



(10) **DE 11 2011 102 281 B4** 2015.09.03

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2011 102 281.6**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2011/064859**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2012/005146**  
(86) PCT-Anmeldetag: **22.06.2011**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **12.01.2012**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **20.06.2013**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **03.09.2015**

(51) Int Cl.: **H01M 4/88** (2006.01)  
**H01M 8/10** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

**2010-152668**      **05.07.2010**      **JP**  
**2010-264861**      **29.11.2010**      **JP**

(73) Patentinhaber:

**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

(74) Vertreter:

**KUHNEN & WACKER Patent- und  
Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising, DE**

(72) Erfinder:

**Gomi, Yuichi, Nishio-shi, Aichi-ken, JP; Fujitani, Hiroshi, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Kikuchi, Katsuhide, Nishio-shi, Aichi-ken, JP; Kawasumi, Akito, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Nakanishi, Junji, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Tsubosaka, Kenji, Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**US      4 894 355      A**

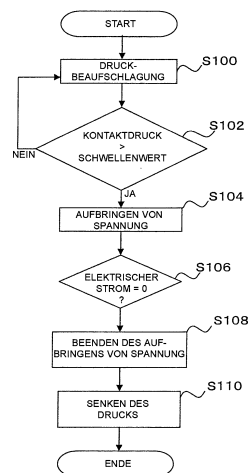
(54) Bezeichnung: **Herstellungsverfahren und Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle und Brennstoffzelle**

(57) Hauptanspruch: Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) einer Brennstoffzelle, aufweisend die Schritte:

Aufbringen eines Druckes auf eine Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54), welche durch Stapeln einer Schicht aus Kohlefaser (24) und einer wasserabweisenden Schicht (22) ausgebildet ist, in einer Dickenrichtung der Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54); und

Entfernen einer Kohlefaser (24), welche von der wasserabweisenden Schicht (22) übersteht, wenn die Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) mit einem vorbestimmten Druck gepresst wird, wobei

der Schritt des Entferns einer überstehenden Kohlefaser (24) ein Schritt des Verbrennens und Entferns der überstehenden Kohlefaser (24) durch den Durchgang von Elektrizität durch die überstehende Kohlefaser (24) ist.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren und eine Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle und eine Brennstoffzelle.

## Stand der Technik

**[0002]** In einer Polymerelektrolytbrennstoffzelle ist beispielsweise eine Zelle als eine kleinste Einheit gebildet, durch dazwischen Aufnehmen einer Membranelektrodenanordnung (MEA), welche, wie in **Fig. 8** gezeigt ist, aus einer Brennstoffelektrode **70** und einer Lufterlektrode **74** gebildet ist, die eine Elektrolytmembran **72**, welche von einer Polymer-Elektrolytmembran gebildet ist, dazwischen aufnehmen, mit zwei Separatoren **80**, und eine Mehrzahl von Zellen sind normalerweise gestapelt, um einen Brennstoffzellen-Stapel (einen FC-Stapel) zu bilden, welcher eine hohe Spannung vorsehen kann.

**[0003]** Bei dem Mechanismus zum Erzeugen von Elektrizität durch eine Polymerelektrolytbrennstoffzelle wird im Allgemeinen Brennstoffgas, wie ein Wasserstoff enthaltendes Gas, zu der Brennstoffelektrode (d. h., Anodenseiten-Elektrode) geführt und Oxidationsgas, wie ein Gas, welches hauptsächlich Sauerstoff ( $O_2$ ) oder Luft enthält, wird zu der Lufterlektrode (d. h., einer Kathodenseiten-Elektrode) geführt. Das Wasserstoff enthaltende Gas wird durch einen Brennstoffgas-Strömungskanal zu der Brennstoffelektrode **70** geführt und wird durch ein Wirken eines Katalysators der Elektrode in Elektronen und Wasserstoffionen ( $H^+$ ) zerlegt. Die Elektronen bewegen sich durch einen externen Stromkreis von der Brennstoffelektrode **70** zu der Lufterlektrode **74** und erzeugen elektrischen Strom. Währenddessen passieren die Wasserstoffionen ( $H^+$ ) die Elektrolytmembran **72**, um die Lufterlektrode **74** zu erreichen, wo sich die Wasserstoffionen mit Sauerstoff und den Elektronen, welche den externen Stromkreis passieren, verbinden, um dadurch Reaktionswasser ( $H_2O$ ) zu erzeugen. Die Wärme, welche gleichzeitig mit der Verbindungs-Reaktion von Wasserstoff ( $H_2$ ) an Sauerstoff ( $O_2$ ) und die Elektronen erzeugt wird, wird von Kühlwasser aufgenommen. Ferner wird Wasser, welches an der Kathodenseite, wo die Lufterlektrode **74** vorliegt, erzeugt wird (welches nachfolgend als „erzeugtes Wasser“ bezeichnet wird) von der Kathodenseite abgeleitet.

**[0004]** Die Brennstoffelektrode und die Lufterlektrode einer vorstehend beschriebenen Brennstoffzelle sind durch Katalysator-Schichten ausgebildet, welche einen Stapel von Gasdiffusionsschichten zum Diffundieren von Wasserstoff enthaltendem Gas bzw. Oxidationsgas enthalten. Hierbei besteht eine Wahr-

scheinlichkeit des Auftretens einer Verstopfungs-Erscheinung (was ebenso als eine „Überlauf-Erscheinung“ bezeichnet wird), falls die Ableitung des erzeugten Wassers, welches durch die vorstehend beschriebene Reaktion erzeugt wird, auf der Kathodenseite unterbrochen wird. Um dieses Problem zu berücksichtigen, ist die Gasdiffusionsschicht im Allgemeinen aus einer Schicht aus Kohlefasern und einer wasserabweisenden Schicht ausgebildet und verhindert die Überlauf-Erscheinung durch Vereinfachen der Ableitung des erzeugten Wassers.

**[0005]** Jedoch kann, falls zumindest ein Abschnitt der Kohlefasern in der Gasdiffusionsschicht übersteht, dieser überstehende Abschnitt der Kohlefasern die Membranelektrodenanordnung beschädigen, wenn die Gasdiffusionsschichten gestapelt sind, um die Membranelektrodenanordnung zu bilden.

**[0006]** Patentliteratur 1 schlägt ein Gasdiffusionsschicht-Material für eine Brennstoffzelle vor, welches eine glatte Oberfläche aufweist und welches dünn ist, und welches durch Passieren eines Gewebes oder eines Vliesstoffs, einschließlich nicht entflammbarer Fäden für die Kohlefaser als Hauptkomponenten, durch eine Wärme-Kompressions-Walze, um die Oberfläche zu glätten und die Dicke davon zu reduzieren, und anschließendes Unterziehen des daraus entstandenen Gewebes oder Vliesstoffs einer endgültigen Wärmeverarbeitung bei Temperaturen von 800 bis 3000°C erhalten wird. Ferner schlägt Patentliteratur 2 das Vorwärmen der Oberfläche einer Gasdiffusionsschicht für eine Brennstoffzelle vor, welche aus einem Gewebe aus Kett- und Schußfäden aus Kohlefaser ausgebildet ist, um dadurch die unebene Oberfläche der Kohlefaser vor dem Anordnen der Gasdiffusionsschicht auf einer Polymerelektrolytmembran zu glätten.

**[0007]** Währenddessen schlägt Patentliteratur 3 ein Verfahren zum Platzieren einer Gasdiffusionsschicht-Basis einschließlich Fasern auf einer Walze, um die Gasdiffusionsschicht-Basis zu krümmen und zu bewirken, dass sich Faser-Vorsprünge, welche von der Gasdiffusionsschicht-Basis überstehen, aufrichten, und Entfernen der Faser-Vorsprünge vor. Patentliteratur 4 schlägt ein Verfahren zum Herstellen einer wasserabweisenden Gasdiffusionsschicht mit einer Zweischicht-Struktur durch Verwenden von zwei Typen von wasserabweisenden Pasten mit einem leitfähigen Material und einem wasserabweisenden Mittel vor.

**[0008]** Aus der Patentliteratur 5 ist schließlich ein Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht entnehmbar, bei welchem eine Kohlefaserschicht mit PTFE infiltriert wird. Durch Aufbringen von Druck werden die Kohlefasern gebrochen, wobei das PTFE durch Erwärmen zu den gebrochenen Kohlefasern infiltriert wird.

Patentliteratur 1: JP 2004-111341 A  
 Patentliteratur 2: Schrift der WO 2003/081 700 A1  
 Patentliteratur 3: JP 2008-198526 A  
 Patentliteratur 4: JP 2009-181891 A  
 Patentliteratur 5: US 4,894,355 A

## Kurzfassung der Erfindung

### Technische Probleme

**[0009]** Jedoch benötigt die Technologie zum Glätten der Gasdiffusionsschicht durch eine Vorwärm-Bearbeitung eine erhöhte Anzahl von Vorgängen, was den Betrieb verkompliziert. Ferner besteht, selbst wenn die Gasdiffusionsschicht gekrümmt ist, um die Faser-Vorsprünge zu entfernen oder die Gasdiffusionsschicht ausgebildet ist, welche eine Zweischicht-Struktur mit einem leitfähigen Material und einem wasserabweisenden Mittel besitzt, wenn eine Zelle einer Brennstoffzelle, welche durch dazwischen Aufnehmen gegenüberliegender Oberflächen einer Membranelektrodenanordnung mit Gasdiffusionsschichten und ferner dazwischen Aufnehmen der Membranelektrodenanordnung mit einem Paar von Separatoren ausgebildet ist, in einem Stapel geschichtet ist, eine Wahrscheinlichkeit, dass ein Abschnitt der Fasern, welcher innerhalb der Gasdiffusionsschicht verborgen ist, überstehen wird, da die Dicke der Gasdiffusionsschicht von der ursprünglichen Dicke reduziert ist.

**[0010]** Die vorliegende Erfindung wurde hinsichtlich der vorstehenden Probleme konzipiert und sieht ein Herstellungsverfahren und eine Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht für eine Brennstoffzelle und eine Brennstoffzelle vor, bei welcher eine Beschädigung einer Membranelektrodenanordnung oder einer Elektrolytmembran, die durch Überstehen von in einer Gasdiffusionsschicht enthaltenen Kohlefasern hervorgerufen wird, verhindert wird.

### Lösung der Probleme

**[0011]** Um die vorstehende Aufgabe zu lösen, besitzt ein Herstellungsverfahren und eine Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht für eine Brennstoffzelle und eine Brennstoffzelle gemäß der vorliegenden Erfindung die nachfolgenden Eigenschaften.

(1) Ein Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle enthält einen Schritt des Aufbringens eines Druckes auf eine Gasdiffusionsschicht, welche durch Stapeln einer Schicht aus Kohlefaser und einer wasserabweisenden Schicht ausgebildet ist, in einer Dickenrichtung der Gasdiffusionsschicht, und einen Schritt des Entferns einer Kohlefaser, welche von der wasserabweisenden Schicht übersteht, wenn die Gasdiffusionsschicht mit dem vorbe-

stimmten Druck gepresst bzw. unter Druck gesetzt wird, wobei der Schritt des Entferns einer überstehenden Kohlefaser ein Schritt des Verbrennens und Entferns der überstehenden Kohlefaser durch den Durchgang von Elektrizität durch die überstehende Kohlefaser ist.

