



(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 001 444.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB2015/050865**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/145129**
(86) PCT-Anmeldetag: **24.03.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **01.10.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **29.12.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.02.2025**

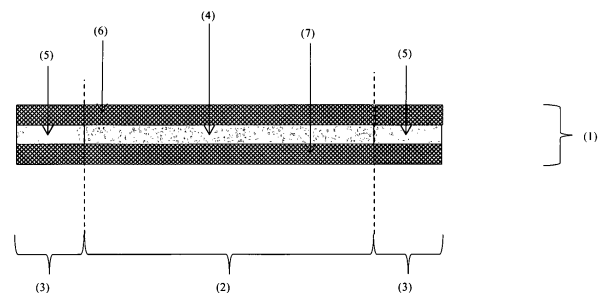
(51) Int Cl.: **H01M 8/1004** (2016.01)
H01M 4/86 (2006.01)
H01M 8/1018 (2016.01)
H01M 8/1053 (2016.01)
H01M 8/1058 (2016.01)
H01M 8/0271 (2016.01)
H01M 8/0289 (2016.01)
C25B 9/60 (2021.01)

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: 1405209.6 24.03.2014 GB 1405211.2 24.03.2014 GB	(72) Erfinder: Barnwell, David Edward, Highworth, Wiltshire, GB; Coleman, Robert Jeffrey, Purton, Wiltshire, GB; Dickinson, Angus, Swindon, Wiltshire, GB; Gray, Peter Geoffrey, Swindon, Wiltshire, GB; Soares, Jorge Manuel Caramelo, Swindon, Wiltshire, GB
(73) Patentinhaber: Johnson Matthey Hydrogen Technologies Limited, London, GB	(56) Ermittelte Stand der Technik: DE 10 2011 106 767 B3 US 2002 / 0 090 542 A1 US 2008 / 0 107 927 A1
(74) Vertreter: BARDEHLE PAGENBERG Partnerschaft mbB Patentanwälte, Rechtsanwälte, 81675 München, DE	

(54) Bezeichnung: **Membran-Versiegelungs-Anordnung**

(57) Hauptanspruch: Verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung, wobei die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung einen inneren Bereich und einen Randbereich umfasst, und wobei der innere Bereich eine ionenleitende Komponente umfasst und der Randbereich eine Versiegelungskomponente umfasst, wobei die erste und zweite planar verstärkende Komponente sich jeweils über den inneren Bereich in den Randbereich erstrecken und wobei die Poren einer jeden der ersten und zweiten planar verstärkenden Komponente in dem inneren Bereich mit ionenleitender Komponente imprägniert sind und die Poren einer jeden der ersten und zweiten planaren verstärkenden Komponente in dem Randbereich mit Versiegelungskomponente imprägniert sind.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung und insbesondere eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung, die mehrere verstärkende Schichten aufweist. Die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung der Erfindung ist zur Verwendung in einer Brennstoffzelle oder einem Elektrolyseur geeignet.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Eine Brennstoffzelle ist eine elektrochemische Zelle, die zwei Elektroden umfasst, die durch einen Elektrolyt getrennt sind. Ein Brennstoff, wie beispielsweise Wasserstoff, oder ein Alkohol, wie beispielsweise Methanol oder Ethanol, wird zu der Anode zugeführt und ein Oxidationsmittel, wie beispielsweise Sauerstoff oder Luft, wird zu der Kathode zugeführt. Elektrochemische Reaktionen laufen an den Elektroden ab und die chemische Energie des Brennstoffs und des Oxidationsmittels wird in elektrische Energie und Wärme umgewandelt. Elektrokatalysatoren werden zur Förderung der elektrochemischen Oxidation des Brennstoffs an der Anode und der elektrochemischen Reduktion von Sauerstoff an der Kathode verwendet.

[0003] In mit Wasserstoff als Brennstoff betriebenen oder mit Alkohol als Brennstoff betriebenen Protoneaustauschmembranbrennstoffzellen (PEMFC) ist der Elektrolyt eine feste Polymermembran, die elektronisch isolierend und Protonen leitend ist. Protonen, die an der Anode produziert werden, werden durch die Membran zu der Kathode transportiert, wo sie sich mit Sauerstoff unter Bildung von Wasser vereinigen. Der gemeinhin am weitesten verwendete Alkoholbrennstoff ist Methanol und diese Variante der PEMFC wird häufig als direkte Methanol-Brennstoffzelle (DMFC) bezeichnet.

[0004] Die Hauptkomponente der PEMFC ist als Membran-Elektroden-Anordnung (MEA) bekannt und besteht im Wesentlichen aus fünf Schichten. Die zentrale Schicht ist die polymere ionenleitende Membran. Auf jeder Seite der ionenleitenden Membran befindet sich eine Elektrokatalysatorschicht, die einen Elektrokatalysator enthält, der für die spezielle elektrokatalytische Reaktion ausgestaltet ist. Schließlich befindet sich benachbart zu jeder Elektrokatalysatorschicht eine Gasdiffusionsschicht. Die Gasdiffusionsschicht muss erlauben, dass die Reaktanten die Elektrokatalysatorschicht erreichen, und muss den elektrischen Strom, der durch die elektrochemischen Reaktionen erzeugt wird, leiten. Folglich muss die Gasdiffusionsschicht porös und elektrisch leitend sein.

[0005] Herkömmlicherweise kann die MEA mittels einer Reihe von nachfolgend geschilderten Verfahren hergestellt werden:

(i) Die Elektrokatalysatorschicht kann auf die Gasdiffusionsschicht appliziert werden, um eine Gasdiffusionselektrode zu bilden. Zwei Gasdiffusionselektroden können auf jeder Seite einer ionenleitenden Membran platziert und miteinander laminiert werden, um eine fünf-schichtige MEA zu bilden.

(ii) Die Elektrokatalysatorschicht kann auf beide Flächen der ionenleitenden Membran appliziert werden, um eine mit Katalysator beschichtete, ionenleitende Membran zu bilden. Nachfolgend werden Gasdiffusionsschichten auf beide Flächen der mit Katalysator beschichteten, ionenleitenden Membran appliziert.

(iii) Eine MEA kann aus einer auf einer Seite mit einer Elektrokatalysatorschicht beschichteten, ionenleitenden Membran, einer benachbart zu der Elektrokatalysatorschicht befindlichen Gasdiffusionsschicht und einer Gasdiffusionselektrode auf der anderen Seite der ionenleitenden Membran gebildet werden.

