treibstoffzellenseparator kann vorzugsweise einen Volumenwiderstand von  $0,1 \, \Omega\text{cm}$  oder weniger, stärker bevorzugt  $0,05 \, \Omega\text{cm}$  oder weniger, insbesondere  $0,01 \, \Omega\text{cm}$  oder weniger haben. Wenn der Volumenwiderstand  $0,1 \, \Omega\text{cm}$  übersteigt, besteht die Neigung, dass bei einem Einsatz, bei dem eine hohe Elektroleitfähigkeit gefordert wird, eine ausreichende Elektroleitfähigkeit nicht erzielt wird.

**[0110]** Der erfindungsgemäße Treibstoffzellenseparator kann vorzugsweise einen Kontaktwiderstand (bezogen auf Kohlenstoffpapier) von  $0,1 \, \Omega\text{cm}$  oder weniger, stärker bevorzugt  $0,05 \, \Omega\text{cm}$  oder weniger, insbesondere bevorzugt  $0,05 \, \Omega\text{cm}$  oder weniger haben. Wenn der Kontaktwiderstand  $0,1 \, \Omega\text{cm}$  übersteigt, besteht eine geringere Neigung, dass bei einer Verwendung, bei der eine hohe Elektroleitfähigkeit gefordert wird, eine ausreichende Elektroleitfähigkeit erzielt wird.

**[0111]** Der erfindungsgemäße Treibstoffzellenseparator kann vorzugsweise eine Wärmeleitfähigkeit von  $1,0 \, \text{W/m}\cdot\text{K}$  oder mehr, stärker bevorzugt  $4,0 \, \text{W/m}\cdot\text{K}$  oder mehr, noch stärker bevorzugt  $10 \, \text{W/m}\cdot\text{K}$  oder mehr haben. Wenn die Wärmeleitfähigkeit unter  $1,0 \, \text{W/m}\cdot\text{K}$  ist, wird die Wärmestrahlung von dem Material schlechter, so dass die Neigung besteht, dass die Temperatur des Materials bei der Verwendung hoch wird.

**[0112]** Der erfindungsgemäße Treibstoffzellenseparator kann vorzugsweise eine Gaspermeabilität von  $1 \times 10^{-6} \, \text{cm}^3/\text{sec}$  oder weniger, stärker bevorzugt  $1 \times 10^{-7} \, \text{cm}^3/\text{sec}$  oder weniger, besonders bevorzugt  $1 \times 10^{-8} \, \text{cm}^3/\text{sec}$  oder weniger haben. Die Permeabilität kann gemäß JIS K7126A gemessen werden, wobei die Permeabilität unter Verwendung von Heliumgas bei  $23^\circ\text{C}$  gemessen wird.

#### Beispiele

**[0113]** Im folgenden wird die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die Beispiele eingehender beschrieben, die vorliegende Erfindung ist jedoch in keiner Weise auf diese Beispiele beschränkt.

**[0114]** Die jeweiligen Eigenschaften eines Formprodukts wurden auf die folgende Weise gemessen.

(Volumenwiderstand)

**[0115]** Der Volumenwiderstand wurde durch das Viersondenverfahren gemäß JIS K7194 gemessen.

(Kontaktwiderstand)

**[0116]** Der Kontaktwiderstand wurde durch ein wie in [Fig. 1](#) gezeigtes Viersondenverfahren gemessen, wobei drei Kontaktwiderstandswerte ( $R_c$ ) in Bezug auf Kohlenstoffpapier (TGP-H-060, hergestellt von Toray Industries, Inc.) erhalten wurden, und der Kontaktwiderstand ( $R_c$ ) wurde unter Verwendung der folgenden Formel (1) berechnet.

**[0117]** Genauer gesagt wurden ein Probenstück (20 mm × 20 mm × 1 mm), Kohlenstoffpapier (20 mm × 20 mm × 0,19 mm) und eine goldplattierte Messingplatte (20 mm × 20 mm × 0,5 mm) eingesetzt.