Durch das Aufbringen eines Druckes als den vorbestimmten Druck, welcher einem Druck entspricht, der zum Zeitpunkt des Stapelns von Zellen einer Brennstoffzelle, beispielsweise in der Dickenrichtung der Gasdiffusionsschicht, und des Entferns der Kohlefaser, welche von der wasserabweisenden Schicht in diesem gepressten Zustand übersteht, verwendet wird, kann eine Beschädigung einer Membranelektrodenanordnung oder einer Elektrolytmembran, welche durch das Überstehen der Kohlefaser der Gasdiffusionsschicht hervorgerufen wird, wenn die Zellen der Brennstoffzelle, in welcher die Gasdiffusionsschicht verwendet wird, gestapelt werden, verhindert werden.

Elektrizität kann durch die überstehende Kohlefaser geleitet werden, um dadurch die Kohlefaser durch Joulesche Wärme zu verbrennen und zu entfernen.

(2) Bei dem Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle, wie vorstehend in (1) beschrieben, ist der Schritt des Entferns einer überstehenden Kohlefaser ein Schritt des Anordnens eines Isolationselements auf einer Oberfläche der wasserabweisenden Schicht, welche gegenüberliegend einer Oberfläche davon ist, die die Schicht aus Kohlefaser berührt, ferner des Anordnens eines Paares von Elektroden, um die Gasdiffusionsschicht und das Isolationselement dazwischen aufzunehmen und des Verbrennens und Entferns der überstehenden Kohlefaser durch den Durchgang von Elektrizität durch die Kohlefaser, welche von der wasserabweisenden Schicht übersteht und ferner das Isolationselement passiert, um mit einer der Elektroden in Kontakt zu kommen.

Durch das Anordnen eines Isolationselements zwischen der Gasdiffusionsschicht und den Elektroden ist es möglich, zum Verbrennen und Entfernen einer Kohlefaser lediglich die überstehende Kohlefaser in Kontakt mit der Elektrode zu bringen.

(3) Bei dem Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle, wie vorstehend in (2) beschrieben, wird die Gasdiffusionsschicht vor dem Durchgang von Elektrizität durch die Kohlefaser, welche übersteht, in einer Richtung einer Ebene der Gasdiffusionsschicht relativ zu dem Isolationselement, unter einem gepressten Zustand, verschoben.

Durch das Verschieben bzw. Gleiten der Gasdiffusionsschicht relativ zu dem Isolationselement wird bewirkt, dass sich eine Kohlefaser, die von der wasserabweisenden Schicht übersteht, sich

jedoch in einem abgesunkenen Zustand befindet, aufrichtet, so dass eine Spitze der Kohlefaser mit der Elektrode in Kontakt kommt. Folglich wird der Prozentsatz der Entfernung von Kohlefasern, welche von der wasserabweisenden Schicht überstehen, im Vergleich mit dem Fall, wenn die Kohlefaser nicht verschoben wird, erhöht. Ferner kann, da eine übermäßige Druckbeaufschlagung zum Hervorrufen, dass die überstehende Kohlefaser weiter von der wasserabweisenden Schicht übersteht, nicht erforderlich ist, die Struktur der Gasdiffusionsschicht, insbesondere die Struktur der Schicht aus Kohlefasern aufrechterhalten werden.

(4) Bei dem Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle, wie vorstehend in (1) beschrieben, ist der Schritt des Aufbringen eines Drucks ein Schritt, bei welchem ein Druck, der gleich oder größer ist, als ein vorbestimmter Druck, unverzüglich auf die Gasdiffusionsschicht, lediglich von einer Seite der Gasdiffusionsschicht, wo die Schicht aus Kohlefaser vorgesehen ist, aufgebracht wird, und der Schritt des Entferns einer überstehenden Kohlefaser ist ein Schritt des Anordnens eines Isolationselements auf einer Oberfläche der wasserabweisenden Schicht, welche gegenüberliegend einer Oberfläche davon ist, die die Schicht aus Kohlefaser berührt, ferner des Anordnens eines Paares von Elektroden, um die Gasdiffusionsschicht und das Isolationselement dazwischen aufzunehmen, und des Verbrennens und Entferns der überstehenden Kohlefaser durch den Durchgang von Elektrizität durch die Kohlefaser, welche von der wasserabweisenden Schicht übersteht und ferner das Isolationselement passiert, um mit einer der Elektroden in Kontakt zu kommen.

Wenn die wasserabweisende Schicht beispielsweise aus einer mikroporösen Schicht (nachfolgend auch als eine „MPL“ bezeichnet) ausgebildet ist, wird durch unverzügliches Aufbringen eines Druckes auf die Gasdiffusionsschicht, welcher gleich oder größer als ein vorbestimmter Druck ist, zum Verbrennen und Entfernen der überstehenden Kohlefaser unverzüglich eine Last auf die MPL aufgebracht, so dass Poren der MPL aufrechterhalten werden können.

(5) Bei dem Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle, wie vorstehend in (1) oder (4) beschrieben, ist der vorbestimmte Druck ein Druck, welcher einem Kontaktdruck entspricht, der aufgebracht wird, wenn eine Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle in einem Stapel geschichtet sind.

Selbst wenn eine Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle in einem Stapel geschichtet sind und ein Kontaktdruck in der Stapelrichtung der Mehrzahl von Zellen aufgebracht wird, kann eine Beschädigung einer Membranelektrodenanordnung, welche durch Kohlefasern in der Gasdif-

fusionsschicht hervorgerufen wird, verhindert werden.

(6) Bei dem Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle, wie vorstehend in (1) bis (5) beschrieben, wird ein Vertiefungsabschnitt, welcher in der wasserabweisenden Schicht ausgebildet ist, wenn die von der wasserabweisenden Schicht überstehende Kohlefaser verbrannt und entfernt ist, mit einem Material gefüllt, welches gleichartig wie ein Material ist, das die wasserabweisende Schicht bildet.

Durch Füllen des Vertiefungsabschnitts in der wasserabweisenden Schicht, welcher nach dem Entfernen der von der wasserabweisenden Schicht überstehenden Kohlefaser gebildet ist, mit einem Material, welches gleichartig wie ein Material ist, das die wasserabweisende Schicht bildet, kann die elektrische Leitfähigkeit, die Gasdiffusions-Eigenschaft und die Ableitungs-Eigenschaft der Gasdiffusionsschicht wiederhergestellt werden.

(7) Eine Brennstoffzelle ist durch Stapeln eines elektrischen Generators und eines Separators in einer abwechselnden Art und Weise ausgebildet, wobei der elektrische Generator durch Anordnen der Gasdiffusionsschicht, welche durch das Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle, wie vorstehend in (1) beschrieben, hergestellt ist, auf einer Membranelektrodenanordnung mit einer Brennstoffelektrode auf einer Oberfläche einer Elektrolytmembran und einer Lufterlektrode auf der anderen Oberfläche der Elektrolytmembran gebildet ist.

Bei der Brennstoffzelle gemäß der vorliegenden Erfindung kann im Vergleich mit einer Brennstoffzelle, welche eine Gasdiffusionsschicht enthält, bei der der Vorstands- bzw. Überstandsabschnitt einer Kohlefaser nicht durch das vorstehend beschriebene Herstellungsverfahren bearbeitet wurde, eine Beschädigung der Membranelektrodenanordnung, welche durch den Überstandsabschnitt der Kohlefaser hervorgerufen wird, reduziert werden.

(8) Eine Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle enthält eine Druckbeaufschlagungs-Einheit, welche einen Druck auf eine Gasdiffusionsschicht, welche durch Stapeln einer Schicht aus Kohlefaser und einer wasserabweisenden Schicht gebildet ist, in einer Dickenrichtung der Gasdiffusionsschicht aufbringt, und eine Entfernungseinheit, welche eine von der wasserabweisenden Schicht überstehende Kohlefaser in einem Zustand, bei dem der vorbestimmte Druck auf die Gasdiffusionsschicht aufgebracht wird, entfernt, wobei die Entfernungseinheit ein Isolationselement, welches auf einer Oberfläche der wasserabweisenden Schicht angeordnet ist, welche gegenüberliegend einer Oberfläche davon ist, die die Schicht aus Kohlefaser berührt, ein Paar von Elektroden, wel-

ches vorgesehen ist, um die Gasdiffusionsschicht und das Isolationselement dazwischen aufzunehmen und eine Spannungs-Auftrags-Einheit, welche eine Spannung auf das Paar von Elektroden aufbringt, enthält.

Durch das Aufbringen eines Druckes als den vorbestimmten Druck, welcher einem Druck entspricht, der zum Zeitpunkt des Stapelns der Zellen einer Brennstoffzelle in der Dickenrichtung der Gasdiffusionsschicht und des Entferns einer Kohlefaser, welche von der wasserabweisenden Schicht unter diesem gepressten Zustand übersteht, aufgebracht wird, kann eine Beschädigung einer Membranelektrodenanordnung und einer Elektrolytmembran, welche durch das Überstehen der Kohlefaser in der Gasdiffusionsschicht hervorgerufen wird, zu dem Zeitpunkt des Stapelns der Zellen einer Brennstoffzelle, bei welcher die Gasdiffusionsschicht verwendet wird, verhindert werden.

Durch das Aufbringen einer Spannung auf ein Paar von Elektroden in einem Zustand, bei dem die Kohlefaser, welche die wasserabweisende Schicht passiert und von dieser übersteht und ferner durch das Isolationselement dringt, in Kontakt mit einer der Elektroden kommt, fließt elektrischer Strom in die überstehende Kohlefaser mit elektrischer Leitfähigkeit, so dass die überstehende Kohlefaser durch Joulesche Wärme verbrannt und entfernt werden kann.

(9) Bei der Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle, wie vorstehend in (8) beschrieben, enthält das Isolationselement ein Verbindungs-Loch.

Durch das Aufbringen einer Spannung auf ein Paar von Elektroden in einem Zustand, bei dem die Kohlefaser, welche die wasserabweisende Schicht passiert und von dieser übersteht, durch eine Verbindungs-Loch des Isolationselements in Kontakt mit einer der Elektroden kommt, fließt elektrischer Strom in die überstehende Kohlefaser mit elektrischer Leitfähigkeit, so dass die überstehende Kohlefaser durch Joulesche Wärme verbrannt und entfernt werden kann. Beispielsweise wird es im Vergleich mit einem Fall, bei dem kein Verbindungs-Loch in dem Isolationselement vorgesehen ist, für die Kohlefaser, welche die wasserabweisende Schicht passiert und von dieser übersteht, einfacher durch das Verbindungs-Loch von dem Isolationselement überzustehen, was darin resultiert, dass das Verbrennen und Entfernen der überstehenden Kohlefaser durch Joulesche Wärme erleichtert wird.

(10) Die Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle, wie vorstehend in (8) beschrieben, enthält ferner eine Gasdiffusionsschicht-Gleiteinheit, welche die Gasdiffusionsschicht in einer Richtung einer Ebene der Gasdiffusionsschicht relativ zu dem Isolationselement unter einem gepressten Zustand verschiebt.

Durch das Verschieben der Gasdiffusionsschicht relativ zu dem Isolationselement wird bewirkt, dass sich die Kohlefaser, die von der wasserabweisenden Schicht übersteht, sich jedoch in einem abgesunkenen Zustand befindet, aufrichtet, so dass eine Spitze der Kohlefaser mit der Elektrode in Kontakt kommt. Somit wird der Prozentsatz der Entfernung der Kohlefaser, welche von der wasserabweisenden Schicht übersteht, im Vergleich mit einem Fall, bei dem die Gasdiffusionsschicht nicht verschoben wird, erhöht. Ferner kann, da eine übermäßige Druckbeaufschlagung zum Hervorrufen, dass die überstehende Kohlefaser weiter von der wasserabweisenden Schicht übersteht, nicht erforderlich ist, die Struktur der Gasdiffusionsschicht, insbesondere die Struktur der Schicht aus Kohlefasern aufrechterhalten werden.

