



(10) **DE 10 2012 219 337 A1** 2014.01.09

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 219 337.5**

(22) Anmeldetag: **23.10.2012**

(43) Offenlegungstag: **09.01.2014**

(51) Int Cl.: **H01M 4/88** (2013.01)

H01M 8/02 (2013.01)

H01M 4/90 (2013.01)

(30) Unionspriorität:
10-2012-0072121 03.07.2012 KR

(71) Anmelder:
**HYUNDAI MOTOR COMPANY, Seoul, KR; Kia
Motors Corporation, Seoul, KR**

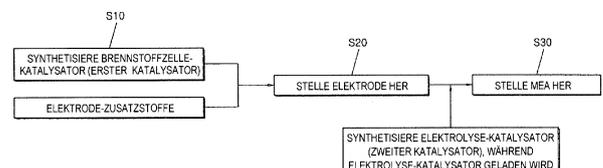
(74) Vertreter:
**isarpatent GbR Patent- und Rechtsanwälte,
80801, München, DE**

(72) Erfinder:
Lee, Hoonhui, Seoul, KR

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellenanode**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren des Herstellens einer Anode für eine Brennstoffzelle veröffentlicht. Das Verfahren beinhaltet: Synthetisieren eines Brennstoffzelle-Katalysators, welcher benutzt wird, um einen Brennstoff für die Anode in einer elektrochemischen Weise zu oxidieren; Bilden einer Elektrode für die Anode durch Benutzen des synthetisierten Brennstoffzelle-Katalysators; und Synthetisieren eines Elektrolyse-Katalysators, welcher benutzt wird, Wasser zu elektrolysieren, auf der Elektrode, wenn der Elektrolyse-Katalysator in die Anode geladen wird. Durch Einführen des Elektrolyse-Katalysators auf der Brennstoffzelle-Elektrode, welche bereits gebildet worden ist, wird die Deformation der Struktur der Elektrode minimiert, und die Leistungsfähigkeit der Elektrode wird verbessert.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Bereich der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren des Herstellens einer Brennstoffzellen-elektrode, und spezieller ausgedrückt auf ein Verfahren für das Herstellen einer Brennstoffzellenanode für eine Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle (PEMFC).

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Die Membran-Elektrodenanordnung-(MEA-) Struktur einer Polymer-Elektrolytmembran-Brennstoffzelle besteht hauptsächlich aus einer Anode, einer Kathode und aus einer Protonen-leitenden Polymer-Elektrolytmembran, welche zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist.

[0003] Im Allgemeinen sind viele Membran-Elektrodenanordnungen zueinander aufgestapelt, um einen Polymer-Elektrolytmembran-Brennstoffzellenstapel zu bilden.

[0004] Die Katalysatoren der Anode und der Kathode besitzen hauptsächlich die Form von homogenen oder heterogenen Edelmetall-Nanopartikeln, welche gleichmäßig auf der Oberfläche eines leitenden porösen Stützgliedes verteilt sind. Die Edelmetall-Nanopartikel erbringen die Oxidation des Brennstoffs und die Reduktion des Sauerstoffs an der Anode bzw. der Kathode. Das poröse Stützglied ist typischerweise ein Kohlenstoffmaterial.

[0005] Wenn ein Brennstoffzellenfahrzeug mit dem darin befestigten Brennstoffzellenstapel gefahren wird, kann eine Brennstoffgasdurchführung in der Anode durch produziertes Wasser oder Verdunstungswasser, welches vom Fluten der Brennstoffzelle resultiert, blockiert sein. Zusätzlich ist, wenn das Fahrzeug in einem Niedrigtemperaturzustand unterhalb des Gefrierpunktes gestartet wird, verbleibendes Wasser in der Anode gefroren, um die Gaszufuhr der Anode zu blockieren.

[0006] In diesem Fall wird, wenn die Anode keine Lieferung von Brennstoff (H_2) aufgrund der Blockade der Gaszufuhr erhält, das elektrische Potenzial der Anode erhöht, und die Brennstoffzelle besitzt in der Gesamtspannung einen negativen Wert. Mit anderen Worten, es tritt ein umgekehrtes Spannungs-(oder Potenzial-)Phänomen auf.