**[0118]** Die Probe wurde mit dem Kohlenstoffpapier sandwichartig bedeckt, und dann wurde das erhaltene geschichtete Produkt mit zwei der goldplattierten Messingplatten sandwichartig bedeckt. In diesem Zustand wurde das erhaltene Produkt bei einem Druck von 2 MPa gleichförmig gepresst, und ein konstanter Strom von 1 A wurde zwischen den goldplattierten Messingplatten in Eindringungsrichtung zwischen den Messingplatten angelegt, um die erhaltene Spannung zwischen den Messingplatten zu messen. Der erste Widerstandswert ( $R_1$ ) wurde unter Verwendung dieser Stromwerte und Spannungswerte berechnet (Messung 1).

**[0119]** Der zweite Widerstandswert ( $R_2$ ) wurde auf dieselbe Weise wie die Messung des ersten Widerstandswertes ( $R_1$ ) bestimmt, außer, dass drei Lagen von Kohlenstoffpapier mit den goldplattierten Messingplatten sandwichartig bedeckt wurden (Messung 2). Außerdem wurde der dritte Widerstandswert ( $R_3$ ) auf dieselbe Weise wie die Messung des ersten Widerstandswertes ( $R_1$ ) bestimmt, außer, dass zwei Lagen des Kohlenstoffpapiers sandwichartig mit den goldplattierten Messingplatten (Messung 1) bedeckt wurden.

**[0120]** Ausgehend von den so erhaltenen drei Widerstandswerten wurde der Kontaktwiderstand ( $R_c$ ) unter Verwendung der folgenden Formel (1) berechnet.

$$R_c = (R_1 + R_2 - 2R_3) \times S/2 \quad (1)$$

$R_c$ : Kontaktwiderstand ( $\Omega\text{cm}^2$ )

$S$ : Kontaktoberfläche ( $\text{cm}^2$ )

$R_1$ : Widerstandswert ( $\Omega$ ), erhalten in Messung 1

$R_2$ : Widerstandswert ( $\Omega$ ), erhalten in Messung 2 und

$R_3$ : Widerstandswert ( $\Omega$ ), erhalten in Messung 3.

(Eindringwiderstand)

**[0121]** Der Eindringwiderstand wurde durch das in [Fig. 2](#) gezeigte Viersondenverfahren gemessen.

**[0122]** Genauer gesagt wurden vier Probenteile (50 mm × 50 mm × 2 mm) übereinander gelagert und mit zwei goldplattierten Messingplatten sandwichartig bedeckt. In diesem Zustand wurde das erhaltene Produkt bei einem Druck von 2 MPa gleichförmig gepresst, und ein konstanter Strom von 1 A wurde zwischen die goldplattierten Messingplatten in Eindringrichtung zwischen den Messingplatten angelegt, wodurch die erhaltene Spannung zwischen den Messingplatten gemessen wurde. Der erste Widerstandswert ( $R_1$ ) wurde unter Verwendung dieser Stromwerte und Spannungswerte berechnet (Messung 1).

**[0123]** Der zweite Widerstandswert ( $R_2$ ) wurde auf dieselbe Weise wie der Messing des ersten Widerstandswertes ( $R_1$ ) bestimmt, außer dass zwei Teststücke übereinander gelagert wurden und mit zwei goldplattierten Messingplatten sandwichartig bedeckt wurden (Messung 2).

**[0124]** Ausgehend von den so erhaltenen zwei Widerstandswerten wurde der Eindringwiderstand ( $R_t$ ) unter Verwendung der folgenden Formel (2) berechnet. D. h., es wurde eine Differenz der Werte  $R_1$  and  $R_2$  erhalten, und die erhaltene Differenz wurde mit der Kontaktoberfläche ( $S$ ) multipliziert und dann durch die Dicke ( $t$ ) der zwei Teststücke geteilt, wodurch der Eindringwiderstand ( $R_t$ ) berechnet werden konnte.



$$R_t = (R_1 - R_2) \times S/t$$

(2)

$R_c$ : Eindringwiderstand ( $\Omega\text{cm}$ )  
 $S$ : Kontaktoberfläche ( $\text{cm}^2$ )  
 $R_1$ : Widerstandswert ( $\Omega$ ), erhalten in Messung 1  
 $R_2$ : Widerstandswert ( $\Omega$ ), erhalten in Messung 2 und  
 $t$ : Dicke der zwei Teststücke.