(11) Bei der Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle, wie vorstehend in (8) beschrieben, ist die Druckbeaufschlagungs-Einheit eine Druckbeaufschlagungs-Einheit, welche unverzüglich einen Druck, welcher gleich oder größer als ein vorbestimmter Druck ist, auf die Gasdiffusionsschicht, lediglich von einer Seite der Gasdiffusionsschicht, auf welcher die Schicht aus Kohlefaser vorgesehen ist, aufbringt.

Wenn die wasserabweisende Schicht beispielsweise aus einer mikroporösen Schicht (nachfolgend auch als eine „MPL“ bezeichnet) ausgebildet ist, wird durch unverzügliches Aufbringen eines Druckes auf die Gasdiffusionsschicht, welcher gleich oder größer als ein vorbestimmter Druck ist, zum Verbrennen und Entfernen der überstehenden Kohlefaser unverzüglich eine Last auf die MPL aufgebracht, so dass Poren der MPL aufrechterhalten werden können. Ferner kann durch das unverzügliche Aufbringen eines Druckes, welcher gleich oder größer als ein vorbestimmter Druck ist, auf die Gasdiffusionsschicht in der Dickenrichtung der Gasdiffusionsschicht, die Druckverteilung, welche in der Gasdiffusionsschicht hervorgerufen wird, unterschiedlich gemacht werden (und zwar kann das Volumen der Deformation bei der Seite der Schicht aus Kohlefaser größer werden, während das Volumen der Deformation bei der Seite der wasserabweisenden Schicht kleiner werden kann), so dass Poren der Seite der wasserabweisenden Schicht davor geschützt werden können, zerstört zu werden.

(12) Bei der Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle, wie vorstehend in (8) oder (11) beschrieben, ist der vorbestimmte Druck ein Druck, welcher einem Kontaktdruck entspricht, der aufgebracht wird, wenn eine Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle in einem Stapel geschichtet sind.

Selbst wenn eine Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle in einem Stapel geschichtet sind

und ein Kontaktdruck in der Stapelrichtung der Mehrzahl von Zellen aufgebracht wird, kann eine Beschädigung einer Membranelektrodenanordnung, welche durch Kohlefasern in der Gasdiffusionsschicht hervorgerufen wird, verhindert werden.

(13) Die Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle, wie vorstehend in einem von (8) bis (12) beschrieben, enthält ferner eine Beschichtungseinheit, welche ein Material, das gleichartig wie ein Material ist, welches die wasserabweisende Schicht bildet, in einem Vertiefungsabschnitt aufbringt, welcher in der wasserabweisenden Schicht ausgebildet ist, wenn eine Kohlefaser, die von der wasserabweisenden Schicht übersteht, verbrannt und entfernt wird.

Durch das Beschichten eines Materials, welches gleichartig wie ein Material ist, das die wasserabweisende Schicht bildet, bei einem Vertiefungsabschnitt in der wasserabweisenden Schicht, welcher nach dem Entfernen der Kohlefaser, welche von der wasserabweisenden Schicht übersteht, gebildet ist, um den Vertiefungsabschnitt zu füllen, können die elektrischer Leitfähigkeit, die Gasdiffusions-Eigenschaft und die Ableitungseigenschaft der Gasdiffusionsschicht wiederhergestellt werden.

#### Vorteilhafte Effekte der Erfindung

**[0012]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine Beschädigung einer Membranelektrodenanordnung oder einer Elektrolytmembran zu verhindern, welche durch das Überstehen einer Kohlefaser einer Gasdiffusionsschicht hervorgerufen wird, wenn Zellen einer Brennstoffzelle, in welcher die Gasdiffusionsschicht verwendet wird, gestapelt sind.

#### Kurze Beschreibung der Abbildungen

**[0013]** Diese und weitere Aufgaben der Erfindung werden in der nachstehenden Beschreibung in Zusammenhang mit den beigegeführten Abbildungen erläutert, bei denen:

**[0014]** Fig. 1 eine Ansicht ist, welche eine beispielhafte Struktur einer Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung schematisch darstellt;

**[0015]** Fig. 2 ein Flussdiagramm ist, welches ein beispielhaftes Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

**[0016]** Fig. 3 eine Ansicht ist, welche eine Struktur einer weiteren beispielhaften Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoff-

zelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung schematisch darstellt;

**[0017]** Fig. 4 eine Ansicht ist, welche einen Mechanismus zum Hervorrufen, dass sich ein Vorsprungs- bzw. Überstandsabschnitt von Kohlefasern, welche von einer wasserabweisenden Schicht überstehen, durch Gleiten bzw. Verschieben aufrichtet;

**[0018]** Fig. 5 eine Ansicht ist, welche eine Struktur einer weiteren beispielhaften Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung schematisch darstellt;

**[0019]** Fig. 6 eine Ansicht ist, welche ein beispielhaftes Verfahren zum Füllen eines Vertiefungsabschnitts einer wasserabweisenden Schicht, welcher nach dem Verbrennen und Entfernen der überstehenden Kohlefaser gebildet ist, erläutert;

**[0020]** Fig. 7 eine Ansicht ist, welche eine beispielhafte Situation einer Beschädigung, welche durch das Überstehen von Kohlefasern hervorgerufen wird, erläutert; und

**[0021]** Fig. 8 eine Ansicht ist, welche eine Struktur einer Zelle einer Brennstoffzelle und einen Mechanismus für eine Leistungserzeugung erläutert.

#### Liste der Bezugszeichen

10 Rahmen, 12 Druckbeaufschlagungsvorrichtung, 14a, 14b Kontakt-Druck-Platte, 16a, 16b, 16c, 16d Elektrode, 17 Metallfilm, 18 Isolations-element, 19 Verbindungs-Loch, 20, 52, 54 Gasdiffusionsschicht, 22 wasserabweisende Schicht, 24 Kohlefaser, 26 rußähnlicher Kohlenstoff, 27 Gemisch, 28 gefüllter Abschnitt, 30 Leistungsquelle, 32, 34, 36, 38 Walze, 40 Steuerung, 50 Membranelektrodenanordnung, 60 Überstandsabschnitt, 62, 64 Separator.

#### Art und Weise zum Ausführen der Erfindung

**[0022]** Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird mit Bezug auf die Abbildungen beschrieben.

**[0023]** Vor der Erläuterung eines Herstellungsverfahrens und einer Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle gemäß der vorliegenden Ausführungsform werden Bedingungen der Beschädigung einer Membranelektrodenanordnung aufgrund des Überstehens von Kohlefasern, welche hervorgerufen wird, wenn eine Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle in einem Stapel geschichtet sind, mit Bezug auf Fig. 7 beschrieben.

**[0024]** Wie in **Fig. 7** dargestellt ist, ist eine Zelle einer Brennstoffzelle im Allgemeinen folgendermaßen aufgebaut. Insbesondere sind an beiden Oberflächen einer Membranelektrodenanordnung (MEA) **50**, welche durch das dazwischen Aufnehmen einer Elektrolytschicht mit einem Paar von Katalysatorschichten, welche jeweils als eine Elektrode funktionieren, gebildet ist, Gasdiffusionsschichten **52**, **54**, welche jeweils durch Stapeln einer Schicht aus Kohlefasern **24** und einer wasserabweisenden Schicht **22** gebildet sind, vorgesehen und dann sind weiter Separatoren **62** und **64** vorgesehen, um die Membranelektrodenanordnung **50** und die Gasdiffusionsschichten **52** und **54** dazwischen aufzunehmen. Hierbei ist die aus Kohlefasern **24** gebildete Schicht aus einer Anhäufung von Kohlefasern **24** gebildet und diese Anhäufung von Kohlefasern **24** ist mit der wasserabweisenden Schicht **22** verbunden, um die Gasdiffusionsschichten **52** und **54** zu bilden.

**[0025]** Normalerweise bleibt in einem Zustand einer Zelle einer Brennstoffzelle, selbst wenn die Kohlefasern **24** von der Schicht, welche aus Kohlefasern **24** gebildet ist, in Richtung der wasserabweisenden-Schicht **22** überstehen, der Überstandsabschnitt der Kohlefaser **24** innerhalb der wasserabweisenden Schicht **22**. Wenn jedoch eine Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle gestapelt sind, wird ein Druck in der Dickenrichtung der Gasdiffusionsschichten **52** und **54** aufgebracht, um dadurch die Dicke der Gasdiffusionsschichten **52** und **54** zu reduzieren. Daher besteht eine Wahrscheinlichkeit, dass ein Überstandsabschnitt **60** der Kohlefaser durch die wasserabweisende Schicht **22** übersteht, um die Membranelektrodenanordnung **50** zu beschädigen. Hierbei kann die Beschädigung der Membranelektrodenanordnung **50** in einer schlechten Kraftstoff-Wirtschaftlichkeit resultieren.

**[0026]** Um dieses Problem zu berücksichtigen, kann gemäß dem Herstellungsverfahren und der Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle der vorliegenden Erfindung, wenn eine Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle gestapelt sind, selbst mit dem Aufbringen eines Kontaktdrucks zu dem Zeitpunkt dieses Stapel-Vorganges, eine Beschädigung einer Membranelektrodenanordnung durch Kohlefasern der Gasdiffusionsschicht verhindert werden.

**[0027]** **Fig. 1** stellt eine beispielhafte Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle gemäß einer vorliegenden Ausführungsform dar. Wie in **Fig. 1** dargestellt ist, enthält die Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle gemäß der vorliegenden Ausführungsform eine Druckbeaufschlagungseinheit, welche Druck auf eine Gasdiffusionsschicht **20**, welche durch Stapeln einer Schicht aus Kohlefasern **24** und einer wasserabweisenden Schicht **22**

gebildet ist, in der Dickenrichtung der Gasdiffusionsschicht **20** aufbringt, und eine Entfernungseinheit, welche von der wasserabweisenden Schicht **22** überstehende Kohlefasern **24** in einem Zustand, bei dem der vorbestimmte Druck auf die Gasdiffusionsschicht **20** aufgebracht wird, entfernt.

**[0028]** Hierbei bezieht sich der „vorbestimmte Druck“, wie in der vorliegenden Ausführungsform verwendet, auf „einen Druck, welcher einem Kontaktdruck entspricht, welcher zu dem Zeitpunkt des Stapelns einer Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle aufgebracht wird“ und der „ Kontaktdruck“ bezieht sich auf einen Druck, welcher in der Dickenrichtung der Membranelektrodenanordnung, der Gasdiffusionsschicht oder dergleichen aufgebracht wird. Ferner wird der „Druck, welcher einem Kontaktdruck entspricht, welcher zu dem Zeitpunkt des Stapelns einer Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle aufgebracht wird“ in der vorliegenden Ausführungsform in etwa in Übereinstimmung mit einem Stapel-Druck der Zellen jeder Brennstoffzelle eingestellt und beträgt beispielsweise etwa 0,1 MPa bis 2 MPa.

**[0029]** Bei der vorliegenden Ausführungsform wird als die Entfernungseinheit ein Typ einer Entfernungseinheit aus einer Gruppe, bestehend aus einer Verbrennungs-Entfernungseinheit, welche Joulesche Wärme oder Sauerstoffplasma verwendet, einer Schneid-Entfernungseinheit, welche ein Schneidwerkzeug verwendet, und einer Biege-Entfernungseinheit zum Umbiegen eines Randabschnittes der Kohlefaser, welche von der wasserabweisenden Schicht übersteht, ausgewählt. In diesem Beispiel wird eine Verbrennungs-Entfernungseinheit beschrieben, welche Joulesche Wärme verwendet.