[0006] Herkömmlicherweise wird die MEA so konstruiert, dass sich die zentrale polymere, ionenleitende Membran bis zur Kante der MEA erstreckt, wobei die Gasdiffusionsschichten und die Elektrokatalysatorschichten kleinflächiger sind als die Membran in einer derartigen Weise, dass eine Fläche um die Peripherie der MEA herum verbleibt, die lediglich ionenleitende Membran umfasst. Die Fläche, wo kein Elektrokatalysator vorhanden ist, ist eine nicht elektrochemisch aktive Region. Filmschichten, die typischerweise aus nicht ionenleitenden Polymeren gebildet sind, werden allgemein um den Randbereich der MEA herum auf den freiliegenden Oberflächen der ionenleitenden Membran positioniert, wo kein Elektrokatalysator vorhanden ist, um den Rand der MEA zu versiegeln und/oder zu verstärken. Eine Haftschrift kann auf einer oder beiden Oberflächen der Filmschicht vorhanden sein.

[0007] Die die Komponenten umfassenden Schichten in der MEA werden typischerweise mittels eines Laminierungsprozesses gebunden. Typischerweise erstreckt sich ein großer Teil des in der Membran verwendeten polymeren ionenleitenden Materials über den elektrochemisch aktiven Bereich hinaus in einen nicht elektrochemisch aktiven Bereich, oftmals bis zu mehreren Zentimetern. Bei MEAs mit einer geringen geometrischen Fläche kann dieser nicht elektrochemisch aktive Bereich bis zu 50 % der gesamten geometrischen Fläche der MEA ausmachen. Die Membran, die sich über den elektrochemisch aktiven Bereich hinaus erstreckt, trägt nicht zur Aktivität und Leistungsfähigkeit bei. Die polymere ionenleitende Membran ist eine der teuersten Kom-

ponenten in der Brennstoffzelle und es ist daher wünschenswert, ihre Verwendung zu minimieren. Des Weiteren werden die Versiegelungsfilmschichten, die um den Kantenbereich der MEA positioniert sind, typischerweise durch Verwenden einer Rolle des Films und Herausschneiden eines Mittelbereichs zur Erzeugung eines Fensterrahmens, der anschließend um die Kante der MEA positioniert wird, gebildet. Somit wird ein bedeutender Anteil des Versiegelungsfilmmaterials ebenfalls vergeudet. Es ist allgemeine Praxis, dass die polymere, ionenleitende Membran auch ein verstärkendes Material, wie beispielsweise ein planares poröses Material umfasst, das in der Dicke der Membran eingebettet ist, um für eine bessere mechanische Festigkeit der Membran und somit eine erhöhte Haltbarkeit der MEA und Lebensdauer der Brennstoffzelle zu sorgen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Um eine schnellere Geschwindigkeit bei der Kommerzialisierung von Brennstoffzellen und eine höhere Marktdurchdringung zu erreichen, ist es notwendig, weitere Verbesserungen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit der MEA zu erreichen und des Weiteren den Materialverbrauch und somit die Kosten zu verringern und auch die Herstellungskosten signifikant zu verringern und die Herstellungs-Output-Rate bei der MEA zu erhöhen. Folglich werden kontinuierliche, ein hohes Volumen aufweisende Herstellungsverfahren, bei denen eine kontinuierliche Rolle MEA mit hoher Geschwindigkeit produziert wird, als Alternativen zu Herstellungsverfahren eingeführt, bei denen individuelle MEAs aus den getrennten MEA-Komponenten zusammengebaut werden. Daher sind MEA-Ausgestaltungen erforderlich, die gleichzeitig (i) die Eigenschaften der Funktionsleistungsfähigkeit der MEA verbessern, (ii) die Verwertung der kostenintensiven Materialien und Komponenten maximieren, und (iii) des Weiteren durch Herstellungsverfahren, die geringe Kosten, eine hohe Geschwindigkeit und einen hohen Durchsatz aufweisen, hergestellt werden können.

[0009] Die vorliegende Erfindung liefert eine Ausgestaltung für eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung, die für eine erhöhte Festigkeit, mechanische Stabilität und somit Haltbarkeit, eine hohe Verwertung der ionenleitenden Membran und des Versiegelungsfilmmaterials sorgt und die einem kontinuierlichen Hochgeschwindigkeits-Herstellungsverfahren zugänglich ist.

[0010] Die vorliegende Erfindung liefert eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung, wobei die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung einen inneren Bereich und einen Randbereich umfasst und wobei der innere Bereich eine ionenleitende Komponente umfasst und der Randbereich

eine Versiegelungskomponente umfasst; wobei die erste und zweite planare verstärkende Komponente sich jeweils über den inneren Bereich in den Randbereich hineinerstrecken und wobei die Poren einer jeden der ersten und zweiten planaren verstärkenden Komponente in dem inneren Bereich mit ionenleitender Komponente imprägniert sind und wobei die Poren einer jeden der ersten und zweiten planaren verstärkenden Komponente in dem Randbereich mit Versiegelungskomponente imprägniert/durchtränkt sind.

[0011] Des Weiteren wird ein Verfahren zur Herstellung der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung bereitgestellt.

[0012] Die Erfindung liefert ferner eine mit Katalysator beschichtete verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung und eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnung.

Kurze Beschreibung der Figuren

Die **Fig. 1** zeigt die inneren und Randbereiche einer verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung der Erfindung.

Die **Fig. 2 bis 4** zeigen Querschnittsansichten von verstärkten Membran-Versiegelungsanordnungen gemäß der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0013] Die vorliegende Erfindung liefert eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung, wobei die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung einen inneren Bereich und einen Randbereich umfasst und wobei der innere Bereich eine ionenleitende Komponente umfasst und der Randbereich eine Versiegelungskomponente umfasst; wobei die erste und zweite planare verstärkende Komponente sich jeweils über den inneren Bereich in den Randbereich hineinerstrecken und wobei die Poren einer jeden der ersten und zweiten planaren verstärkenden Komponente in dem inneren Bereich mit ionenleitender Komponente imprägniert sind und wobei die Poren einer jeden der ersten und zweiten planaren verstärkenden Komponente in dem Randbereich mit Versiegelungskomponente imprägniert/durchtränkt sind.