[0007] Wenn die Brennstoffzelle unter einem umgekehrten Spannungszustand arbeitet, oxidiert der Kohlenstoff, welcher als eine Unterstützung dient, allmählich oder schnell, und die Elektrodenstruktur kol-

labiert. Dies führt zu einer Herabsetzung der Leistungsfähigkeit der Brennstoffzelle.

[0008] Unter verschiedenen Vorgehensweisen, welche vorgeschlagen wurden, um den Nachteil, welcher mit der Kohlenstoffoxidation der Anode verbunden ist zu reduzieren, beinhaltet eine den Gebrauch eines Katalysators, welcher in der Lage ist, Wasser zu elektrolysieren, welches der Brennstoffzellenanode zugefügt ist, so dass die Elektronen nicht von dem Kohlenstoff, sondern von dem Wasser geliefert werden, wenn das umgekehrte Potenzial auftritt. Hierfür wird ein Oxidkatalysator, welcher in der Lage ist, Wasser zu elektrolysieren, z. B. Rutheniumoxid (RuO_x), Iridiumoxid (IrO_x), eine Rubidiumkomponente, eine Iridiumkomponente, Iridiummetall und Ähnliches, synthetisiert, und dann wird der Oxidkatalysator mit einem allgemeinen Anodenkatalysator gemischt, wobei dadurch die Elektrode gebildet wird.

[0009] Jedoch arbeitet der Wasser-Elektrolyse-Katalysator über eine auf Lösung basierte Reduktion/Oxidation, so dass der Vorgang kompliziert ist und das Herstellen des Katalysators ein lang andauernder Prozess ist. Zusätzlich verursacht das herkömmliche Herstellungsverfahren, um einen derartigen Katalysator zu bilden, ein schwieriges Implementieren einer gewünschten MEA-Elektrodenstruktur. Dies ist auf das Wasser zurückzuführen, welches den Katalysator spaltet, welcher aufgrund seiner eigenen physikalischen/chemischen Eigenschaften, wie z. B. der Affinität und Lösbarkeit für das Lösungsmittel, einen Einfluss auf die poröse Struktur der Elektrode und die Dispersion des Ionomers ausübt.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Die vorliegende Erfindung zielt auf ein Verfahren für das Herstellen einer Brennstoffzellenanode, speziell einer Brennstoffzellenanode für eine Polymer-Elektrolytmembran-Brennstoffzelle (PEMFC). Das Verfahren der vorliegenden Erfindung ist in der Lage, die Verformung einer MEA-(Membran-Elektrodenanordnung-)Elektrodenstruktur zu minimieren, wenn eine Wasser-Elektrolyse-Katalyse eingeführt wird, speziell durch das Bereitstellen eines vereinfachten Prozesses für das Einführen der Wasser-Elektrolyse-Katalysator.

[0011] Entsprechend einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet ein Verfahren des Herstellens einer Anode für eine Brennstoffzelle: Synthetisieren eines Brennstoffzelle-Katalysators für die Anode auf eine elektrochemische Weise; Bilden einer Elektrode für die Anode durch das Verwenden des synthetisierten Brennstoffzelle-Katalysators; und Synthetisieren eines Elektrolyse-Katalysators, welcher benutzt wird, um das Wasser zu elektrolysieren, an der Elektrode. Entsprechend den bevorzugten Ausführungsformen wird der Elektrolyse-Kataly-

sator an der Elektrode zur gleichen Zeit des Ladens des Elektrolyse-Katalysators (d. h. während der Elektrolyse-Katalysator aufgeladen oder in die Anode eingefügt wird) synthetisiert.

[0012] Entsprechend zu verschiedenen Ausführungsformen ist die Brennstoffzelle eine Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle.