(Biegefestigkeit, Biegeelastizitätsmodul und Biegebelastung)

**[0125]** Die Biegefestigkeit, das Biegeelastizitätsmodul und die Biegebelastung wurden unter Verwendung eines Autograph (AG-10 kNI), hergestellt von Shimadzu Corporation, gemessen. Gemäß JIS K6911 wurde ein Teststück (80 mm × 10 mm × 4 mm) einer Messung in einem Dreipunkt-Biegefestigkeitsverfahren unter den Bedingungen einer Spannweite von 64 mm und einer Biegerate von 1 mm/min. unterworfen.

(Wärmeleitfähigkeit)

**[0126]** Die Wärmeleitfähigkeit wurde durch ein Laserblitzverfahren ( $t_{1/2}$ -Verfahren) gemessen, indem ein Apparat zur Messung der thermischen Konstante mit einem Laserblitz eingesetzt wurde (LF/TCM FA8510B, hergestellt von Rigaku Denki Co.). Genauer gesagt wurde eine Probe (10 mm Durchmesser, 1,7 mm Dicke) einer Messung unter Bedingungen einer Temperatur von 80 C und bei einer Bestrahlung mit Rubinlaserlicht im Vakuum unterworfen (Anregungsspannung: 2,5 kV).

**[0127]** Die in den Beispielen eingesetzten Materialien waren folgende:

Komponente (A): Die jeweiligen Bindemittel, die in der folgenden Tabelle 1 gezeigt sind.

**[0128]** Als Polypropylen wurde SunAllomer PX900N, hergestellt von SunAllomer Ltd., eingesetzt. Als Styrol-Ethylen-Butylen-Styrol-Blockcopolymer (SEES) wurde Kraton G1652, hergestellt von Kraton Polymer Japan Co., Ltd. eingesetzt. Als hydrierter Styrol-Butadien-Kautschuk (H-SBR) und als Ethylen-Propylen-Dien-Copolymer (EPDM) wurden Dynaron 1320P und EP 57 P, beide hergestellt von JSR Co., Ltd., eingesetzt. Als Polyvinylidenfluorid (PVDF) wurde Neoflon VW-410, hergestellt von Daikin Industries, Ltd., eingesetzt. Als weiches Acrylsäureharz wurde Parapet SA-FW001, hergestellt von Kuraray Co., Ltd., eingesetzt.

Tabelle 1

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Polypropylen	60	60		60	100	
SEBS	40					
H-SBR		40				
EPDM				40		
PVDF			80			100
Weichacrylharz			20			
mittlere Teilchengröße der dispergierten Phase	0,7	0,1	0,3	2,2	-	-

Komponente (B): Elektroleitfähiges Material

&lt;B-1&gt;: Feines Graphitpulver, das Bor enthält

**[0129]** MC Coke, hergestellt von MC Carbon K. K., welcher ein nadelförmiger Koks ist, wurde in eine Größe von 2 bis 3 mm oder weniger mit Hilfe eines Pulverisiergeräts [hergestellt von Hosokawa Micron K. K.] grob pulverisiert. Das grob pulverisierte Produkt wurde mit einer Wasserstrahlmühle (IDS2UR, hergestellt von Nippon Pneumatic K. K.) fein pulverisiert. Danach wurde das so erhaltene Pulver klassifiziert, um dessen Teilchengröße auf einen gewünschten Wert einzustellen. Die Teilchen von 5 µm oder weniger wurden durch Luftklassifizierung Unter Einsatz eines Turboklassifizierers (TC15N, hergestellt von Nisshin Engineering K. K.) entfernt.

**[0130]** Zu einem Teil (14,4 kg) des fein pulverisierten Produkts wurden 0,6 kg Borcarbid ( $B_4C$ ) gegeben und dann mit einem Henschel-Mischer bei 800 Upm während 5 Minuten gemischt. Das erhaltene Gemisch in einen Graphitschmelzofen mit einer Abdeckung und einem Innendurchmesser von 40 cm und einer Kapazität von 40

gegeben. Der Schmelzofen wurde versiegelt und in einen Graphitierungs-Ofen unter Verwendung eines Graphiterhitzers gegeben, und das Pulver wurde bei einer Temperatur von 2900°C in einer Argongasatmosphäre graphitiert. Das erhaltene Produkt wurde abgekühlt, das erhaltene Pulver wurde aus dem Ofen entnommen, wobei 14 kg Graphitpulver erhalten wurden. Das so erhaltene Graphitpulver hatte eine mittlere Teilchengröße von 20,5 µm und einen Borgehalt von 1,9 Massen-%.