[0014] Eine oder mehrere zusätzliche planare verstärkende Komponenten kann bzw. können sich über den inneren Bereich in den Randbereich der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung erstrecken.

Innerer Bereich und Randbereich

[0015] Der innere Bereich bezieht sich auf eine planare Fläche in x/y-Richtung (Richtung in der Ebene)

und er erstreckt sich durch die Dicke der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung in einer Richtung durch die Ebene hindurch (z-Richtung).

[0016] Der Randbereich bezieht sich auf eine planare Fläche in der Richtung in der Ebene und er erstreckt sich durch die Dicke der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung in einer Richtung durch die Ebene hindurch (z-Richtung), wobei sich der Randbereich um die Peripherie (den äußeren Rand) des inneren Bereichs erstreckt.

[0017] Ein besseres Verständnis der Begriffe „innerer Bereich“ und „Randbereich“ wird aus **Fig. 1** erhalten, die eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung (1) zeigt, die einen inneren Bereich (2) und einen Randbereich (3) aufweist.

[0018] Herkömmlicherweise weist der innere Bereich eine vierseitige bzw. viereckige Geometrie, wie ein Rechteck oder ein Quadrat, auf und der Randbereich bildet einen Rahmen um den inneren Bereich. Es versteht sich jedoch, dass der innere Bereich eine beliebige geometrische Form aufweisen kann; die innere Kante des Randbereichs weist dann die gleiche geometrische Form wie der innere Bereich auf. Die äußere Kante des Randbereichs muss nicht notwendigerweise eine geometrische Form aufweisen, die der Form der inneren Kante entspricht; beispielsweise kann die innere Kante rund sein und die äußere Kante kann quadratisch sein.

[0019] Die planare Gesamtfläche (d.h. die kombinierte planare (x/y)-Fläche des inneren Bereichs und des Randbereichs) der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung hängt von der Endverwendung der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung ab; die Auswahl einer geeigneten planaren Gesamtfläche liegt innerhalb der Fähigkeiten des Fachmanns auf dem einschlägigen Fachgebiet.

[0020] Die Abmessungen der inneren und Randregion in jeder Schicht werden durch die planare Gesamtfläche bestimmt und hängen ebenfalls von der Endverwendung der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung ab; die Auswahl geeigneter Abmessungen liegt innerhalb der Fähigkeiten des Fachmanns auf dem einschlägigen Fachgebiet.

Ionenleitende Komponente

[0021] In Abhängigkeit von dem Herstellungsverfahren der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung der Erfindung können eine oder mehrere verschiedene ionenleitende Komponenten in der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung vorhanden sein.

[0022] Die ionenleitende(n) Komponente(n) sind entweder aus der Gruppe von Protonen leitenden

Polymeren ausgewählt oder sind aus der Gruppe von Anionen leitenden Polymeren, wie einem ein Hydroxylanion leitenden Polymer, ausgewählt. Beispiele für geeignete Protonen leitende Polymere umfassen Perfluorsulfonsäure-Ionomere (z.B. Nafion® (E.I. DuPont de Nemours and Company), Aciplex® (Asahi Kasei), Aquivion™ (Solvay Speciality Polymers), Flemion® (Asahi Glass Company) oder Ionomere auf Basis eines sulfonierten Kohlenwasserstoffs, wie jenen, die von FuMA-Tech GmbH als die fumapem® der P-, E- oder K-Produktserien, von JSR Corporation, Toyobo Corporation u.a. erhältlich sind. Beispiele für geeignete Anionen leitende Polymere umfassen A901, hergestellt von Tokuyama Corporation und Fumasep FAA von FuMA-Tech GmbH.

[0023] Die ionenleitenden Komponenten können unabhängig eine oder mehr Komponenten umfassen, die die chemische Beständigkeit der Membran unterstützen, beispielsweise ein Wasserstoffperoxid-Zersetzungskatalysator, ein Radikalfänger usw. Beispiele für solche Komponenten sind Fachleuten auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt.

Versiegelungskomponente

[0024] In Abhängigkeit von dem Herstellungsverfahren der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung kann mehr als ein Typ von Versiegelungskomponente vorhanden sein.

[0025] Es ist erforderlich, dass die Versiegelungskomponente mit der ionenleitenden Komponente und der planaren verstärkenden Komponente kompatibel ist. Die Versiegelungskomponente sollte nicht ionenleitend sein und muss im Endprodukt die erforderlichen mechanischen, thermischen und chemischen Eigenschaften für einen Betrieb in einem Brennstoffzellenstapel besitzen. Die Versiegelungskomponente muss in der Lage sein, jeglicher Deformation zu widerstehen, wenn das Trägermaterial bei der Fertigstellung der Verarbeitung entfernt wird.

[0026] Beispiele für geeignete Materialien, die für die Versiegelungskomponente verwendet werden können, umfassen Fluorsilicone, Polyurethane, Copolyamide, Epoxyverbindungen und Fluoracrylate. Spezielle Beispiele für geeignete Versiegelungskomponenten umfassen: Polyvinylidenfluorid (PVDF), Polyetherimid (PEI), Polyimid (PI), Polyethersulfon (PES), fluoriertes Ethylenpropylen (FEP), Polyethylenaphthalat (PEN), Ethylentetrafluorethylen (ETFE), Viton®, Polyethylenoxid (PEO), Polyphenylenerther (PPE), Polyethylenterephthalat (PET), Polyacrylnitril (PAN), Poly(p-phenylensulfid) (PPS), Polyolefine und Silicone.

Planare verstärkende Komponente

[0027] Die erste, zweite und jede beliebige zusätzliche planare verstärkende Komponente sind vorhanden, um Festigkeit und Verstärkung bei der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung zu liefern.

[0028] Die erste, zweite und jede beliebige zusätzliche planare verstärkende Komponenten sind aus einem porösen Material gebildet. Die erste, zweite und beliebige zusätzliche planare verstärkende Komponenten können aus dem gleichen porösen Material oder aus verschiedenen porösen Materialien gebildet sein. Das poröse Material sollte mindestens eine der folgenden Eigenschaften besitzen: mit der bzw. den ionenleitenden und Versiegelungskomponente(n) kompatibel sein, so dass diese Komponenten leicht in das poröse Material imprägniert werden können, während eine poröse Struktur beibehalten wird; für eine verbesserte mechanische Festigkeit und Dimensionsstabilität unter wechselnden Feuchtigkeitsbedingungen der finalen MEA sorgen; nicht leitend sein und chemisch und thermisch stabil bei den Temperaturen sein, bei denen die Brennstoffzelle betrieben wird.