[0013] Der Brennstoffzelle-Katalysator kann aus allen herkömmlichen Brennstoffzellen-Katalysatoren ausgewählt werden. Entsprechend verschiedenen Ausführungsformen wird der Brennstoffzelle-Katalysator aus der Gruppe ausgewählt, welche aus den Edelmetallen, Übergangsmetallen, Oxiden der Edelmetalle und Übergangsmetalle, Legierungen von Edelmetallen und Übergangsmetallen und Mischungen davon besteht.

[0014] Der Elektrolyse-Katalysator kann aus allen herkömmlichen Elektrolyse-Katalysatoren ausgewählt sein. Entsprechend zu verschiedenen Ausführungsformen wird der Elektrolyse-Katalysator aus der Gruppe ausgewählt, welche aus Edelmetalloxiden, Mischungen von Edelmetalloxiden, festen Lösungen von Edelmetalloxiden, Mischungen von Edelmetalloxiden und "Ventil"-Metalloxiden (wobei unter "Ventil"-Metallen im Allgemeinen jene Metalle verstanden werden, welche den Strom nur in einer Richtung durchlassen, z. B. Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, etc.), festen Lösungen von Edelmetalloxiden und "Ventil"-Metalloxiden und Mischungen davon besteht.

[0015] Entsprechend zu verschiedenen Ausführungsformen wird der Elektrolyse-Katalysator aus der Gruppe ausgewählt, welche besteht aus: Rutheniumoxid (RuO_x), Iridiumoxid (IrO_x), einer festen Lösung von Rutheniumoxid (RuO_x) und Iridiumoxid (IrO_x) und Mischungen davon.

[0016] Entsprechend zu einer beispielhaften Ausführungsform wird der Elektrolyse-Katalysator aus der Gruppe ausgewählt, welche besteht aus: einer festen Lösung von Rutheniumoxid (RuO_x) und "Ventil"-Metalloxid und einer festen Lösung von Iridiumoxid (IrO_x) und "Ventil"-Metalloxid.

[0017] Entsprechend zu verschiedenen Ausführungsformen beinhaltet der Elektrolyse-Katalysator eine feste Lösung von Rutheniumoxid (RuO_2) und Titaniumoxid (TiO_2).

[0018] Das Synthetisieren des Elektrolyse-Katalysators kann mit jeder herkömmlichen Technik durchgeführt werden. Entsprechend zu verschiedenen Ausführungsformen wird das Synthetisieren durch eine Dünnschicht-Ab Lagerungstechnik, wie z. B. eine Atomschichtab Lagerung-(ALD-)Technik, durchgeführt.

[0019] Andere Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung können durch die folgende Beschreibung verstanden werden und werden mit Bezug auf die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung offensichtlich. Auch ist es für Fachleute offensichtlich, an welche sich die vorliegende Erfindung wendet, dass die Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung mit Hilfe der Ansprüche und Kombinationen davon realisiert werden können.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0020] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, welches ein Verfahren des Herstellens einer Brennstoffzellenanode entsprechend einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0021] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, welches die Atomschichtab Lagerungs-(ALD-)Technik entsprechend einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0022] Fig. 3 ist eine schematische Zeichnung, welche die Form der Struktur einer Brennstoffzellenanode, welche durch das Brennstoffzellen-Herstellungsverfahren hergestellt ist, entsprechend einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, zeigt.

[0023] Fig. 4 ist ein Bild eines Transmissions-Elektronenmikroskops (TEM), welches die Brennstoffzellenanode, welche durch das Brennstoffzellenanoden-Herstellungsverfahren hergestellt ist, entsprechend einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, zeigt.

BESCHREIBUNG DER SPEZIELLEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0024] Beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend in größerem Detail mit Bezug auf die beigelegten Zeichnungen beschrieben. Die vorliegende Erfindung kann jedoch in unterschiedliche Formen eingebettet sein, und es ist nicht beabsichtigt, dass diese auf die Ausführungsformen beschränkt ist, welche hier dargelegt sind. Vielmehr werden diese Ausführungsformen bereitgestellt, so dass diese Veröffentlichung sorgfältig und vollständig ist, und wird voll den Umfang der vorliegenden Erfindung den Fachleuten mitteilen. Durch die Veröffentlichung hinweg beziehen sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche Teile über die verschiedenen Figuren und Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung hinweg.