<B-2>: Dampfphasengezüchtete Kohlenstofffaser

**[0131]** Ein Gemisch von dampfphasengezüchteten Kohlenstofffasern (im folgenden als "VGCF" (registrierter Handelsname) bezeichnet), hergestellt von Showa Denko K. K., und Komponente (B-1), d. h. feines Graphitpulver.

**[0132]** 95 Massen-% der Komponente (B-1) und 5 Massen-% VGCF wurden unter Verwendung eines Henschel-Mischers gemischt. Das erhaltene Kohlenstoffmaterialgemisch hatte eine mittlere Teilchengröße von 12,4 µm und einen B-Gehalt von 1,3 Massen-%.

**[0133]** Als dampfphasengezüchtete Kohlenstofffaser wurde VGCF-G (0,1–0,3 µm Faserdurchmesser, 10–50 µm Faserlänge), hergestellt von Showa Denko K. K., eingesetzt.

<B-3>: Ein Gemisch von Kohlenstoffnanoröhrchen (im folgenden als "CNT" bezeichnet) und Komponente (B-1), d. h. feines Graphitpulver

**[0134]** 95 Massen-% der Komponente (B-1) und 5 Massen-% CNT wurden unter Einsatz eines Henschel-Mischers gemischt. Das erhaltene Kohlenstoffmaterialgemisch hatte eine mittlere Teilchengröße von 9,2 µm und einen B-Gehalt von 1,2 Massen-%.

**[0135]** Das Kohlenstoffnanoröhrchen wurde auf die folgende Weise erhalten.

**[0136]** Ein Loch mit einem Durchmesser von 3 mm und einer Tiefe von 30 mm wurde in einem Graphitstab mit einem Durchmesser von 6 mm und einer Länge von 50 mm von seiner Spitze aus entlang der Zentralachse gebohrt, und das Loch wurde mit einem Pulvergemisch von Rhodium (Rh):Platin (Pt):Graphit (C) = 1:1:1 (Massenverhältnis) gepackt, wobei eine Anode erhalten wurde. Andererseits wurde eine Kathode mit einem Durchmesser von 13 mm und einer Länge von 30 mm, die Graphit in einer Reinheit von 99,98 Massen-% enthielt, gebildet.

**[0137]** Diese Elektroden wurden in einen Reaktionsbehälter gegeben, so dass sie einander gegenüber angeordnet waren, und die Elektroden wurden an eine Gleichstromversorgung angeschlossen. Das Innere des Reaktionsbehälters wurde mit Heliumgas mit einer Reinheit von 99,9 Volum-% gespült, und es wurde eine Gleichstrombogenentladung durchgeführt. Danach wurde der Ruß, der sich an der Innenwand des Reaktionsbehälters festgesetzt hatte (Kammerruß), und der Ruß, der sich an der Kathode angehäuft hatte (Kathodenruß), gesammelt. Der Druck in dem Reaktionsbehälter und der elektrische Strom waren 600 Torr bzw. 70 A. Während der Reaktion wurden die Anode und die Kathode so angeordnet, dass der Spalt zwischen der Anode und der Kathode immer 1–2 mm war.

**[0138]** Der so gesammelte Ruß wurde in ein Mischlösungsmittel, enthaltend Wasser und Ethanol (Massenmischungsverhältnis = 1:1), gegeben und darin unter Ultraschallbehandlung dispergiert, und die erhaltene Dispersion wurde gewonnen, und das Lösungsmittel wurde unter Einsatz eines Rotationsverdampfers entfernt. Die so erhaltene Probe wurde in einer 0,1% wässrigen Lösung von Benzalkoniumchlorid als kationisches oberflächenaktives Mittel unter Verwendung von Ultraschallwellen dispergiert, und dann wurde eine Zentrifugationsabtrennung bei 5000 Upm während 30 Minuten durchgeführt, und die erhaltene Dispersion wurde gewonnen.