[0029] Geeignete planare Verstärkungskomponenten umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, solche, die aus Nanofaserstrukturen gebildet sind (z.B. durch Elektrosinnen oder Druckspinnen gebildet sind), solche, die aus expandierten Polymernetzen gebildet sind, und solche, die durch Verarbeitung einer planaren nicht-porösen Struktur gebildet sind. Beispiele für zur Verwendung geeignete Materialien sind typischerweise Polymere und umfassen Polytetrafluorethylen (PTFE), Polyvinylidendifluorid (PVDF), Polyetheretherketon (PEEK), Polyimid (PI), Polyetherimid, Polyethersulfon (PES) und Polypropylen (PP).

[0030] Die Porosität des porösen Materials, das die erste, zweite und beliebige weitere planare verstärkende Komponenten bildet, ist geeigneterweise größer als 30 %, vorzugsweise größer als 50 % und am stärksten bevorzugt größer als 70 %. Geeigneterweise ist die Porosität geringer als 95 %. Die Porosität (n) wird gemäß der Formel $n = V_v / V_t \times 100$ berechnet, wobei n für die Porosität steht, V_v das Hohlraumvolumen ist und V_t für das Gesamtvolumen des porösen Materials steht. Das Hohlraumvolumen und das Gesamtvolumen des porösen Materials können mittels Verfahren, die Fachleuten auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt sind, bestimmt werden.

[0031] Das poröse Material, das die erste, zweite und beliebige weitere planare verstärkende Komponenten bildet, kann isotrop oder anisotrop sein. Wenn es anisotrop ist, kann die Richtung der Isotropie in benachbarten planaren verstärkenden Kompo-

nenten gleich sein oder kann in einem Winkel, wie mit 90°, zueinander vorliegen, um eine zusätzliche Stabilität in alle Richtungen bei der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung zu liefern.

[0032] Die erste, zweite und jede weitere planare verstärkende Komponente können sich zu der äußeren Kante des Randbereichs in alle Richtungen erstrecken, d.h. die planare verstärkende Komponente ist co-flächig mit der äußeren Kante des Randbereichs.

[0033] Alternativ können die erste, zweite und jede beliebige weitere planare verstärkende Komponente hinsichtlich der planaren Fläche größer sein als die planare Fläche des inneren Bereichs, jedoch hinsichtlich der Fläche kleiner als die gesamte planare Fläche der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung sein.

[0034] Alternativ erstreckt sich mindestens eine der ersten, zweiten und jeder beliebigen weiteren planaren verstärkenden Komponente zu der äußeren Kante des Randbereichs und mindestens eine andere der ersten, zweiten und jeder beliebigen weiteren planaren verstärkenden Komponente ist hinsichtlich der planaren Fläche größer als die planare Fläche des inneren Bereichs, aber kleiner hinsichtlich der Fläche als die gesamte planare Fläche der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung.

[0035] Alternativ ist eine oder mehrere der ersten, zweiten und einer beliebigen weiteren planaren verstärkenden Komponente co-flächig mit der äußeren Kante des Randbereichs in einer planaren Richtung (z.B. der x-Richtung), hört jedoch an einem Punkt zwischen einer inneren Kante und einer äußeren Kante des Randbereichs in der zweiten planaren Richtung (z.B. y-Richtung) auf.

[0036] Obwohl die Erfindung so beschrieben ist, dass sie eine in dem inneren Bereich vorhandene ionenleitende Komponente und die in dem Randbereich vorhandene Versiegelungskomponente aufweist, kann es einen gemischten Bereich von bis zu 5 mm in der planaren (x und/oder y)-Richtung an der Grenzfläche der ionenleitenden Komponente(n) und der Versiegelungskomponente(n) geben; dieser gemischte Bereich umfasst daher sowohl ionenleitende Komponente als auch Versiegelungskomponente.

[0037] In den gemischten Bereich kann, wenn die Versiegelungskomponente und die ionenleitende Komponente mischbar sind, eine vollständige Durchmischung der zwei Komponenten vorliegen, so dass die Verteilung der Komponenten durch den gemischten Bereich hindurch gleichförmig ist.

[0038] Alternativ können, wenn die Versiegelungskomponente und die ionenleitende Komponente nicht mischbar sind, in der gemischten Region eine oder mehrere „Inseln“ von Versiegelungskomponenten, umgeben von ionenleitender Komponente, vorhanden sein.

[0039] Alternativ können in dem gemischten Bereich eine oder mehrere „Inseln“ der ionenleitenden Komponente, umgeben von der Versiegelungskomponente, vorhanden sein.

[0040] Alternativ kann der gemischte Bereich ein Gemisch von zwei oder mehr der oben beschriebenen Ausgestaltungen umfassen.

[0041] Alternativ kann die Grenzfläche der ionenleitenden Komponente und der Versiegelungskomponente nicht perfekt linear sein, sondern kann unregelmäßig sein, und beispielsweise eine „gewellte“ Linie liefern.

[0042] Alternativ kann ein Gemisch einer unregelmäßigen Grenzfläche und eines gemischten Bereichs vorliegen.

[0043] Obwohl der gemischte Bereich und die unregelmäßige Grenzfläche unter Bezugnahme auf die x- und/oder y-Richtungen beschrieben sind, kann der gemischte Bereich und die unregelmäßige Grenzfläche auch auf die Richtung durch die Ebene hindurch (x-Richtung) zutreffen.

[0044] Alternativ kann eine Komponente eine andere Komponente um bis zu 5 mm in der planaren Richtung an der Grenzfläche der zwei Komponenten überlappen.

[0045] In einer Ausführungsform erstreckt sich die ionenleitende Komponente und/oder Versiegelungskomponente nicht über die planare verstärkende Komponente in einer Richtung durch die Ebene hindurch (z-Richtung) hinaus, so dass keine ionenleitende Komponente und/oder Versiegelungskomponente vorhanden ist, die nicht in die eine oder andere der ersten und/oder zweiten planaren verstärkenden Komponente(n) imprägniert ist.