[0025] Es ist davon auszugehen, dass der Term "Fahrzeug" oder "fahrzeugartig" oder ein anderer ähnlicher Term, wie er hier benutzt wird, Hybridfahrzeuge im Allgemeinen, wie z. B. Fahrgast-Automobile, wobei Fahrzeuge für den Sportgebrauch (SUV), Omnibusse, Lastwagen, verschiedene kommerzielle Fahrzeuge, Wasserkraftfahrzeuge, welche eine Viel-

zahl von Booten und Schiffen beinhaltet, Luftkraftfahrzeuge und Ähnliches beinhaltet und Hybridfahrzeuge, Einsteck-hybrid-elektrische Fahrzeuge, Wasserstoff-angetriebene Fahrzeuge und andere Fahrzeuge mit alternativem Kraftstoff (z. B. Kraftstoffen, welche von anderen Ressourcen als Mineralöl abgeleitet sind) einschließt. Wie hier Bezug genommen wird, ist ein Hybridfahrzeug ein Fahrzeug, welches zwei oder mehr Leistungsquellen besitzt, z. B. sowohl mit Benzin angetriebene als auch elektrisch angetriebene Fahrzeuge.

[0026] Die Terminologie, welche hier benutzt wird, dient nur dem Zweck des Beschreibens einzelner Ausführungsformen, und es ist nicht beabsichtigt, dass sie die Erfindung begrenzt. Wie es hier benutzt wird, sollen die Singularformen "ein", "eine" und "der, die, das" ebenso die Pluralformen einschließen, es sei denn, der Kontext zeigt dies in klarer Weise anders an. Es ist ferner davon auszugehen, dass die Terme "weist auf" und/oder "aufweisend", wenn sie in dieser Spezifikation benutzt werden, das Vorhandensein der aufgeführten Merkmale, Integer, Schritte, Operationen, Elemente und/oder Komponenten spezifizieren, jedoch nicht das Vorhandensein oder die Hinzufügung von einem oder mehrerer anderer Merkmale, Integer, Schritte, Operationen, Elemente, Komponenten und/oder Gruppen davon ausschließen. Wie er hier gebraucht wird, beinhaltet der Term "und/oder" jegliche und alle Kombinationen von einem oder mehreren der in diesem Zusammenhang aufgelisteten Merkmale.

[0027] Die Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgerecht, und in einigen Fällen können die Teilbereiche vergrößert worden sein, um klar die Merkmale der Ausführungsformen darzustellen. Wenn eine erste Schicht bezeichnet wird, dass sie "auf" einer zweiten Schicht oder "auf" einem Substrat ist, bezieht sich dies nicht nur auf den Fall, in welchem die erste Schicht direkt auf der zweiten Schicht oder dem Substrat gebildet ist, sondern auch auf den Fall, in welchem eine dritte Schicht zwischen der ersten Schicht und der zweiten Schicht oder dem Substrat vorhanden ist.

[0028] Hier nachfolgend wird ein Verfahren des Herstellens einer Brennstoffzelle-Anode in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0029] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, welches ein Verfahren des Herstellens einer Brennstoffzelle-Anode entsprechend einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt. Eine Anode, welche durch das Brennstoffzelle-Anode-Herstellungsverfahren entsprechend der vorliegenden Ausführungsform hergestellt ist, kann an einer Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle angewendet werden. D. h., die Anode kann auf einer Seite eines Polymer-Elek-

trolyten so angeordnet sein, dass sie eine Membran-Elektrode-Anordnung (MEA) in Zusammenarbeit mit einer Kathode bildet.

[0030] Mit Bezug auf Fig. 1 beinhaltet das Verfahren des Herstellens der Brennstoffzelle-Anode entsprechend einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Allgemeinen die Schritte des Synthetisierens eines Brennstoffzelle-Katalysators (S10), das Bilden einer Brennstoffzelle-Elektrode (S20) und schließlich das Bilden eines Elektrolyse-Katalysators (S30).