**[0139]** Außerdem wurde die Dispersion durch Hitzebehandlung der Dispersion in Luft bei 350°C während 5 Stunden gereinigt, wodurch Kohlenstoffnanoröhrchen mit einem Faserdurchmesser von 1–10 nm und einer Faserlänge von 0,05–5 µm erhalten wurden.

**[0140]** Die Arten und die Mengenverhältnisse der Komponente (A) und der Komponente (B), die in den folgenden Beispielen/Vergleichsbeispiel eingesetzt wurden, sind in der folgenden Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2

	Beisp. 1	Beisp. 2	Beisp. 3	Beisp. 4	Beisp. 5	Vgl. Beisp. 1	Vgl. Beisp. 2	Vgl. Beisp. 3	Vgl. Beisp. 4
Harzzusammensetzung	A1	20	20	20	15				
	A2		20						
	A4					20		15	
	A5						20		15
elektroleitfähige Substanz	B1	80			85	80	80	85	85
	B2		80						
	B3			80					

Beispiele 1–5 und Vergleichsbeispiele 1–4

**[0141]** Die jeweiligen Ausgangsmaterialien, die in den Tabellen 1 und 2 gezeigt sind, wurden unter Verwendung einer Labo-Plastomill (hergestellt von Toyo Seiki Seisakusho K. K., Model 50C150) während 7 Minuten bei einer Temperatur von 200°C und 45 Upm geknetet. Jedes der erhaltenen gekneteten Produkte wurde in eine Form zur Herstellung einer Platte von 100 mm × 100 mm gegeben (mit unterschiedlichen Dicken in Abhängigkeit des für die verschiedenen Eigenschaften zu testenden Gegenstandes) und bei 230°C als Vorerhitzungsbehandlung während 3 Minuten und dann während 3 Minuten unter Ausüben eines Drucks von 30 MPa unter Verwendung einer 50t-Kompressionsformmaschine erhitzt. Dann wurde das erhaltene Produkt unter Verwendung einer Kühlpresse bei einer Temperatur von 25°C und einem Druck von 15 MPa während zwei Minuten gekühlt, wobei ein gehärtetes Produkt erhalten wurde.

**[0142]** Die in den jeweiligen Beispielen und Vergleichsbeispielen erhaltenen Ergebnisse sind in der folgenden

Tabelle 3 zusammengefasst.

**Tabelle 3**

	Beisp. 1	Beisp. 2	Beisp. 3	Beisp. 4	Beisp. 5	Vgl. Beisp. 1	Vgl. Beisp. 2	Vgl. Beisp. 3	Vgl. Beisp. 4
Volumenwiderstand	23,1	20,1	19,8	13,6	5,8	45,3	25	21,2	6,7
Kontaktwiderstand	7,4	5,4	4,6	3,1	2,9	15,6	28,6	8,2	3,6
Eindringwiderstand	73,4	42,2	35,2	18,2	12,2	2690	1310	94,4	39,5
Biegefestigkeit	32,1	18,6	36,9	42,3	25,5	13,8	49,5	14,2	46,7
Biegeelastizitätsmodul	4,2	3,4	5,2	6,3	1,79	2,1	10	1,23	10,2
Biegebeanspruchung	3,6	9,8	4,1	4,5	2,0	5,6	0,79	4	0,67

Beispiel 6, Vergleichsbeispiel 5

[0143]

Tabelle 4

		Beisp. 6	Vgl. Beisp. 5
Harzzusammensetzung	A3	30	
	A6		30
elektroleitfähige Substanz	B1	70	70

**[0144]** Die in den Tabellen 1 und 4 gezeigten jeweiligen Ausgangsmaterialien wurden unter Verwendung einer Labo-Plastomill (hergestellt von Toyo Seiki Seisakusho K. K., Model 50C150) während 7 Minuten bei einer Temperatur von 200°C und 30 Upm geknetet.