[0046] Alternativ erstreckt sich die ionenleitende Komponente und/oder die Versiegelungskomponente über die planare verstärkende Komponente in Richtung der Dicke hinaus, so dass eine Schicht der ionenleitenden Komponente und/oder Versiegelungskomponente vorhanden ist, die nicht in entweder die erste oder die zweite planare verstärkende Komponente imprägniert ist. Diese nicht-verstärkte Schicht der ionenleitenden Komponente und/oder der Versiegelungskomponente kann in einer zusätzlichen Stufe appliziert werden oder die nicht-verstärkte Schicht der ionenleitenden Komponente

und/oder der Versiegelungskomponente kann durch Schrumpfen der planaren verstärkenden Komponente beim Trocknen erzeugt werden. Wenn diese nicht-verstärkte Schicht als eine zusätzliche Stufe appliziert wird, kann die Grenzfläche zwischen der nicht-verstärkten Schicht der Versiegelungskomponente und der nicht-verstärkten Schicht der ionenleitenden Komponente versetzt von der Grenzfläche zwischen der Versiegelungskomponente und der ionenleitenden Komponente in der die planare verstärkende Komponente enthaltenden Schicht und/oder von der Grenzfläche in einer beliebigen nicht-verstärkten Schicht auf der anderen Seite der planaren verstärkenden Komponente sein.

[0047] Eine beliebige nicht-verstärkte Schicht der Versiegelungskomponente kann die ionenleitende Komponente überlappen (wobei die ionenleitende Komponente entweder in die Poren der planaren verstärkenden Komponente imprägniert ist oder die ionenleitende Komponente sich über die planare verstärkende Komponente in einer Richtung durch die Ebene hindurch (z-Richtung) erstreckt). Jede Überlappung kann mehr als oder gleich 1 mm betragen. Jede Überlappung kann weniger als oder gleich 10 mm betragen. Alternativ kann anstelle einer Überlappung ein gemischter Bereich, wie hier zuvor beschrieben, der sowohl die ionenleitende Komponente als auch die Versiegelungskomponente umfasst, vorliegen.

[0048] Die Dicke der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung in der Richtung durch die Ebene hindurch (z-Richtung) in dem inneren Bereich hängt von ihrer Endanwendung ab. Im Allgemeinen beträgt die Dicke jedoch $\leq 50 \mu\text{m}$, wie $\leq 35 \mu\text{m}$, z.B. $\leq 25 \mu\text{m}$. Geeigneterweise beträgt die Dicke $\geq 5 \mu\text{m}$. In einer Ausführungsform weist die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung eine Dicke in der Richtung durch die Ebene (z-Richtung) im inneren Bereich von 8 - 25 μm auf.

[0049] Die Erfindung wird nun detaillierter unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, die der Veranschaulichung dienen und die Erfindung nicht einschränken.

[0050] Fig. 2 zeigt eine Durchschnittsansicht einer verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung (1) der Erfindung (mit) einem inneren Bereich (2) und einem Randbereich (3). Der innere Bereich jeder Schicht umfasst die ionenleitende Komponente (4) und der Randbereich jeder Komponente (bzw. Schicht) umfasst eine Versiegelungskomponente (5). Eine erste planare verstärkende Komponente (6) und eine zweite planare verstärkende Komponente (7) (durch die Kreuzschraffur angezeigt) erstrecken sich über den inneren Bereich (2) hinweg und in den Randbereich (3) der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung (1). Die erste und die

zweite verstärkende Komponente (6 und 7) sind in der ionenleitenden Komponente (4) und der Versiegelungskomponente (5) eingebettet, so dass alle Poren der ersten und der zweiten verstärkenden Komponente (6 und 7) im Wesentlichen mit ionenleitender Komponente (4) oder Versiegelungskomponente (5) gefüllt sind. Mit dem Ausdruck „im Wesentlichen gefüllt“ ist gemeint, dass mindestens 90 %, geeigneterweise mindestens 95 % und vorzugsweise mindestens 99 % des Porenvolumens der verstärkenden Komponente gefüllt sind.

[0051] Obwohl **Fig. 2** die zwei planaren verstärkenden Komponenten so zeigt, dass sie durch einen nicht-verstärkten Streifen von ionenleitender Komponente und Versiegelungskomponente getrennt ist, ist dem sachkundigen Fachmann klar, dass diese Trennung während der Herstellung und/oder Weiterverarbeitung der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung verringert werden kann und in einem solchen Ausmaß verringert werden kann, dass die zwei planaren verstärkenden Komponenten im Wesentlichen zueinander benachbart und in Kontakt miteinander vorliegen.

[0052] **Fig. 3** zeigt eine Querschnittsansicht einer verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung (1) der Erfindung, die der in **Fig. 2** gezeigten ähnelt; sämtliche Nummerierungen der Komponenten bleiben gleich. Jedoch kann in **Fig. 3** gesehen werden, dass sich die erste und zweite verstärkende Komponente (6 und 7) nicht zu der Kante des Randbereichs erstrecken, sondern an einem Ort zwischen der Innenkante und der Außenkante des Randbereichs aufhören. Die erste und die zweite verstärkende Komponente (6 und 7) können an einem Ort zwischen der Innen- und der Außenkante des Randbereichs in beiden planaren Richtungen oder in lediglich einer planaren Richtung, wie der quer zum Gewebe verlaufenden Richtung im Falle einer kontinuierlich hergestellten verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung, aufhören.

[0053] **Fig. 4** zeigt eine erweiterte Querschnittsansicht einer verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung (1) der Erfindung ähnlich zu **Fig. 1**, worin sich jedoch die ionenleitende Komponente (4) und die Versiegelungskomponente (5) über die erste und die zweite planare verstärkende Komponente (6 und 7) in einer Richtung durch die Ebene hindurch (z-Richtung) hinaus erstrecken, wobei nicht-verstärkte Schichten (8 und 9) erhalten werden. Dem Fachmann ist klar, dass die Grenzfläche zwischen der Versiegelungskomponente und der ionenleitenden Komponente in einer oder in beiden der nicht-verstärkten Schicht(en) (8 und 9) zueinander versetzt und/oder versetzt zu einer oder beiden Grenzflächen der in die planaren verstärkenden Komponenten eingebetteten Versiegelungskomponente und ionenleitenden Komponente sein kann.

[0054] Obwohl die Figuren innere Bereiche und Randbereiche mit den gleichen Abmessungen über die gesamte verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung hinweg zeigen, ist dem Fachmann klar, dass die Abmessungen des inneren und des Randbereichs über die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung hinweg in einer Richtung durch die Ebene hindurch in Abhängigkeit von den Erfordernissen der Endausgestaltung und den Herstellungsverfahren variieren können.