[0031] Bei dem Synthetisieren des Brennstoffzelle-Katalysators in S10 dient der Brennstoffzelle-Katalysator dazu, einen Brennstoff für die Anode in einer elektrochemischen Weise zu oxidieren. Der Brennstoffzelle-Katalysator kann aus allen herkömmlichen Brennstoffzelle-Katalysatoren ausgewählt werden. Beispiele von Brennstoffzelle-Katalysatoren, welche für den Gebrauch in der vorliegenden Erfindung geeignet sind, sind jedoch nicht auf folgende begrenzt: Edelmetalle, Übergangsmetalle, Oxide von Edelmetallen und Übergangsmetallen, Legierungen von Edelmetallen und Übergangsmetallen und Mischungen von Edelmetallen und Übergangsmetallen und deren Oxide und Legierungen. In einer beispielhaften Ausführungsform kann der Brennstoffzelle-Katalysator aus schweren Platin-Nanopartikeln aufgebaut sein, welche auf einem porösen Kohlenstoffmaterial gestützt werden.

[0032] Bei dem Bilden der Brennstoffzelle-Elektrode bei S20 kann der Brennstoffzelle-Katalysator in der Form einer filmförmigen porösen Elektrode bereitgestellt werden, während er mit Elektroden-Additiven bzw. -zusätzen gemischt ist. Beispielsweise kann der Brennstoffzelle-Katalysator mit Elektrodenzusätzen, wie z. B. Lösemitteln, Bindemitteln (Ionomeren) und Kohlefasern, bereitgestellt und gemischt werden, welche eine poröse Struktur der Elektrode bilden.

[0033] Bei dem Bilden des Elektrolyse-Katalysators bei S30 wird der Elektrolyse-Katalysator auf der Brennstoffzelle-Elektrode synthetisiert, welche bei S20 gebildet worden ist. Entsprechend zu verschiedenen Ausführungsformen wird der Elektrolyse-Katalysator durch eine Atomschicht-Ablagerungs-(ALD-)Technik gebildet. Entsprechend der Ausführungsform, welche in Fig. 1 gezeigt wird, wird der Elektrolyse-Katalysator auf der Brennstoffzelle-Elektrode zur gleichen Zeit des Ladens des Elektrolyse-Katalysators synthetisiert. Mit anderen Worten, wenn der Elektrolyse-Katalysator auf der Brennstoffzelle-Elektrode synthetisiert ist, so wird er in der Anode aufgeladen.

[0034] Der Elektrolyse-Katalysator kann alle herkömmlichen Elektrolyse-Katalysatoren umfassen. Beispiele von Elektrolyse-Katalysatoren, welche für den Gebrauch in der vorliegenden Erfindung geeignet sind, beinhalten, sind jedoch nicht darauf be-

schränkt: Edelmetalloxide, Mischungen von Edelmetalloxiden, feste Lösungen von Edelmetalloxiden, Mischungen von Edelmetalloxiden und "Ventil"-Metalloxide, feste Lösungen von Edelmetalloxiden und "Ventil"-Metalloxiden und Kombinationen davon.

[0035] Entsprechend zu bevorzugten Ausführungsformen weist das Metalloxid-Bilden des Elektrolyse-Katalysators Edelmetalloxide auf, welche aus der Gruppe ausgewählt sind, welche aus Rutheniumoxid (RuO_x), Iridiumoxid (IrO_x) und einer festen Lösung von Rutheniumoxid (RuO_x) und Iridiumoxid (IrO_x) besteht. Wenn beispielsweise $x = 2$ ist, kann das Metalloxid Edelmetalloxid aufweisen, welches aus der Gruppe ausgewählt ist, welche aus Rutheniumoxid (RuO_2), Iridiumoxid (IrO_2) und aus einer festen Lösung von Rutheniumoxid (RuO_2) und Iridiumoxid (IrO_2) besteht.