**[0030]** Wie in **Fig. 1** dargestellt ist, enthält die Entfernungseinheit ein Isolationselement **18** mit einer Mehrzahl von Verbindungs-Löchern **19**, welches auf einer Oberfläche der wasserabweisenden Schicht **22**, gegenüberliegend einer Oberfläche, welche die aus Kohlefasern **24** ausgebildeten Schicht berührt, angeordnet ist, ein Paar von Elektroden **16a** und **16b**, welche vorgesehen sind, um die Gasdiffusionsschicht **20** und das Isolationselement **18** dazwischen aufzunehmen, und eine Leistungsquelle **30**, welche eine Spannungs-Auftrags-Einheit ist, die eine Spannung auf das Paar von Elektroden **16a** und **16b** aufbringt.

**[0031]** Wie in **Fig. 1** dargestellt ist, enthält die Druckbeaufschlagungseinheit Kontakt-Druck-Platten **14a** und **14b**, welche auf den hinteren Oberflächen des Paares von Elektroden **16a** bzw. **16b** vorgesehen sind, um einen Druck in der Dickenrichtung der Gasdiffusionsschicht **20** aufzubringen; d. h., um einen Kontaktdruck auf die Gasdiffusionsschicht **20** aufzubringen, und eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung **12**, welche in der Lage ist, einen Kontaktdruck in der

Richtung der in **Fig. 1** dargestellten leeren Pfeile auf die Kontakt-Oberflächen-Platten **14a** und **14b** aufzubringen.

**[0032]** Ferner ist die Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle gemäß der vorliegenden Ausführungsform, wie in **Fig. 1** dargestellt ist, derart konfiguriert, dass die Druckbeaufschlagungsvorrichtung **12**, die Kontakt-Druck-Platten **14a** und **14b**, die Elektroden **16a** und **16b**, das Isolationselement **18** und die Gasdiffusionsschicht **20** der Reihe nach in einer geschichteten Struktur innerhalb eines Rahmens **10** angeordnet sind, und die Leistungsquelle **30** mit den Elektroden **16a** und **16b** elektrisch verbunden ist, eine Steuerung **40** mit der Druckbeaufschlagungsvorrichtung **12** elektrisch verbunden ist und die Leistungsquelle **30** und die Steuerung **40** elektrisch miteinander verbunden sind.

**[0033]** Ebenso wird in der Schicht, welche in der vorliegenden Ausführungsform aus Kohlefasern **24** ausgebildet ist, als die Anhäufung von Kohlefasern beispielsweise ein kohlenstoffartiges, poröses Element, wie Kohlepapier oder ein Kohletuch verwendet, und Acrylfasern und PAN (Polyacrylnitril) Kohlefasern, welche durch Karbonisierung eines Harzes, welches erhitzt und verflüssigt und dann bei hohen Temperaturen geschleudert wird, erhalten werden, werden beispielsweise als die Kohlefasern verwendet. Ferner ist die wasserabweisende Schicht **22** aus fluoriertem Polymer, wie Polytetrafluorethylen (PTFE), Tetrafluorethylen/Hexafluorpropylen Copolymer (FEP) und Ruß ausgebildet, und die wasserabweisende Schicht **22** ist mit der Anhäufung von Kohlefasern **24** verbunden, um die Gasdiffusionsschicht **20** zu bilden.

**[0034]** Mit Bezug auf die **Fig. 1** und **Fig. 2** wird ein beispielhaftes Herstellungsverfahren für die Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle gemäß der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

**[0035]** Zunächst wird auf der Seite der Gasdiffusionsschicht **20**, wo die wasserabweisende Schicht **22** vorgesehen ist, das Isolationselement **18** angeordnet und die Gasdiffusionsschicht **20** und das Isolationselement **18** werden durch das Paar von Elektroden **16a** und **16b** dazwischen aufgenommen. Ferner werden die Kontakt-Druck-Platten **14a** und **14b** auf den hinteren Oberflächen des Paares von Elektroden **16a** bzw. **16b** angeordnet, um das Paar von Elektroden **16a** und **16b** dazwischen aufzunehmen. Dann setzt die Druckbeaufschlagungsvorrichtung **12**, basierend auf einem Ausgang der Steuerung **40**, die Kontakt-Druck-Platten **14a** und **14b** in den Richtungen von in **Fig. 1** dargestellten leeren Pfeilen jeweils unter Druck (S100). Mit der Druckbeaufschlagung stehen die Überstandsabschnitte der Kohlefasern **24**, welche in der wasserabweisenden Schicht **22** eingebettet wurden, von der wasserabweisenden Schicht

**22** vor bzw. über und die so überstehenden Überstandsabschnitte der Kohlefasern **24** kommen durch die Verbindungs-Löcher **19** des Isolationselements **18** mit der Elektrode **16b** in Kontakt (entsprechend den Abschnitten X1, X2 und X3 in **Fig. 1**, umgeben von unterbrochenen Linien).

**[0036]** Dann bewirkt die Steuerung **40**, nachdem die Steuerung **40** erfasst, dass der durch die Druckbeaufschlagungsvorrichtung **12** aufgebrachte „Kontaktdruck“ einen „Schwellenwert“ erreicht (S102), dass die Leistungsquelle **30** eine Spannung auf das Paar von Elektroden **16a** und **16b** aufbringt, während die Druckbeaufschlagungsvorrichtung **12** ermöglicht wird, diesen Kontakt-Druck-Zustand aufrechtzuerhalten. Hierbei wird als der „Schwellenwert“ ein „Druck, welcher einem Kontaktdruck entspricht, der zu dem Zeitpunkt des Stapelns einer Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle aufgebracht wird“, eingestellt.

**[0037]** Nachfolgend fließt nach dem Aufbringen einer Spannung auf das Paar von Elektroden **16a** und **16b** (S104), da die Kohlefasern eine elektrische Leitfähigkeit besitzen, der elektrische Strom in die Überstandsabschnitte der Kohlefasern, welche die Elektrode **16b** durch die Verbindungs-Löcher **19** des Isolationselements **18** kontaktieren, so dass die überstehenden Kohlefasern durch Joulesche Wärme verbrannt und entfernt werden. Dann bewirkt die Steuerung **40**, wenn die Steuerung **40** erfasst, dass der Überstandsabschnitt der Kohlefasern, welcher die Elektrode **16b** kontaktiert, verbrannt ist, um den elektrischen Strom daran zu hindern, zwischen den Elektroden **16a** und **16b** zu fließen (S106), dass die Leistungsquelle **30** das Aufbringen einer Spannung auf das Paar von Elektroden **16a** und **16b** beendet (S108). Ferner wird der Druck in dem gepressten Zustand, welcher durch die Druckbeaufschlagungsvorrichtung **12** hervorgerufen wird, gesenkt, um den Druck hin zu dem normalen Druck zurückzuführen (S110) und die Gasdiffusionsschicht, welche wie vorstehend beschrieben bearbeitet wurde, wird entnommen.

**[0038]** Hierbei besitzt das Isolationselement **18** eine Dicke, welche gleich oder kleiner als die Dicke der Membranelektrodenanordnung ist, wenn diese gestapelt ist, so dass eine Beschädigung der Membranelektrodenanordnung verhindert werden kann, welche durch Durchdringen der Membranelektrodenanordnung oder dergleichen durch die Kohlefasern **24**, die von der Gasdiffusionsschicht **20** überstehenden, hervorgerufen wird, wenn die Zellen der Brennstoffzelle gestapelt sind.

**[0039]** Während der Durchmesser der Verbindungs-Löcher **19**, welche in dem Isolationselement **18** vorgesehen sind, gemäß dem Durchmesser und der Länge der Kohlefasern der Schicht, welche aus den Kohlefasern der Gasdiffusionsschicht **20** ausgebildet



ist, geeignet ausgewählt ist, ist der Durchmesser der Verbindungs-Löcher **19** vorzugsweise etwa mehrfach so groß wie der Durchmesser der Kohlefaser, so dass ein Überstand der Kohlefasern, welche zu dem Zeitpunkt des Stapeln überstehen, zuverlässiger entfernt werden kann.

**[0040]** Während ein Beispiel beschrieben wurde, bei dem das Isolationselement **18** die Verbindungs-Löcher **19** besitzt, wie in **Fig. 1** dargestellt, ist die vorliegende Erfindung nicht auf diese Struktur beschränkt und das Isolationselement **18** muss nicht notwendigerweise die in **Fig. 1** dargestellten Verbindungs-Löcher besitzen, solange das Isolationselement **18** ein Element ist, welches Isolationseigenschaften besitzt, und ein Element ist, durch welches die Kohlefasern auf einfache Art und Weise dringen können, wie ein poröses oder faserförmiges Element. Ferner ist, da der Überstand der Kohlefasern durch Joulesche Wärme verbrannt wird, das Isolationselement **18** vorzugsweise ein Element, welches eine Isolationseigenschaft besitzt, durch welches die Kohlefasern auf einfache Art und Weise dringen können und welches eine Wärme-Widerstandsfähigkeit besitzt, und ist vorzugsweise ein Isolationselement, welches beispielsweise aus einem Silikonharz und Asbest und Glasfaser gebildet ist.

**[0041]** Ferner ist als die Spannung, welche durch die Leistungsquelle **30** aufgebracht wird, eine Spannung ausreichend, welche ermöglicht, dass elektrischer Strom, mit welchem der Überstand der Kohlefasern **24**, welche die Elektrode **16b** berühren, verbrannt werden kann, fließt, und die Spannung wird unter Betrachtung der Wärme-Widerstands-Temperatur des Isolationselements **18** wie geeignet ausgewählt.

**[0042]** Ebenso ist, während in **Fig. 1** die Kontaktdruck-Platten **14a** und **14b** jeweils in den durch die leeren Pfeile angegebenen Richtungen bewegt werden, um den Kontaktdruck von beiden Seiten der Gasdiffusionsschicht **20** aufzubringen, die vorliegende Erfindung nicht auf diese Struktur beschränkt und wenigstens eine der Oberflächen-Druckplatten kann verwendet werden, um den Kontaktdruck aufzubringen.

**[0043]** **Fig. 3** stellt eine weitere beispielhafte Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht der vorliegenden Ausführungsform dar. Bei diesem Beispiel sind Strukturelemente, welche gleich diesen der Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht gemäß dem vorstehend beschriebenen Beispiel sind, durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet und die Erläuterung davon wird weggelassen. Wie in **Fig. 3** dargestellt ist, enthält eine weitere Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle in dieser Ausführungsform walzenförmige Elektroden **16c** und **16d**, welche

in der Lage sind, eine Last aufzubringen. Die walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** sind mit einer Leistungsquelle **30**, welche eine Spannung auf die walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** aufbringt, elektrisch verbunden. Außerdem wird eine bandförmige Gasdiffusionsschicht **20** mittels rotierenden Walzen **32** und **34** intermittierend zwischen dem Paar von walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** transportiert. Ferner wird eine Isolationsschicht **18** mittels rotierenden Walzen **36** und **38** intermittierend zwischen dem Paar von walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** transportiert, um auf der Seite der wasserabweisenden Schicht der Gasdiffusionsschicht **20** überlagert zu sein.