[0055] Die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung der Erfindung kann mittels einer Reihe von verschiedenen Verfahren hergestellt werden. In einem Verfahren wird die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung in Form von Schichten, beispielsweise auf einem Trägermaterial, durch Ablegen der ionenleitenden Komponente auf dem Trägermaterial (zur Bildung des inneren Bereichs) und der Versiegelungskomponente um die ionenleitende Komponente herum (zur Bildung des Randbereichs) aufgebaut. Alternativ kann die Versiegelungskomponente als Erstes abgelegt werden, gefolgt von der ionenleitenden Komponente. Die Schicht wird anschließend getrocknet. Wenn die Schicht eine planare verstärkende Komponente umfasst, wird diese auf die feuchte Versiegelungskomponente/ionenleitende Komponente vor einem Trocknen appliziert, um zu ermöglichen, dass die planare verstärkende Komponente in die ionenleitende Komponente/Versiegelungskomponente so eingebettet wird, dass alle Poren der planaren verstärkenden Komponente im Wesentlichen mit entweder ionenleitender Komponente oder Versiegelungskomponente gefüllt sind. Weitere Schichten werden anschließend je nach Erfordernis hinzugefügt. Das Trägermaterial wird anschließend an einem geeigneten Zeitpunkt von der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung entfernt.

[0056] Die ionenleitende Komponente und die Versiegelungskomponente werden individuell nach Abscheiden einer jeden getrocknet oder können in einer einzelnen Stufe getrocknet werden, sobald beide abgeschlossen wurden. Ein Trocknen, das zur Entfernung des (der) Lösemittel(s) aus den Beschichtungsdispersionen der ionenleitenden Komponente oder Versiegelungskomponente essenziell ist, kann mittels einer beliebigen geeigneten Heiztechnik, die auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt ist, beispielsweise Luftaufprall, Infrarotbestrahlung usw., durchgeführt werden. In geeigneter Weise wird das Trocknen typischerweise bei einer Temperatur von 70 - 120 °C durchgeführt, es hängt jedoch von der Art des Lösemittels ab und kann bei Temperaturen von bis zu oder über 200 °C durchgeführt werden.

[0057] Die Versiegelungskomponente kann abhängig von der ionenleitenden Komponente zusätzlich

zu dem Trocknen auch gehärtet werden, um eine mechanische und chemische Festigkeit der Komponente zu liefern. Das Härten ist eine chemische Reaktion, um eine Veränderung zu bewirken, beispielsweise eine Vernetzung, und kann thermisch (beispielsweise durch Wärme oder IR-Strahlung) aktiviert werden oder durch UV aktiviert werden.

[0058] Des Weiteren kann die ionenleitende Komponente zusätzlich zu einem Trocknen (und optional einem Härten) getempert werden, um die kristalline Struktur des Ionomers zu verändern und zu festigen. Jegliche Temperungsstufe würde erhöhte Temperaturen im Vergleich zur Trocknungsstufe, beispielsweise von bis zu 200 °C, verwenden.

[0059] Die Härtungs- und/oder Temperungsstufen können nach jeder Trocknungsstufe oder am Ende des Ablagerungsverfahrens vor der Entfernung des Trägermaterials durchgeführt werden. Abhängig von den für die Versiegelungskomponente und die ionenleitende Komponente verwendeten Materialien kann das Härten und das Tempern in einem einzelnen Prozeß durchgeführt werden.

[0060] Das Trägermaterial ist nicht Teil der finalen verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung, sondern es soll in einer nachfolgenden Stufe entfernt werden. Diese Stufe kann augenblicklich durchgeführt werden, nachdem die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnungen gebildet wurden, oder sie kann zu einem gewissen Zeitpunkt stromab in dem Herstellungsverfahren durchgeführt werden, wenn die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung mit anderen Komponenten kombiniert wird, um eine mit Katalysator beschichtete, verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung oder eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnung herzustellen. Das Trägermaterial bildet einen Träger für die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung während der Herstellung, und wenn es nicht unmittelbar entfernt wird, kann es einen Träger und Festigkeit während einer beliebigen nachfolgenden Lagerung und/oder einem Transport darstellen bzw. liefern. Das Material, aus dem das Trägermaterial hergestellt wird, sollte den erforderlichen Träger liefern, mit der planaren verstärkenden Komponente, der ionenleitenden Komponente und der Versiegelungskomponente kompatibel sein, für die ionenleitende Komponente und die Versiegelungskomponente undurchlässig sein, in der Lage sein, den bei der Herstellung der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung verwendeten Verfahrensbedingungen zu widerstehen, und in der Lage sein, ohne Schädigung der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung leicht entfernt zu werden. Beispiele für Materialien mit Eignung zur Verwendung umfassen ein Fluorpolymer, wie beispielsweise Polytetrafluorethylen (PTFE), Ethylentetrafluorethylen (ETFE), Perfluoralkoxypolymer (PFA), fluoriertes Ethylen-

Propylen (FEP - ein Copolymer aus Hexafluorpropylen und Tetrafluorethylen) und Polyolefine, wie beispielsweise biaxial orientiertes Polypropylen (BOPP). Weitere Beispiele umfassen Lamine, Mehrschichtextrudate und beschichtete Filme/Folien mit der Fähigkeit, ihre mechanische Festigkeit/Integrität bei erhöhten Temperaturen beizubehalten, beispielsweise bei Temperaturen bis 200 °C. Beispiele umfassen Lamine von: Poly(ethylen-co-tetrafluorethylen) (ETFE) und Polyethylenphthalat (PEN); Polymethylpenten (PMP) und PEN; Polyperfluoralkoxy (PFA) und Polyethylenterephthalat (PET) und Polyimid (PI). Die Lamine können zwei oder mehr Schichten aufweisen, beispielsweise ETFE-PEN-ETFE, PMP-PEN-PMP, PFA-PET-PFA, PEN-PFA, FEP-PI-FEP, PFA-PI-PFA und PTFE-PI-PTFE. Die Schichten können unter Verwendung eines Klebstoffs, wie beispielsweise Acryl oder Polyurethan verbunden werden.