[0036] Entsprechend zu den beispielhaften Ausführungsformen weist das Metalloxid, welches den Elektrolyse-Katalysator bildet, ein Metalloxid auf, welches aus der Gruppe ausgewählt ist, welche aus einer festen Lösung von Rutheniumoxid (RuO_x) und aus einem "Ventil"-Metalloxid und einer festen Lösung von Iridiumoxid (IrO_x) und einem "Ventil"-Metalloxid besteht. Beispielsweise kann das Metalloxid eine feste Lösung von Rutheniumoxid (RuO_2) und Titanoxid (TiO_2) aufweisen.

[0037] Entsprechend zu dem Verfahren des Herstellens der Brennstoffzelle-Anode entsprechend zu Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, wird die Einführung des Elektrolyse-Katalysators auf der Brennstoffzelle-Elektrode, welche bereits gebildet ist, erreicht, wodurch damit die Verformung der Struktur der Elektrode minimiert wird. Als ein Ergebnis wird eine Elektrode erhalten, welche eine verbesserte Leistungsfähigkeit besitzt.

[0038] Das Bilden des Elektrolyse-Katalysators bei S30 kann durch verschiedene bekannte Techniken erreicht werden. Entsprechend zu einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine Atomschicht-Ablagerungs-(ALD-)Technik benutzt, um einen Elektrolyse-Katalysator zu bilden, welcher RuO_x und IrO_x aufweist, wie dies in **Fig. 2** gezeigt wird.

[0039] Im Einzelnen wird entsprechend zu der ALD-Technik, welche in **Fig. 2** gezeigt wird, ein Precursor bzw. Ausgangsstoff, welcher das Zielmaterial für die Ablagerung enthält, wie z. B. Ruthenium (Ru) oder Iridium (Ir), in einen gasförmigen Zustand gewandelt, um so mit der Brennstoffzelle-Anode zu reagieren, welche bereits gebildet worden ist. Dann wird das Ausblasen durchgeführt, indem ein inertes Gas benutzt wird, um die Reststoffe zu entfernen. Schließlich wird ein Sauerstoff-Liefermaterial (Sauerstoff oder Dampf) geliefert, um das Ruthenium (Ru)

oder Iridium (Ir) zu oxidieren. Der obige Prozess wird wiederholt, um dadurch den Elektrolyse-Katalysator auf der Anode zu synthetisieren, was zur gleichen Zeit des Ladens des Elektrolyse-Katalysators erreicht werden kann.

[0040] Entsprechend der oben beschriebenen ALD-Technologie kann der Elektrolyse-Katalysator in einem atomaren Ausmaß auf der Brennstoffzelle-Anode abgelagert werden, wie dies beispielsweise in **Fig. 3** gezeigt wird.

[0041] Indessen kann, wie in **Fig. 4** gezeigt wird, Titanoxid (TiO_2), welches als ein Element des Wasser-Elektrolyse-Katalysators dienen kann, auf der Anode in der Form von Partikeln abgeladen werden.

[0042] Entsprechend kann bei der vorliegenden Erfindung die Leistungsfähigkeit der Elektrode verbessert werden, indem der Elektrolyse-Katalysator auf der bereits gebildeten Brennstoffzelle-Elektrode eingeführt wird, so dass die Deformation der Elektrodenstruktur minimiert wird.

[0043] Zusätzlich kann die Herstellungszeit verglichen mit dem herkömmlichen Herstellungsprozess der Brennstoffzelle reduziert werden, indem der Elektrolyse-Katalysator synthetisiert wird, wobei ein geeigneter Ablagerungsprozess benutzt wird, wie z. B. die ALD-Technik, während der Elektrolyse-Katalysator geladen wird.