**[0145]** Jedes der erhaltenen gekneteten Produkte wurde in eine Form zum Herstellen einer Platte von 100 mm × 100 mm (mit unterschiedlichen Dicken in Abhängigkeit von den für die verschiedenen Eigenschaften zu testenden Gegenständen) und als Vorerhitzungsbehandlung 3 Minuten bei 220°C und dann 3 Minuten unter einem Druck von 18 MPa unter Verwendung einer 50t-Kompressionsformmaschine erhitzt. Dann wurde das erhaltene Produkt unter Verwendung einer Kühlpresse bei einer Temperatur von 25°C und einem Druck von 18 MPa während zwei Minuten gekühlt, wobei ein gehärtetes Produkt erhalten wurde.

**[0146]** Die in den jeweiligen Beispielen und Vergleichsbeispielen erhaltenen Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 5 gezeigt.

Tabelle 5

		Beisp. 6	Vgl. Beisp. 6
Volumenwiderstand	mΩcm	9,7	14
Kontaktwiderstand	mΩcm <sup>2</sup>	2,8	5,2
Eindringwiderstand	mΩcm	10	34
Biegefestigkeit	MPa	25,6	52,2
Biegeelastizitätsmodul	GPa	5,4	11,2
Biegebelastung	%	1,21	0,82

Beispiel 7

**[0147]** Die in Beispiel 5 erhaltene Zusammensetzung wurde in eine Form zur Herstellung einer Platte mit einer Größe von 280 × 200 × 1,5 mm und mit Furchen mit einer Tiefe von 0,5 mm und einem Abstand von 1 mm auf beiden Seiten gegeben, und 3 Minuten bei 230°C unter einem Druck von 50 MPa unter Verwendung einer 380t-Kompressionsformmaschine erhitzt. Dann wurde die Form auf 100 C gekühlt, um eine flache Platte in der Form eines Treibstoffzellenseparators mit Furchen auf beiden Seiten und einem Volumenwiderstand von 6,8 mΩcm, einem Kontaktwiderstand von 3,2 mΩcm, einer Wärmeleitfähigkeit von 18 W/m K und einer Gaspermeabilität von  $3,6 \times 10^{-9}$  cm<sup>2</sup>/sek. zu erhalten.

**[0148]** Tabelle 3 zeigt, dass die Formprodukte aus der erfindungsgemäßen elektroleitfähigen Harzzusammensetzung, die ein Bindemittel enthält, hinsichtlich der Elektroleitfähigkeit überlegen war. Insbesondere hatten diese Formprodukte einen geringen Kontaktwiderstand und Eindringwiderstand, so dass sie eine wirksame Elektroleitfähigkeit zeigten.

**[0149]** Tabelle 5 zeigt außerdem, dass eine hohe Elektroleitfähigkeit durch Verwendung eines erfindungsgemäßen Bindemittels erzielt wurde, selbst unter Zugabe der gleichen Menge des elektroleitfähigen Materials. Zudem zeigt Beispiel 7, dass das erfindungsgemäße Formprodukt hervorragende Eigenschaften als Treibstoffzellenseparator zeigte.

#### Industrielle Anwendbarkeit

**[0150]** Wie vorstehend beschrieben wurde, kann die erfindungsgemäße elektroleitfähige Harzzusammensetzung

zung leicht geformt werden, und sie ist deshalb als Verbundmaterial auf einem Gebiet (beispielsweise als Treibstoffzellenseparator), bei dem eine genaue Dicke gefordert wird, optimal. Außerdem kann das gehärtete Produkt die Elektroleitfähigkeit oder die Wärmeleitfähigkeit des kohlenstoffhaltigen Materials, beispielsweise Graphit, im wesentlichen ohne Einschränkung reproduzieren, und es kann hochleistungsfähig sein.

**[0151]** Dementsprechend sind die Zusammensetzung, das gehärtete Produkt und das Produkt oder der Gegenstand der vorliegenden Erfindung nützlich für verschiedene Teile auf verschiedenen Gebieten, wie in der Elektronik, Elektrik, bei mechanischen Ausrüstungen oder Transportausrüstungen. Insbesondere kann die vorliegende Erfindung verschiedene Materialien oder Teile bereitstellen, die auf dem Gebiet von Kondensatoren oder verschiedenen Stromkollektoren für Zellen oder Batterien, Schutzmaterialien gegen elektromagnetische Wellen, Elektroden, Wärmestrahlungsplatten, Wärmestrahlungsteilen, elektronischen Teilen, halbleiterbezogenen Teilen, Halterungen, PTC-Elementen, Bürsten und Treibstoffzellenseparatoren nützlich sind.