[0061] Die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung der Erfindung kann in einer beliebigen elektrochemischen Vorrichtung, die eine ionenleitende Membran erfordert, verwendet werden. Demgemäß liefert ein weiterer Aspekt der Erfindung eine elektrochemische Vorrichtung, die eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung gemäß vorhergehender Beschreibung umfasst. Alternativ wird die Verwendung einer verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung gemäß vorhergehender Beschreibung in einer elektrochemischen Vorrichtung bereitgestellt. Ein Beispiel einer elektrochemischen Vorrichtung, in der die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung der Erfindung besonders zweckdienlich ist, ist eine Brennstoffzelle, beispielsweise eine PEMFC.

[0062] Die Erfindung liefert des Weiteren eine mit Katalysator beschichtete, verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung, die eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung gemäß vorhergehender Beschreibung und eine auf mindestens einer Seite der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung vorhandene Katalysatorschicht umfasst. Die Katalysatorschicht kann auf beiden Seiten der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung vorhanden sein.

[0063] Die Katalysatorschicht umfasst einen oder mehrere Elektrokatalysatoren, bei denen es sich um ein feinteiliges, nicht geträgertes Metallpulver handeln kann oder sie können ein geträgerter Katalysator sein, wobei kleine Metall-Nanopartikel auf elektrisch leitenden, teilchenförmigen Kohlenstoffträgern dispergiert sind. Das Elektrokatalysatormetall ist geeigneterweise aus

(i) den Platingruppenmetallen (Platin, Palladium, Rhodium, Ruthenium, Iridium und Osmium),

- (ii) Gold oder Silber,
- (iii) einem unedlen Metall,

oder einer Legierung oder einem Gemisch, die bzw. das ein oder mehrere dieser Metalle oder deren Oxide umfasst, ausgewählt. Das bevorzugte Elektrokatalysatormetall ist Platin, das mit anderen Edelmetallen oder unedlen Metallen legiert sein kann. Wenn der Elektrokatalysator ein geträgerter Katalysator ist, liegt die Beladung der Metallteilchen auf dem Kohlenstoffträgermaterial geeigneter Weise in einem Bereich von 10 - 90 Gew.-%, vorzugsweise 15 - 75 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des erhaltenen Elektrokatalysators.

[0064] Die Katalysatorschicht wird geeigneterweise auf eine Seite der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung als Druckfarbe, entweder organisch oder wässrig (jedoch vorzugsweise wässrig), appliziert. Die Druckfarbe kann in geeigneter Weise weitere Komponenten, wie beispielsweise ein ionenleitendes Polymer gemäß Beschreibung in der EP 0 731 520 A1 umfassen, die zur Verbesserung der Ionenleitfähigkeit in der Schicht inkludiert sind. Alternativ wird der Katalysator auf eine Seite der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung durch Decalübertragung (Abziehbildübertragung) einer zuvor hergestellten Katalysatorschicht appliziert.

[0065] Die Katalysatorschicht kann ferner weitere Komponenten umfassen. Derartige weitere Komponenten umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, einen Katalysator, der die Sauerstoffentwicklung erleichtert und folglich von Nutzen in Zellumkehrsituationen und Einschalt-/Abschaltituationen ist, oder einen Wasserstoffperoxidzersetzungskatalysator. Beispiele für derartige Katalysatoren und beliebige weitere Additive mit Eignung zum Einarbeiten in die Katalysatorschicht sind einem Fachmann auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt.

[0066] Die Erfindung liefert ferner eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnung, die eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung gemäß vorhergehender Beschreibung und einen Gasdiffusionselektrode, die auf mindestens einer Seite der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung vorhanden ist, umfasst. Eine Gasdiffusionselektrode kann auf beiden Seiten der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung vorhanden sein.

[0067] Die verstärkte Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnung kann in einer Reihe von Weisen aufgebaut werden, ohne darauf beschränkt zu sein:

- (i) eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung der Erfindung kann zwischen zwei

Gasdiffusionselektroden (einer Anode und einer Kathode) positioniert werden;

- (ii) eine mit Katalysator beschichtete, verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung der Erfindung, die auf einer Seite nur mit einer Katalysatorschicht beschichtet ist, kann zwischen einer Gasdiffusionsschicht und einer Gasdiffusionselektrode positioniert werden, wobei die Gasdiffusionsschicht mit der Seite der mit Katalysator beschichteten, verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung, die mit der Katalysatorschicht beschichtet ist, in Kontakt gelangt, oder

- (iii) eine mit Katalysator beschichtete, verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung der Erfindung, die auf beiden Seiten mit einer Katalysatorschicht beschichtet ist, kann zwischen zwei Gasdiffusionsschichten positioniert werden.

[0068] Zur Unterstützung der Bindung der Komponenten und Bildung einer integrierten Membran-Versiegelungs-Anordnung kann eine Haftmittelschicht auf mindestens einen Teil der exponierten Randbereich(e) der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung appliziert werden.

[0069] Die Anoden- und Kathodengasdiffusionsschichten basieren geeigneterweise auf herkömmlichen Gasdiffusionssubstraten. Typische Substrate umfassen nicht gewebte Papiere oder Gewebe, die ein Netzwerk aus Kohlenstofffasern und einem duroplastischen Harzbindemittel umfassen (z.B. die TGP-H-Reihe des Kohlefaserpapiers, das von Toray Industries Inc., Japan erhältlich ist, oder die H2315-Reihe, die von Freudenberg FCCT KG, Deutschland erhältlich ist, oder die Sigracet®-Reihe, die von SGL Technologies GmbH, Deutschland erhältlich ist, oder die AvCarb®-Reihe von Ballard Power Systems Inc), oder gewebte Kohletücher. Das Kohlepapier, -gewebe oder -tuch kann mit einer weiteren Behandlung versehen werden, bevor es in eine MEA eingearbeitet wird, entweder um es benetzbarer (hydrophil) oder stärker nassfest (hydrophob) zu machen. Die Art jeglicher Behandlungen hängt von dem Typ der Brennstoffzelle und den Betriebsbedingungen, die verwendet werden, ab. Das Substrat kann durch Einarbeiten von Materialien, wie amorphen Rußen, mittels Imprägnieren aus flüssigen Suspensionen benetzbarer gemacht werden oder kann durch Imprägnieren der Porenstruktur des Substrats mit einer kolloidalen Suspension eines Polymers, wie beispielsweise PTFE oder Polyfluorethylenpropylen (FEP) stärker hydrophob gemacht werden, gefolgt von einem Trocknen und Erwärmen über den Schmelzpunkt des Polymers. Für Anwendungen, wie beispielsweise die PEMFC, kann eine mikroporöse Schicht auf das Gasdiffusionssubstrat auf der Fläche appliziert werden, die mit der Elektrokatalysatorschicht in Kontakt kommt. Die mikroporöse Schicht umfasst typischerweise ein Gemisch eines

Rußes und eines Polymers, wie beispielsweise Polytetrafluorethylen (PTFE).