[0044] Während die vorliegende Erfindung mit Bezug auf spezielle Ausführungsformen derselben beschrieben wurde, wird für Fachleute offensichtlich sein, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen durchgeführt werden können, ohne vom Geist und Umfang der Erfindung abzuweichen, wie er in den folgenden Ansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

1. Verfahren des Herstellens einer Anode für eine Brennstoffzelle, wobei das Verfahren aufweist: Synthetisieren eines Brennstoffzelle-Katalysators für eine Anode, wobei eine elektrochemische Technik benutzt wird; Bilden einer Elektrode für die Anode, wobei der synthetisierte Brennstoffzelle-Katalysator benutzt wird; und Synthetisieren eines Elektrolyse-Katalysators, welcher benutzt wird, um Wasser zu elektrolysieren, auf der Elektrode, während zugleich der Elektrolyse-Katalysator in die Anode geladen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Brennstoffzelle eine Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Brennstoffzelle-Katalysator aus der Gruppe ausgewählt ist,

welche besteht aus: Edelmetallen, Übergangsmetallen, Oxiden von Edelmetallen und Übergangsmetallen, Legierungen von Edelmetallen und Übergangsmetallen und Mischungen derselben.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Elektrolyse-Katalysator aus der Gruppe ausgewählt ist, welche besteht aus: Edelmetalloxiden, Mischungen von Edelmetalloxiden, festen Lösungen von Edelmetalloxiden, Mischungen von Edelmetalloxiden und "Ventil"-Metalloxiden, festen Lösungen von Edelmetalloxiden und "Ventil"-Metalloxiden und Kombinationen davon.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Elektrolyse-Katalysator aus der Gruppe ausgewählt ist, welche besteht aus: Rutheniumoxid (RuO_x), Iridiumoxid (IrO_x) und festen Lösungen von Rutheniumoxid (RuO_x) und Iridiumoxid (IrO_x).

6. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Elektrolyse-Katalysator aus der Gruppe ausgewählt ist, welche besteht aus: einer festen Lösung von Rutheniumoxid (RuO_x) und einem "Ventil"-Metalloxid, und einer festen Lösung Iridiumoxid (IrO_x) und einem "Ventil"-Metalloxid.

7. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Elektrolyse-Katalysator eine feste Lösung von Rutheniumoxid (RuO_2) und Titanoxid (TiO_2) aufweist.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Synthetisieren des Elektrolyse-Katalysators durch Atom-schichtablagerung (ALD) durchgeführt wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