### Patentansprüche

1. Elektrisch leitende Harzzusammensetzung, mindestens enthaltend:  
ein Mehrkomponenten-Harzbindemittel vom Polymertyp (A), das eine dispergierte Phase und eine kontinuierliche Phase enthält und ein Zahlenmittel der Teilchengröße der dispergierten Phase von 0,001 bis 2 µm aufweist, und  
ein elektrisch leitendes Material (B) in der Form eines Pulvers und/oder Faser,  
wobei das Zahlenmittel der Teilchengröße der dispergierten Phase in der Komponente (A) kleiner ist als das Zahlenmittel der Teilchengröße oder das Zahlenmittel des Faserdurchmessers der Komponente (B).
2. Elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach Anspruch 1, worin die Komponente (A) 40 bis 2 Massen-% und die Komponente (B) 60 bis 98 Massen-%, bezogen auf die Gesamtmenge von (Komponente (A) + Komponente (B)) von 100 Massen-%, ausmachen.
3. Elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, worin mindestens eine in der Komponente (A) enthaltende Komponente eine Elastomerkomponente ist.
4. Elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, worin die Komponente (A) 1 bis 99 Massen-% eines thermoplastischen Harzes und 99 bis 1 Massen-% eines Elastomers enthält.
5. Elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, worin die Komponente (A) eine Zusammensetzung aus einem Polyolefin und eine oder mehrere der folgenden Komponenten umfasst: hydrierter Styrolbutadienkautschuk, Styrol-Ethylen-Butylen-Styrol-Blockcopolymer, Styrol-Ethylen-Propylen-Styrol-Blockcopolymer, kristallines Olefin-Ethylen-Butylen-kristallines Olefin-Blockcopolymer, Styrol-Ethylen-Butylen-kristallines Olefin-Blockcopolymer, Styrol-Isostyrol-Blockcopolymer, Styrol-Butadien-Styrol-Blockcopolymer.
6. Elektrisch leitende Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, worin die Komponente (A) mindestens ein Polyvinylidenfluorid und ein weiches Acrylsäureharz umfasst.
7. Elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, worin die Komponente (B) mindestens eine der folgenden umfasst: metallische Materialien, kohlenstoffhaltige Materialien, elektrisch leitende Polymere und Füllstoffe, die mit einem metallischen Material beschichtet sind, oder metallische Oxide.
8. Elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, worin die Komponente (B) ein kohlenstoffhaltiges Material, einschließlich Bor, in einer Menge von 0,05 bis 5 Massen-% ist.
9. Elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, worin die Komponente (B) 0,1 bis 50 Massen-% dampfphasengezüchtete Kohlenstofffasern und/oder Kohlenstoffnanoröhrchen, bezogen auf die Masse der gesamten Komponente (B), einschließlich der dampfphasengezüchteten Kohlenstofffasern und/oder der Kohlenstoffnanoröhrchen als solche, umfasst.
10. Elektrisch leitende Harzzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, worin die dampfphasengezüchteten Kohlenstofffasern oder Kohlenstoffnanoröhrchen Bor in einer Menge von 0,05 bis 5 Massen-% enthalten.
11. Elektrisch leitendes Formprodukt aus einer elektrisch leitenden Harzzusammensetzung nach einem

der Ansprüche 1 bis 10.

12. Elektrisch leitendes Formprodukt nach Anspruch 11, das einen Volumenwiderstand von  $0,1 \Omega\text{cm}$  oder weniger gemäß dem 4-Sondenverfahren nach JIS K7194, einen Kontaktwiderstand von  $0,1 \Omega\text{cm}^2$  oder weniger nach dem 4-Sondenverfahren für den Kontaktwiderstand (wie in der Beschreibung definiert) und einen Penetrationswiderstand von  $0,1 \Omega\text{cm}$  oder weniger nach dem 4-Sondenverfahren für den Penetrationswiderstand (wie in der Beschreibung definiert) aufweist.

13. Elektrisch leitendes Formprodukt nach Anspruch 11 oder 12, das eine Wärmeleitfähigkeit von  $1,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  oder mehr gemäß dem Laser-Flash-Verfahren (tl/2-Verfahren), das in der Beschreibung definiert ist, aufweist.