**[0044]** Der Betrieb der Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird beschrieben. Durch Rotieren der Walzen **32** und **34**, um die Gasdiffusionsschicht **20** in Richtung des Pfeiles **48** zu transportieren und Rotieren der Walzen **36** und **38**, um das Isolationselement **18** in der Richtung von Pfeil **42** zu transportieren, werden die Gasdiffusionsschicht **20** und das Isolationselement **18** zwischen dem Paar von walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** derart transportiert, dass das Isolationselement **18** auf der Seite der wasserabweisenden Schicht der Gasdiffusionsschicht **20** überlagert ist. Dann wird die Beförderung bzw. der Transport der Gasdiffusionsschicht **20** und des Isolationselements **18** gestoppt und beide oder zumindest eine der walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** werden in der Richtung zum Reduzieren des Abstandes zwischen dem Paar von walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** bewegt. In diesem Zustand werden die Gasdiffusionsschicht **20** und das Isolationselement **18**, welche gestapelt sind, durch einen vorbestimmten Druck beaufschlagt bzw. unter Druck gesetzt. Dann werden unter diesem gepressten Zustand die Walzen **36** und **38** in umgekehrter Richtung rotiert, um das Isolationselement **18** in umgekehrter Richtung, in der Richtung von Pfeil **44** zu transportieren. Bei diesem Betrieb gleitet die Gasdiffusionsschicht **20**, wie in **Fig. 4** dargestellt ist, relativ zu dem Isolationselement **18**, so dass ein Überstandsabschnitt von Kohlefasern **24**, welcher geringfügig von der wasserabweisenden Schicht **22** übersteht, jedoch das Isolationselement **18** nicht durchdringt, oder die Kohlefaser **24**, welche von der wasserabweisenden Schicht **22** übersteht, sich jedoch in einem abgesunkenem Zustand befindet, veranlasst wird, sich aufzurichten, und somit kommt der Überstandsabschnitt der Kohlefaser **24**, welcher sich aufgerichtet hat, mit der walzenförmigen Elektrode **16c** in Kontakt. Dann wird zwischen dem Paar von walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** durch die Leistungsquelle **30** eine Spannung aufgebracht und Elektrizität fließt in den Kohlefasern **24**, welche eine elektrische Leitfähigkeit besitzen, so dass die überstehenden Kohlefasern **24** durch Joulesche Wärme verbrannt und entfernt werden. Danach wird eine oder

beide der walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** bewegt, um den Abstand zwischen dem Paar von walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** zu erhöhen und die Gasdiffusionsschicht **20** und das Isolationselement **18** werden in den Richtungen der Pfeile **48** bzw. **42** mittels den Walzen **32**, **34** und **36**, **38** transportiert. Dann wird eine oder beide der walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** in der Richtung zum Reduzieren des Abstandes zwischen dem Paar von walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** in einer ähnlichen Art und Weise wie der vorstehend beschriebenen bewegt und eine weitere Oberfläche der Gasdiffusionsschicht **20** und das Isolationselements **18** werden zusammengepresst, wodurch die von der wasserabweisenden Schicht **22** überstehenden Kohlefasern **24** in einer ähnlichen Art und Weise wie der vorstehend beschriebenen entfernt werden.

**[0045]** Hierbei kann eine Steuerung des Abstandes zwischen dem Paar von walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** beispielsweise lediglich durch das Bewegen der Elektrode **16d**, wie durch einen in **Fig. 3** dargestellten leeren Pfeil **46** angegeben ist, durchgeführt werden (d. h., lediglich von der Seite der Gasdiffusionsschicht, wo die Schicht aus Kohlefasern vorgesehen ist). Ferner kann das Isolationselement **18** ein bandförmiges Isolationselement sein, welches die Walzen **36** und **38** umgibt, oder ein Isolationselement mit Endabschnitten, welche an den Walzen **36** bzw. **38** befestigt sind. Falls die Endabschnitte des Isolationselements **18** an den Walzen **36** bzw. **38** befestigt sind, bewegt sich das Isolationselement **18** in der Richtung von Pfeil **44**, um den Überstandsabschnitt der Kohlefaser **24** aufzurichten, und bewegt sich nach dem Entfernen der überstehenden Kohlefasern in der Richtung von Pfeil **42**. In diesem Fall kann die Gasdiffusionsschicht **20** ebenso gleichzeitig mit der Bewegung des Isolationselement **18** in der Richtung von Pfeil **44** in Richtung des Pfeiles **48** bewegt werden. Dafür enthält die Gasdiffusionsschicht-Gleiteinheit gemäß der vorliegenden Ausführungsform wenigstens die Walzen **36** und **38** zum Transportieren der isolierenden Schicht **18** in umgekehrter Richtung und enthält in einigen Fällen zusätzlich zu den Walzen **36** und **38** die Walzen **32** und **34** zum Transportieren der Gasdiffusionsschicht **20**.

**[0046]** Ferner werden noch bevorzugter die walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** dazu verwendet, gleichzeitig mit dem unter Druck setzen der Gasdiffusionsschicht **20** und des Isolationselements **18**, die Gasdiffusionsschicht **20** relativ zu dem Isolationselement **18** zu verschieben. Es ist ebenso vorzuziehen, dass gleichzeitig mit dem unter Druck setzen eine Spannung mittels der Leistungsquelle **30** auf die walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** aufgebracht wird.

**[0047]** Wie vorstehend beschrieben ist, wird durch das Gleiten bzw. Verschieben der Gasdiffusions-

schicht **20** relativ zu dem Isolationselement **18** die Kohlefaser, welche von der wasserabweisenden Schicht übersteht, sich jedoch in einem abgesunkenem Zustand befindet, veranlasst, sich aufzurichten, so dass die Spitze der Kohlefaser in Kontakt mit der Elektrode kommt. Folglich kann der Prozentsatz der Entfernung von Kohlefasern, welche von der wasserabweisenden Schicht überstehen, im Vergleich mit einem Fall, bei dem das Gleiten bzw. Verschieben nicht durchgeführt wird, erhöht werden. Dies führt ferner zur Reduktion der Beschädigung der Elektrolytmembran, welche durch den Überstandsabschnitt der Kohlefasern hervorgerufen wird. Ferner kann, da eine übermäßige Druckbeaufschlagung zum Hervorrufen, dass die überstehenden Kohlefasern weiter von der wasserabweisenden Schicht überstehen, nicht erforderlich ist, die Struktur der Gasdiffusionsschicht, insbesondere die Struktur der Schicht aus Kohlefasern aufrechterhalten werden.

**[0048]** Bei der vorstehenden Ausführungsform ist die Strecke, über welche die Gasdiffusionsschicht **20** relativ verschoben wird, vorzugsweise länger als die Länge der Kohlefasern und die Geschwindigkeit des Verschiebens bzw. Gleitens beträgt beispielsweise mehrere mm/Sekunde. Ferner wird die Gasdiffusionsschicht **20** noch bevorzugter unter Berücksichtigung der Überstands-Richtungen der überstehenden Faser relativ in zwei oder mehreren Richtungen verschoben. Zusätzlich können durch das parallele Verschieben wenigstens einer der walzenförmigen Elektroden **16c** und **16d** entlang der Ebenenrichtung der Gasdiffusionsschicht **20**, während die Gasdiffusionsschicht **20** unter Druck gesetzt wird, die Kohlefasern, welche lediglich leicht überstehen und die Kohlefasern, welche überstehen, sich jedoch in einem abgesunkenen Zustand befinden, veranlasst werden, sich aufzurichten, so dass die Spitzen der Kohlefasern in Kontakt mit der Elektrode kommen und verbrannt und entfernt werden. Ebenso kann durch das niedrigere Einstellen des Elastizitätsmoduls des Isolationselements **18** als der Elastizitätsmodul der Kohlefaser **24** ein Überstand der Kohlefasern **24** durch das Isolationselement **18** erleichtert werden, so dass die Effizienz des Verbrennens und Entferns der überstehenden Kohlefasern erhöht werden kann.

**[0049]** **Fig. 5** stellt eine weitere beispielhafte Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht der vorliegenden Ausführungsform dar. Bei diesem Beispiel sind Strukturelemente, welche gleich diesen der Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht gemäß den vorstehend beschriebenen Beispielen sind, durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet und die Erläuterung davon wird weggelassen. Wie in **Fig. 5** dargestellt ist, enthält die weitere Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle in dieser Ausführungsform ein Isolationselement **18** mit einer Mehrzahl von Verbindungs-Löchern **19**, welches auf der Oberflä-

che einer wasserabweisenden Schicht **22**, gegenüberliegend der Oberfläche, welche eine Schicht aus Kohlefasern **24** berührt, angeordnet ist, eine Elektrode **16a** in Kontakt mit einer Gasdiffusionsschicht **20**, einen Metallfilm **17** in Kontakt mit dem Isolationselement **18** und eine Leistungsquelle **30**, welche eine Spannung-Auftrags-Einrichtung ist, die eine Spannung zwischen der Elektrode **16a** und dem Metallfilm **17** aufbringt.

**[0050]** Eine Druckbeaufschlagungseinrichtung in der vorliegenden Ausführungsform ist eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung **11**, welche mittels einer Kontakt-Druck-Platte **14a** unverzüglich einen Druck, welcher gleich oder größer als ein vorbestimmter Druck ist, auf die Gasdiffusionsschicht **20**, lediglich von der Seite der Gasdiffusionsschicht **20**, wo die Schicht aus Kohlefasern **24** vorgesehen ist, aufbringt, und ein Servo-Impulsgeber wird beispielsweise als die Druckbeaufschlagungsvorrichtung **11** verwendet. Hierbei bezieht sich „ein vorbestimmter Druck“ auf „einen Druck, welcher einem Kontaktdruck entspricht, welcher aufgebracht wird, wenn eine Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle gestapelt sind“. Ferner bezieht sich „unmittelbares Aufbringen eines Druckes, welcher gleich oder größer als ein vorbestimmter Druck ist, auf die Gasdiffusionsschicht“ auf unmittelbar nach dem Aufbringen des Druckes, welcher gleich oder größer als der vorbestimmte Druck ist, auf die Gasdiffusionsschicht, Lösen des aufgebrachten Druckes, und bezieht sich insbesondere auf das Aufbringen eines übermäßigen Kontaktdruckes, welcher gleich oder größer als ein Kontaktdruck ist, der aufgebracht wird, wenn eine Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle gestapelt werden, und das Lösen dieses Kontaktdruckes unmittelbar nach dem Aufbringen des Kontaktdruckes. Mit diesem Betrieb wird in dem Fall, bei dem die wasserabweisende Schicht **22** aus einer mikroporösen Schicht (welche nachfolgend auch als „MPL“ bezeichnet wird) ausgebildet ist, eine Last unverzüglich auf die MPL aufgebracht und die überstehenden Kohlefasern werden verbrannt und entfernt, so dass die poröse Beschaffenheit der MPL aufrechterhalten werden kann.

**[0051]** Während der Metallfilm **17** irgendein Film sein kann, solange dieser leitfähig ist, kann dieser beispielsweise eine Metallplatte aus Gold (Au), Kupfer (Cu) oder dergleichen sein und kann mit einer Oberfläche des Isolationselements **18**, welche gegenüberliegend einer Oberfläche ist, die die MPL berührt, verbunden sein.

**[0052]** Um einen Kontaktdruck unverzüglich mit einer vorbestimmten Rate oder größer auf die Gasdiffusionsschicht **20** aufzubringen, wird eine „Beschleunigung“, welche basierend auf dem nachfolgenden Ausdruck erhalten wird, hinzugefügt.