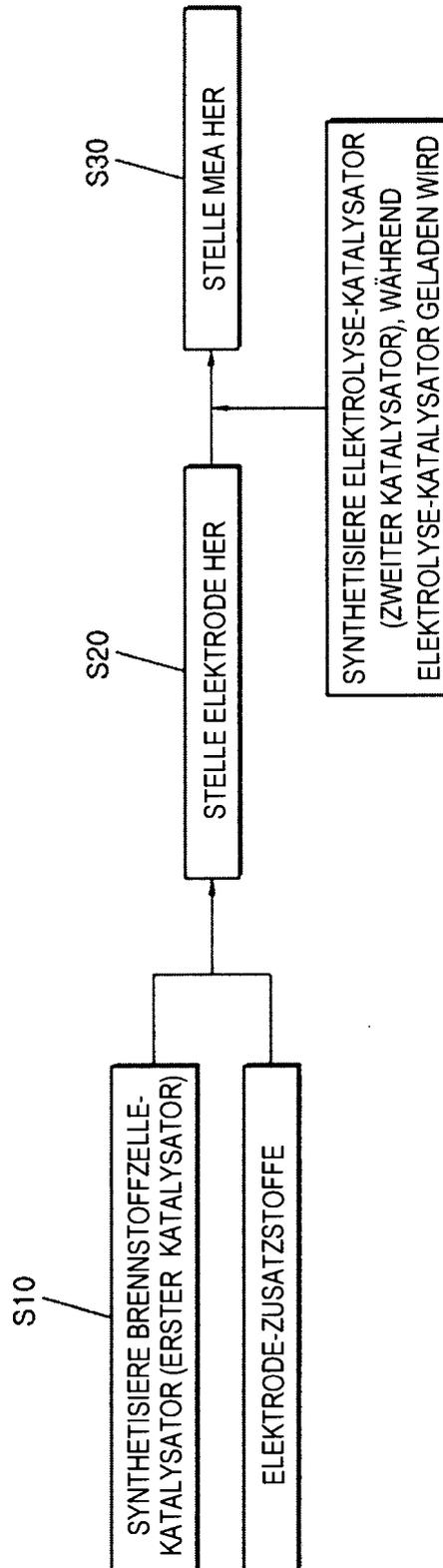


FIG.2

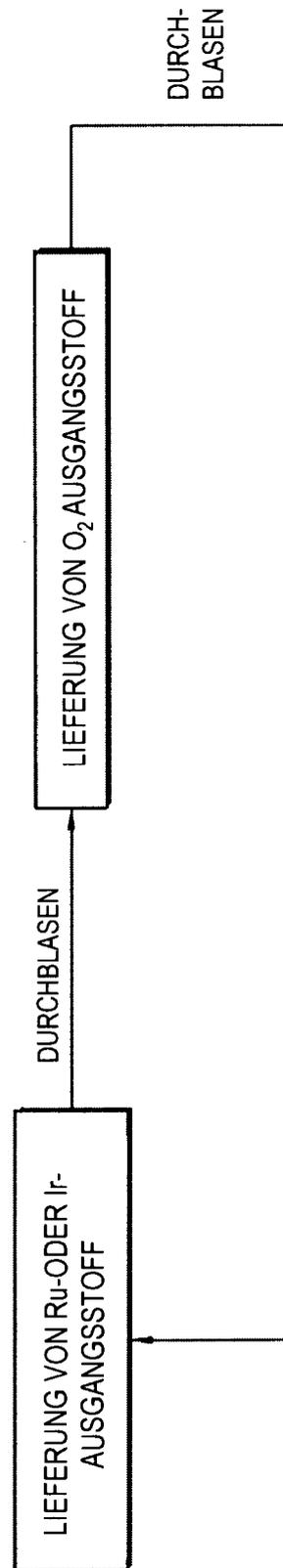


FIG.3

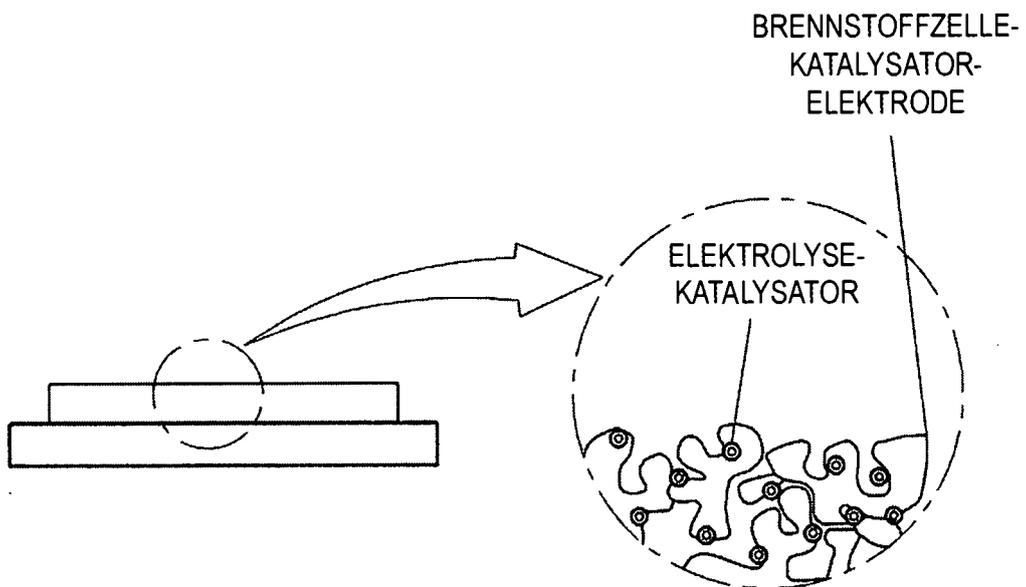


FIG.4