14. Treibstoffzellenseparator, der ein Formprodukt nach einem der Ansprüche 11 bis 13 umfasst.

15. Treibstoffzellenseparator nach Anspruch 14, der vier oder mehr Durchgangslöcher aufweist, eine Einbuchtung mit einer Dicke des dünnsten Bereichs davon von  $0,1$  bis  $2 \text{ mm}$  und einer Tiefe von  $0,1$  bis  $1,5 \text{ mm}$  aufweist und einen Volumenwiderstand von  $0,1 \Omega\text{cm}$  oder weniger, einen Kontaktwiderstand von  $0,1 \Omega\text{cm}^2$  oder weniger, eine Wärmeleitfähigkeit von  $1,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  oder höher und eine Gaspermeabilität von  $1 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Sek}$  oder weniger aufweist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



Fig.1

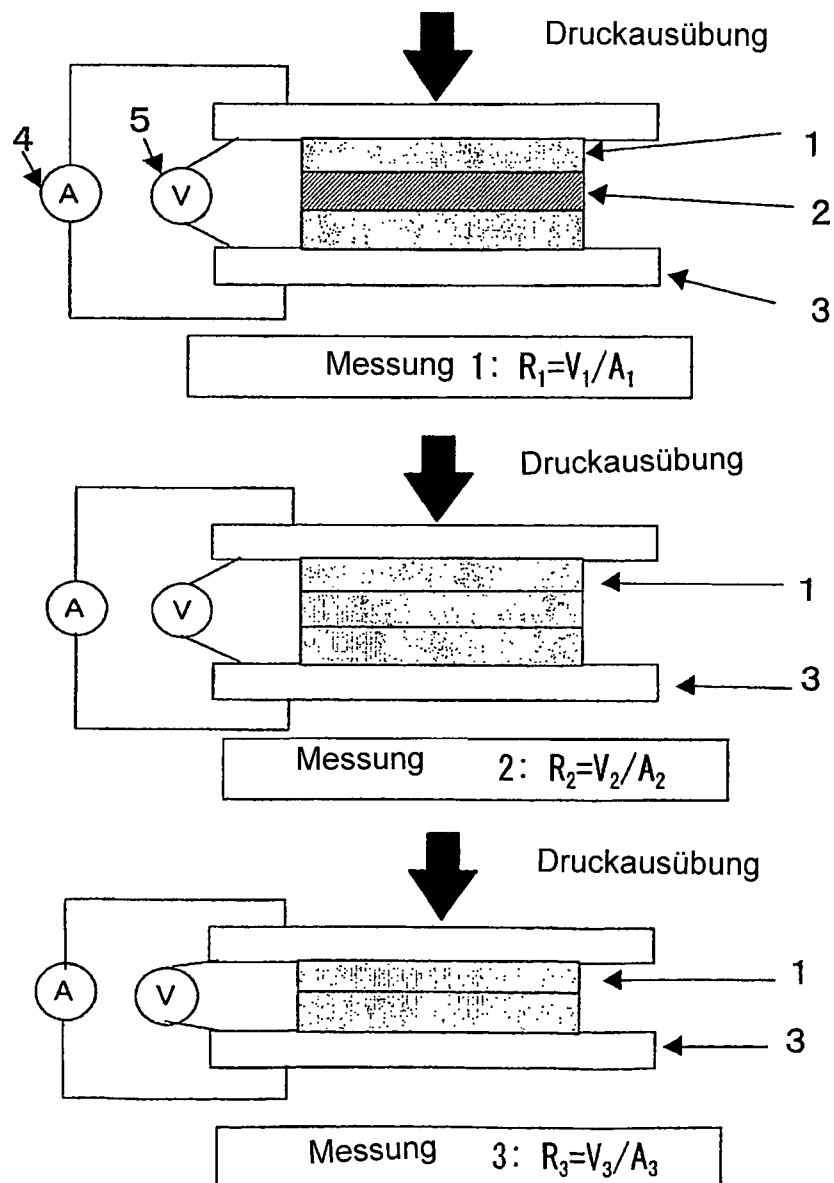


Fig.2