[Ausdruck 1]

Gasdiffusionsschicht-Masse (Masse pro Flächeneinheit)·Beschleunigung > erforderlicher Kontaktdruck (Last pro Flächeneinheit)

Insbesondere,

Beschleunigung > erforderlicher Kontaktdruck (Last pro Flächeneinheit)/Gasdiffusionsschicht-Masse (Masse pro Flächeneinheit)

**[0053]** Fig. 6 stellt ein beispielhaftes Verfahren zum Füllen eines Vertiefungsabschnitts der wasserabweisenden Schicht, welcher nach dem Verbrennen und Entfernen einer überstehenden Kohlefaser gemäß der Vorrichtung und dem Verfahren bei den vorstehend beschriebenen Beispielen gebildet ist, dar.

**[0054]** Wie in Fig. 6 dargestellt, ist nach dem Verbrennen und Entfernen der von der wasserabweisenden Schicht **22** überstehenden Kohlefaser ein Vertiefungsabschnitt in der wasserabweisenden Schicht **22** ausgebildet und rußähnlicher Kohlenstoff ist nach dem Verbrennen der Kohlefaser **24** in dem Vertiefungsabschnitt gelagert. Hierbei ist in dem Vertiefungsabschnitt, welcher in der wasserabweisenden Schicht **22** ausgebildet ist, die elektrische Leitfähigkeit gering, die Ableitungs-Eigenschaft für während des Betriebs der Brennstoffzelle erzeugtes Wasser ist niedriger als diese von anderen Abschnitten und die Gasdiffusion-Eigenschaft ist ebenso reduziert. Außerdem besteht eine Wahrscheinlichkeit, dass das erzeugte Wasser in dem Vertiefungsabschnitt gesammelt wird. Entsprechend wird in der vorliegenden Ausführungsform ein Material, welches gleichartig wie das Material ist, das die wasserabweisende Schicht **22** bildet, in dem Vertiefungsabschnitt angeordnet, um einen gefüllten Abschnitt **28** zu bilden. Insbesondere wird ein Harz, welches die wasserabweisende Schicht **22** bildet (zum Beispiel PTFE Harz), auf den Vertiefungsabschnitt geschichtet und danach werden Ultraschallwellen aufgebracht, um das Harz in dem Vertiefungsabschnitt mit dem rußähnlichen Kohlenstoff **26**, welcher in dem Vertiefungsabschnitt verbleibt, zu mischen, und das resultierende Gemisch **27** wird dann gebacken, wodurch der Vertiefungsabschnitt mit einem gleichartigen Material wie dieses, welches die wasserabweisende Schicht **22** bildet, gefüllt wird. In diesem Fall kann, da der Vorgang des Entfernens des rußähnlichen Kohlenstoffs **26**, welcher in dem Vertiefungsabschnitt verbleibt, nicht notwendig ist, der Vertiefungsabschnitt mit der Zusammensetzung, welche im Wesentlichen gleich dieser der wasserabweisenden Schicht **22** ist, lediglich durch das Hinzufügen eines Harzes gefüllt werden. Ferner wird bezüglich der Bedingungen für das Aufbringen der Ultraschallwellen das Gemisch für etwa 30 Minuten bei 20 kHz durchgeführt. Falls der gefüllte Abschnitt **28** nach dem Backen eine vor-

stehende Gestalt besitzt, wird, da ein Druck teilweise auf den Membran-Katalysator der Brennstoffzelle aufgebracht wird, die Oberfläche der wasserabweisenden Schicht durch wiederholtes Pressen des gefüllten Abschnittes **28** eingeebnet. Die Press-Bedingungen sind derart eingestellt, um die Gasdiffusionsschicht **20** nicht zu verletzen und das Einebnen kann beispielsweise durch wiederholen des Pressens mit 1 Mpa pro Minute zehn-mal bei 100°C erreicht werden.

**[0055]** Mit dem in **Fig. 6** dargestellten Verfahren können die elektrische Leitfähigkeit, die Gasdiffusions-Eigenschaft und die Ableitungs-Eigenschaft der Gasdiffusionsschicht wiederhergestellt werden.

**[0056]** Ferner enthält die Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht einer Brennstoffzelle gemäß der vorliegenden Ausführungsform als eine Vorrichtungs-Struktur zum Füllen des Vertiefungsabschnittes eine Auftrags-Einrichtung, welche ein Material, das gleichartig wie dieses ist, welches die wasserabweisende Schicht bildet, in dem in der wasserabweisenden Schicht ausgebildeten Vertiefungsabschnitt, wenn die von der wasserabweisenden Schicht überstehenden Kohlefasern verbrannt und entfernt sind, aufbringt, und eine Back-Einrichtung, welche das aufgebrachte Material, wie erforderlich, bäckt bzw. verbäckt.

**[0057]** Die Brennstoffzelle gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist durch das Stapeln eines Generators, welcher durch Stapeln der durch das vorstehend beschriebene Herstellungsverfahren für die Gasdiffusionsschicht hergestellten Gasdiffusionsschicht auf eine Membranelektrodenanordnung mit einer Brennstoffelektrode auf einer Oberfläche einer Elektrolytmembran und einer Lufterlektrode auf der anderen Oberfläche der Elektrolytmembran gebildet ist, und von Separatoren in einer abwechselnden Art und Weise ausgebildet.

**[0058]** Während die vorliegende Erfindung detailliert beschrieben wurde, ist der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung nicht auf die vorstehenden Beispiele beschränkt.

**[0059]** Ferner sind die Beschreibung in dem Abschnitt der detaillierten Beschreibung der Erfindung in der Spezifikation, die Ansprüche, die Abbildungen und die Zusammenfassung der japanischen Patentanmeldung mit der Nummer JP 2010-152668 A, welche am 5. Juli 2010 eingereicht wurde, und der japanischen Patentanmeldung mit der Nummer JP 2012-033458 A, welche am 29. November 2010 eingereicht wurde und die Priorität der JP 2010-152668 A beansprucht, in der vorliegenden Anmeldung in ihrer Gesamtheit aufgenommen.

## Industrielle Anwendbarkeit

**[0060]** Während das Herstellungsverfahren für eine Brennstoffzelle und die Brennstoffzelle der vorliegenden Erfindung für beliebige Anwendungen wirksam sind, solange eine Brennstoffzelle verwendet wird, ist die vorliegende Erfindung für eine Brennstoffzelle für ein Fahrzeug besonders nützlich.

## Patentansprüche

1. Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht (**20, 52, 54**) einer Brennstoffzelle, aufweisend die Schritte:

Aufbringen eines Druckes auf eine Gasdiffusionsschicht (**20, 52, 54**), welche durch Stapeln einer Schicht aus Kohlefaser (**24**) und einer wasserabweisenden Schicht (**22**) ausgebildet ist, in einer Dickenrichtung der Gasdiffusionsschicht (**20, 52, 54**); und Entfernen einer Kohlefaser (**24**), welche von der wasserabweisenden Schicht (**22**) übersteht, wenn die Gasdiffusionsschicht (**20, 52, 54**) mit einem vorbestimmten Druck gepresst wird, wobei der Schritt des Entferns einer überstehenden Kohlefaser (**24**) ein Schritt des Verbrennens und Entferns der überstehenden Kohlefaser (**24**) durch den Durchgang von Elektrizität durch die überstehende Kohlefaser (**24**) ist.

2. Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht (**20, 52, 54**) einer Brennstoffzelle nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Entferns einer überstehenden Kohlefaser (**24**) ein Schritt des Anordnens eines Isolationselements (**18**) auf einer Oberfläche der wasserabweisenden Schicht (**22**), welche gegenüberliegend einer Oberfläche davon ist, die die Schicht aus Kohlefaser (**24**) berührt, ferner des Anordnens eines Paares von Elektroden (**16a–16d**), um die Gasdiffusionsschicht (**20, 52, 54**) und das Isolationselement (**18**) dazwischen aufzunehmen, und des Verbrennens und Entferns der überstehenden Kohlefaser (**24**) durch den Durchgang von Elektrizität durch die Kohlefaser (**24**), welche von der wasserabweisenden Schicht (**22**) übersteht und ferner das Isolationselement (**18**) passiert, um mit einer der Elektroden (**16a–16d**) in Kontakt zu kommen, ist.

3. Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht (**20, 52, 54**) einer Brennstoffzelle nach Anspruch 2, ferner aufweisend vor dem Durchgang von Elektrizität durch die Kohlefaser (**24**), welche übersteht, einen Gleit-Schritt des Gleitens der Gasdiffusionsschicht (**20, 52, 54**) in einer Richtung einer Ebene der Gasdiffusionsschicht relativ zu dem Isolationselement (**18**), unter einem gepressten Zustand.

4. Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht (**20, 52, 54**) einer Brennstoffzelle nach Anspruch 1, wobei

der Schritt des Aufbringen eines Druckes ein Schritt ist, bei welchem ein Druck, der gleich oder größer als ein vorbestimmter Druck ist, unverzüglich auf die Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) lediglich von einer Seite der Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54), wo die Schicht aus Kohlefaser (24) vorgesehen ist, aufgebracht wird, und  
 der Schritt des Entferns der überstehenden Kohlefaser (24) ein Schritt des Anordnens eines Isolationselements (18) auf einer Oberfläche der wasserabweisenden Schicht (22), welche gegenüberliegend einer Oberfläche davon ist, die die Schicht aus Kohlefaser (24) berührt, ferner des Anordnens eines Paares von Elektroden (16a–16d), um die Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) und das Isolationselement (18) dazwischen aufzunehmen, und des Verbrennens und Entferns der überstehenden Kohlefaser (24) durch den Durchgang von Elektrizität durch die Kohlefaser (24), welche von der wasserabweisenden Schicht (22) übersteht und ferner das Isolationselement (18) passiert, um mit einer der Elektroden (16a–16d) in Kontakt zu kommen, ist.

5. Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) einer Brennstoffzelle nach Anspruch 1 oder 4, wobei der vorbestimmte Druck ein Druck ist, welcher einem Kontaktdruck entspricht, der aufgebracht wird, wenn eine Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle in einem Stapel geschichtet sind.

6. Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) einer Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein Vertiefungsabschnitt, welcher in der wasserabweisenden Schicht (22) ausgebildet ist, wenn die von der wasserabweisenden Schicht (22) überstehende Kohlefaser (24) verbrannt und entfernt ist, mit einem Material gefüllt ist, welches gleichartig wie ein Material ist, welches die wasserabweisende Schicht (22) bildet.

7. Brennstoffzelle, welche durch Stapeln eines elektrischen Generators und eines Separators in einer abwechselnden Art und Weise ausgebildet ist, wobei der elektrische Generator durch Anordnen der Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54), welche durch das Herstellungsverfahren für eine Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) einer Brennstoffzelle nach Anspruch 1 hergestellt ist, auf einer Membranelektrodenanordnung mit einer Brennstoffelektrode auf einer Oberfläche einer Elektrolytmembran und einer Lufolektrode auf der anderen Oberfläche der Elektrolytmembran gebildet ist.

8. Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) einer Brennstoffzelle, aufweisend:  
 eine Druckbeaufschlagungs-Einheit (11, 12), welche einen Druck auf eine Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54), welche durch Stapeln einer Schicht aus Kohlefaser (24) und einer wasserabweisenden Schicht (22)

gebildet ist, in einer Dickenrichtung der Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) aufbringt; und  
 eine Entfernungseinheit, welche eine von der wasserabweisenden Schicht (22) überstehende Kohlefaser (24) in einem Zustand, bei dem ein vorbestimmter Druck auf die Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) aufgebracht wird, entfernt, wobei  
 die Entfernungseinheit enthält:  
 ein Isolationselement (18), welches auf einer Oberfläche der wasserabweisenden Schicht (22) angeordnet ist, welche gegenüberliegend einer Oberfläche davon ist, die die Schicht aus Kohlefaser (24) berührt;  
 ein Paar von Elektroden (16a–16d), welches vorgesehen ist, um die Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) und das Isolationselement (18) dazwischen aufzunehmen; und  
 eine Spannungs-Auftrags-Einheit, welche eine Spannung auf das Paar von Elektroden (16a–16d) aufbringt.

9. Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) einer Brennstoffzelle nach Anspruch 8, wobei das Isolationselement (18) ein Verbindungs-Loch enthält.

10. Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) einer Brennstoffzelle nach Anspruch 8, ferner aufweisend eine Gasdiffusionsschicht-Gleiteinheit, welche die Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) in einer Richtung einer Ebene der Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) relativ zu dem Isolationselement (18) unter einem gepressten Zustand verschiebt.

11. Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) einer Brennstoffzelle nach Anspruch 8, wobei  
 die Druckbeaufschlagungs-Einheit (11, 12) eine Druckbeaufschlagungs-Einheit (11, 12) ist, welche unverzüglich einen Druck, welcher gleich oder größer als ein vorbestimmter Druck ist, auf die Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) lediglich von einer Seite der Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54), auf welcher die Schicht aus Kohlefaser (24) vorgesehen ist, aufbringt.

12. Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) einer Brennstoffzelle nach Anspruch 8 oder 11, wobei der vorbestimmte Druck ein Druck ist, welcher einem Kontaktdruck entspricht, der aufgebracht wird, wenn eine Mehrzahl von Zellen einer Brennstoffzelle in einem Stapel geschichtet sind.

13. Herstellungsvorrichtung für eine Gasdiffusionsschicht (20, 52, 54) einer Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 8 bis 12, ferner aufweisend eine Beschichtungseinheit, welche ein Material, das gleichartig wie ein Material ist, welches die wasserabweisende Schicht (22) bildet, in einem Vertiefungsabschnitt aufbringt, welcher in der wasserabweisenden Schicht

(22) ausgebildet ist, wenn eine Kohlefaser (24), die von der wasserabweisenden Schicht (22) übersteht, verbrannt und entfernt wird.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

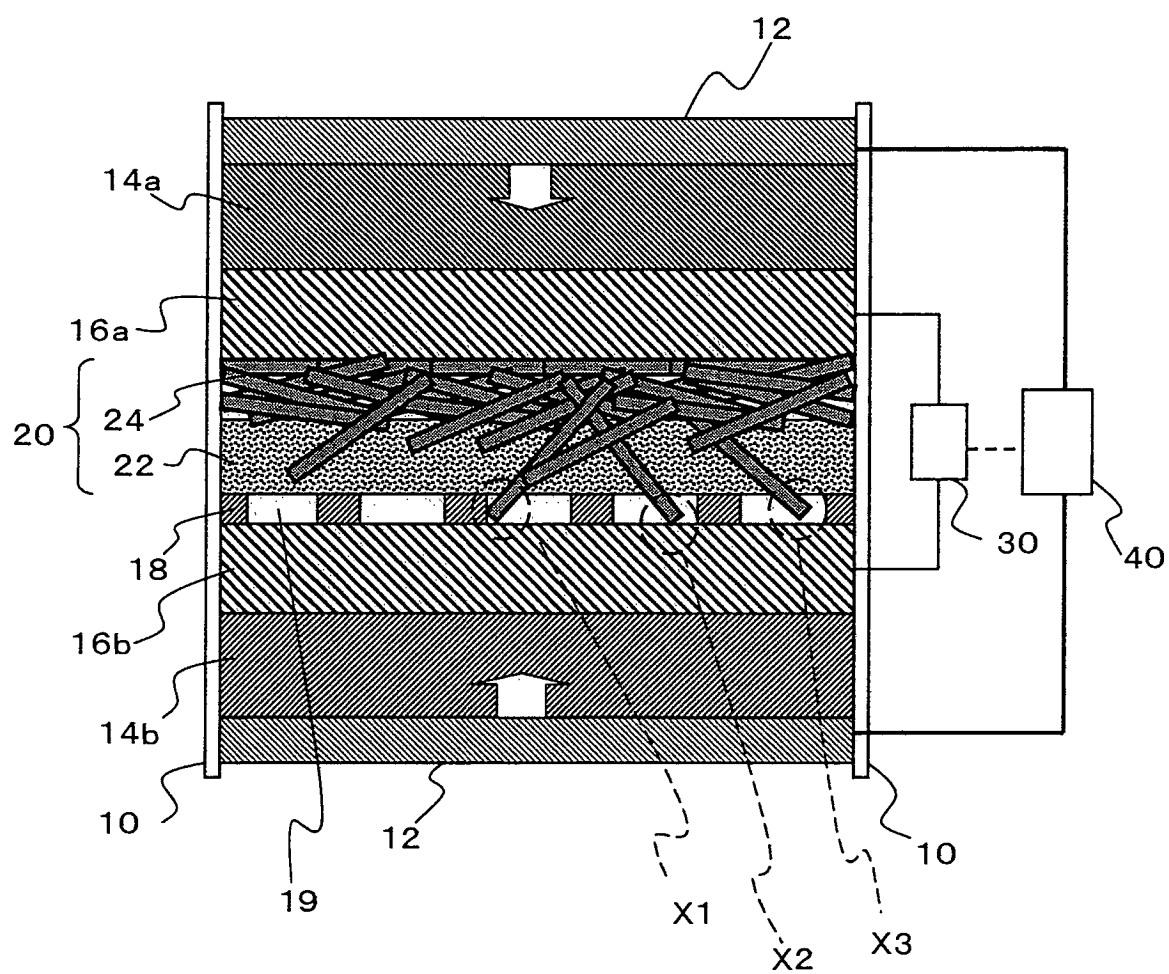


FIG.2

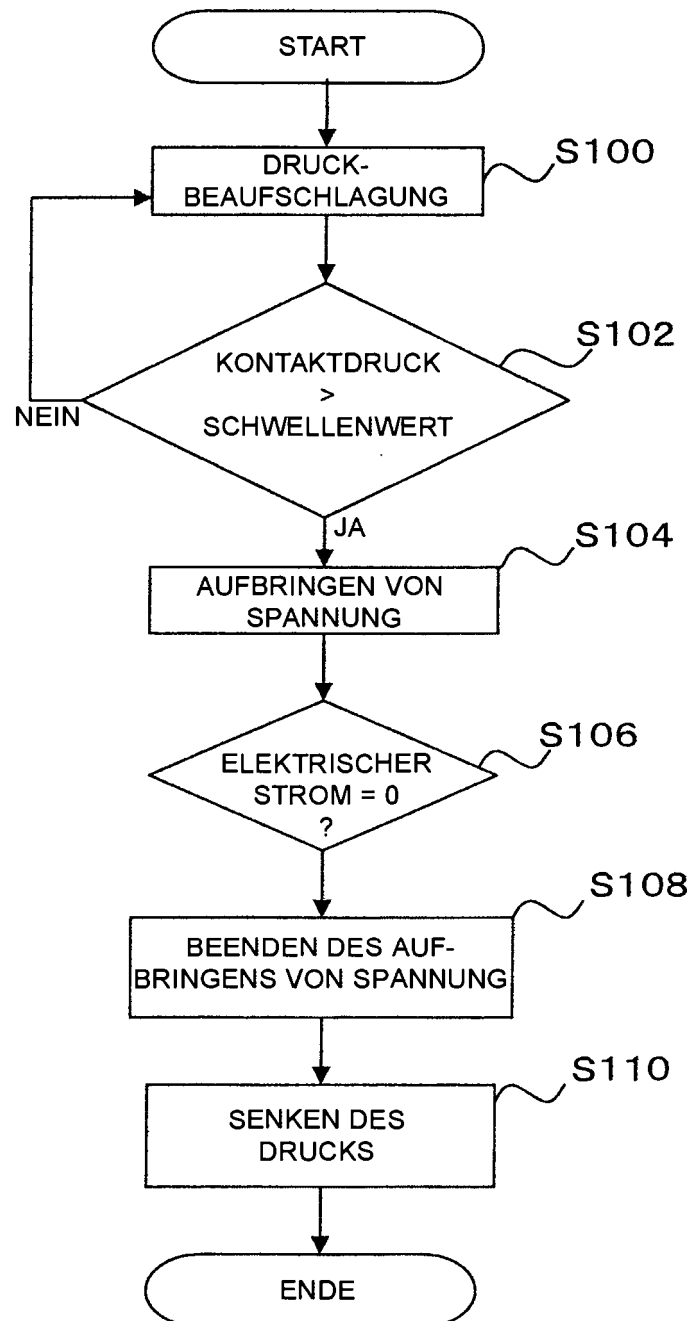




FIG.3

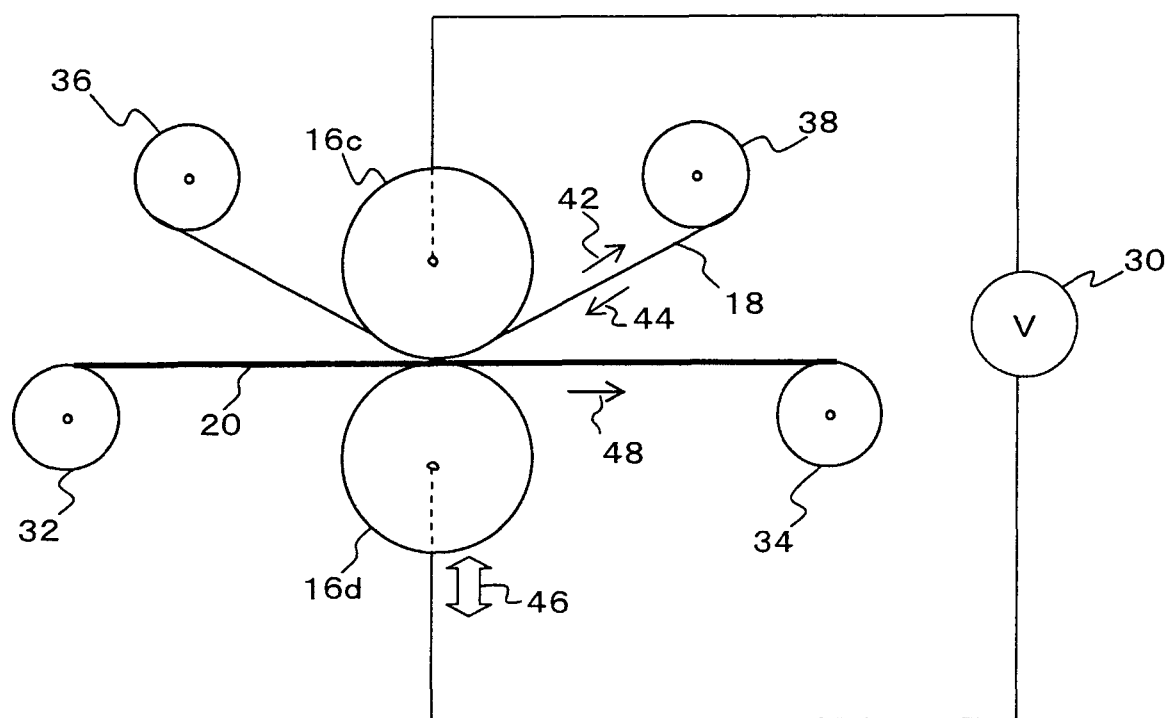


FIG.4

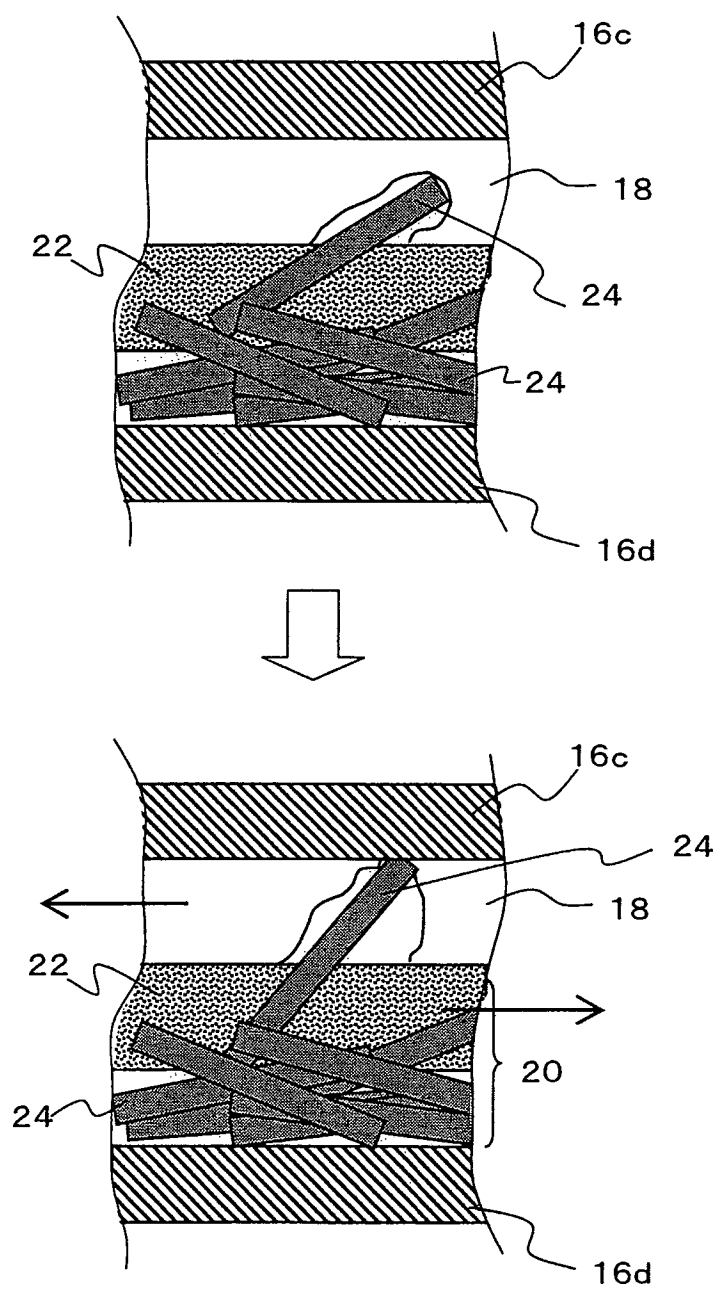


FIG.5

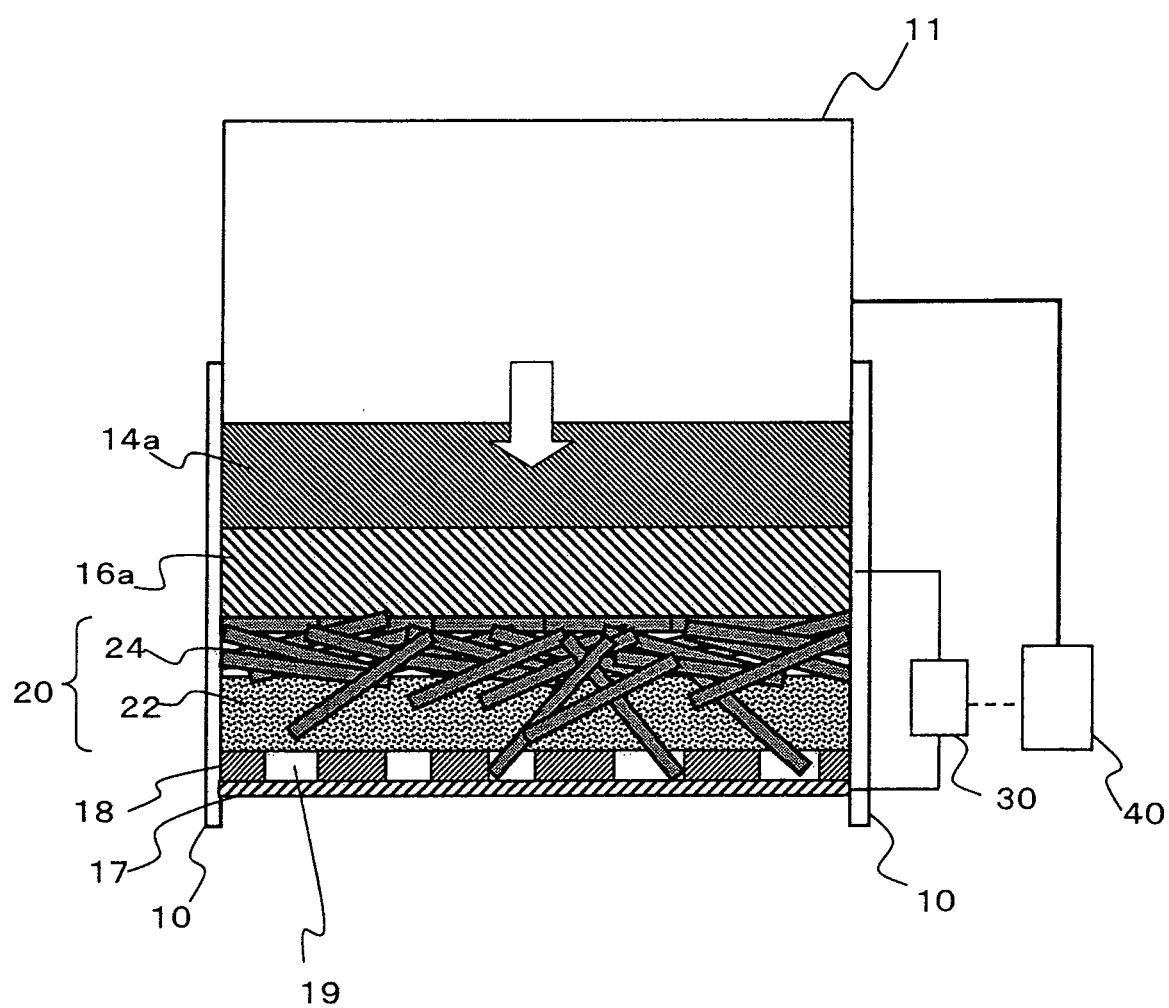


FIG.6

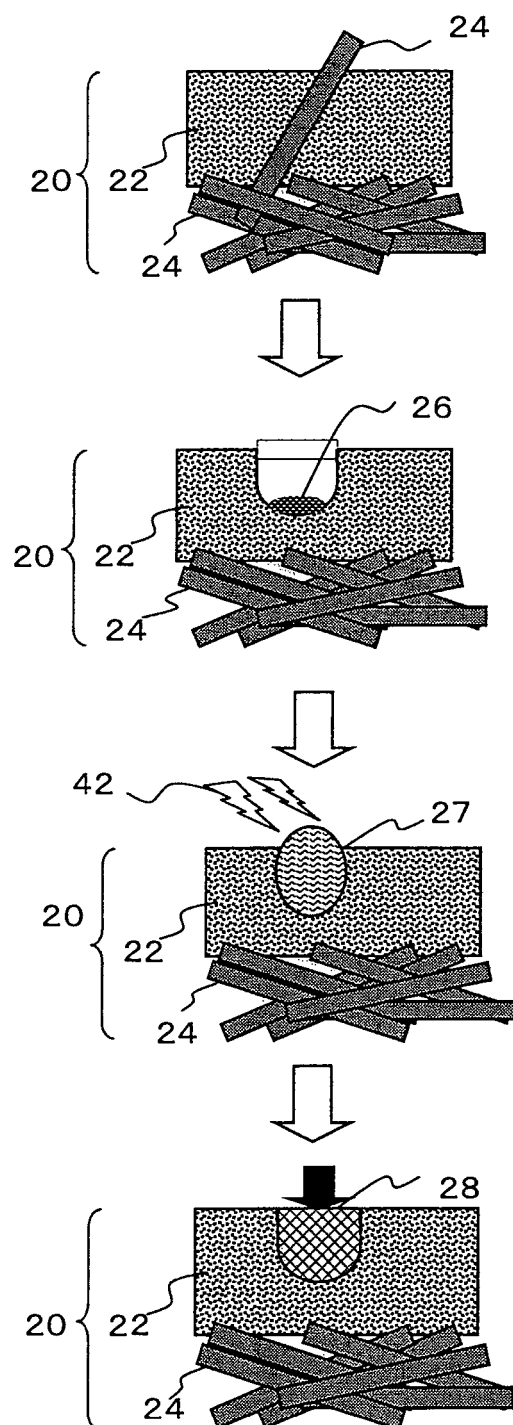


FIG.7

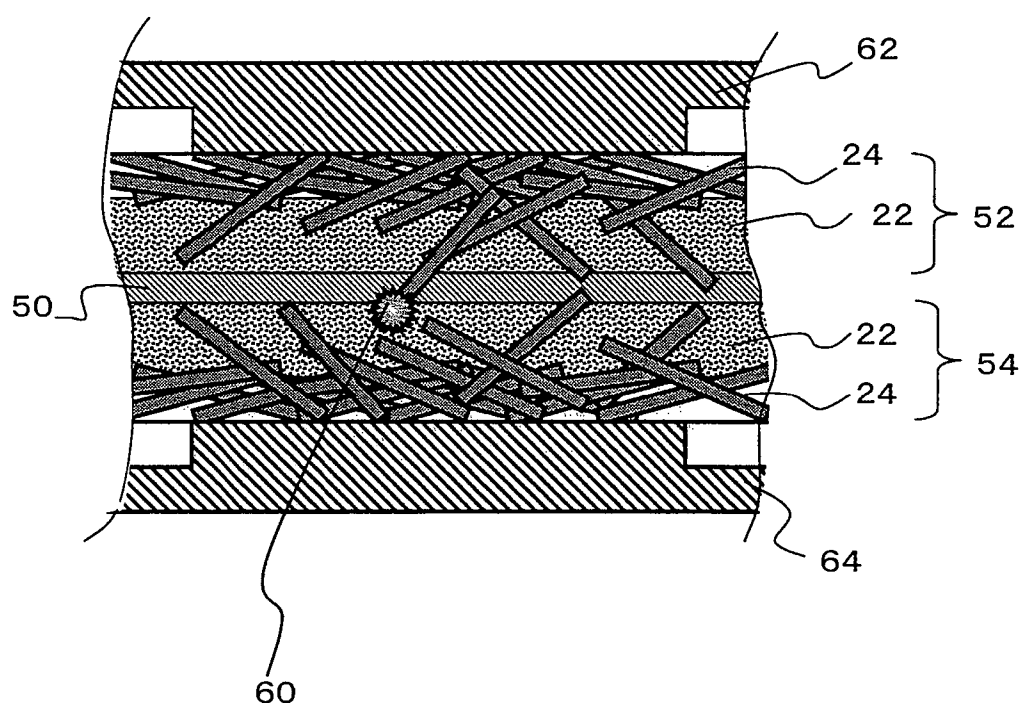


FIG.8