[0070] Die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung, mit Katalysator beschichtete, verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung oder verstärkte Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnung kann ferner ein Additiv umfassen. Das Additiv kann intern in einer beliebigen der individuellen Komponentenschichten der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung, der mit Katalysator beschichteten, verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung oder der verstärkten Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnung vorhanden sein oder kann im Fall einer mit Katalysator beschichteten, verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung oder einer verstärkten Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnung auf einer oder mehreren der Grenzflächen zwischen den verschiedenen Schichten und/oder in einer oder mehreren der Schichten vorhanden sein.

[0071] Das Additiv kann eines oder mehrere sein, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Wasserstoffperoxidzersetzungskatalysatoren, Radikalfängern, einem freie Radikale zersetzenden Katalysator, einem selbstregenerierenden Antioxidationsmittel, einem primären Wasserstoffdonor (H-Donor)-Antioxidationsmittel, einem sekundären, freie Radikale einfangenden Antioxidationsmittel und Sauerstoffabsorbieren (Sauerstofffängern) besteht. Beispiele für diese unterschiedlichen Additive können in der WO 2009/040571 A und der WO 2009/109780 A gefunden werden. Ein bevorzugtes Additiv ist Cerdioxid (Ceroxid).

[0072] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung liefert eine mit Katalysator beschichtete verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung mit unterer Dichtung, die eine erfindungsgemäße, mit Katalysator beschichtete verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung und eine auf die Versiegelungskomponente auf einer oder beiden Flächen der mit Katalysator beschichteten verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung applizierte untere Dichtung umfasst. Die untere Dichtung ist so ausgestaltet, dass sie weitere Festigkeit und Robustheit an den Kanten der mit Katalysator beschichteten Membran-Versiegelungs-Anordnung liefert. Die untere Dichtung ist üblicherweise ein Polymermaterial und kann aus den gleichen Materialien wie die Versiegelungskomponentenmaterialien ausgewählt sein oder kann ein unterschiedlicher Polymertyp sein, der speziell für seine Anwendung als untere Dichtung ausgewählt ist. Die untere Dichtung kann auf die Versiegelungskomponenten der mit Katalysator beschichteten Membran-Versiegelungs-Anordnung unter Verwendung ähnlicher Verfahren wie denjenigen, die zur Applikation der Versiegelungskomponenten beschrieben sind, aufgetragen werden oder kann als ein vorgeformter Bilderrahmenfilm

über die Versiegelungskomponenten appliziert werden. Die untere Dichtung kann auf eine oder beide Flächen der mit Katalysator beschichteten Membran-Versiegelungs-Anordnung appliziert werden, wenn sie jedoch auf beide Flächen appliziert wird, kann dies lediglich nach Entfernung des Trägermaterials bewerkstelligt werden.

[0073] Eine ein Haftmittel umfassende Schicht kann verwendet werden, um die Haftung der unteren Dichtung an der mit Katalysator beschichteten verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung zu unterstützen. Die Haftmittelschicht kann ein integraler Teil der unteren Dichtung sein, beispielsweise in einer Weise, dass die untere Dichtung und die Haftmittelschicht in einer einzelnen Stufe appliziert werden, oder die Haftmittelschicht kann zuerst auf die mit Katalysator beschichtete verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung appliziert werden und anschließend wird die untere Dichtung auf die Haftmittelschicht appliziert.

[0074] Ein weiterer Aspekt der Erfindung liefert eine untere Dichtung aufweisende, verstärkte Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnung, die eine mit Katalysator beschichtete, verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung, eine Gasdiffusionsschicht auf einer oder beiden Seiten der mit Katalysator beschichteten, verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung und eine untere Dichtung, auf einer oder beiden Seiten der mit Katalysator beschichteten, verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung umfasst.

[0075] Die vorliegende Erfindung liefert ferner eine Brennstoffzelle, die eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung, eine mit Katalysator beschichtete, verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung oder eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnung gemäß vorhergehender Beschreibung umfasst. In einer Ausführungsform ist die Brennstoffzelle eine PEMFC.

[0076] Die Ausführungsformen der Erfindung wurden bisher in Hinblick auf einzelne oder individuelle verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnungen, mit Katalysator beschichtete verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnungen oder verstärkte Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnungen beschrieben. Die Lehre der Erfindung kann jedoch auch auf eine kontinuierliche Rolle von mehreren verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnungen, mit Katalysator beschichteten, verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnungen und verstärkten Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnungen angewendet werden. Solche Produkte können unter Verwendung eines Verfahrens, das dem in der ebenfalls anhängigen UK-Patentanmeldung ähnelt, hergestellt werden.

[0077] Alle oben beschriebenen Ausführungsformen gelten in gleicher Weise für die Verwendung in Elektrolyseuren auf Basis einer Protonenaustauschmembran (PEM). In diesen PEM-Elektrolyseuren wird die Spannung über die Membran-Elektroden-Anordnungen derart angelegt, dass das zu der Vorrichtung zugespeiste Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff an der Kathode bzw. Anode aufgespalten wird. Die MEAs können unterschiedliche Katalysatorkomponenten zu einer PEM-Brennstoffzelle, wie beispielsweise Materialien auf Basis von Ir und Ru, an der Anode erfordern, sind jedoch andererseits hinsichtlich Konstruktion zu den MEAs für Brennstoffzellen sehr ähnlich.

Patentansprüche

1. Verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung, wobei die verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung einen inneren Bereich und einen Randbereich umfasst, und wobei der innere Bereich eine ionenleitende Komponente umfasst und der Randbereich eine Versiegelungskomponente umfasst, wobei die erste und zweite planar verstärkende Komponente sich jeweils über den inneren Bereich in den Randbereich erstrecken und wobei die Poren einer jeden der ersten und zweiten planar verstärkenden Komponente in dem inneren Bereich mit ionenleitender Komponente imprägniert sind und die Poren einer jeden der ersten und zweiten planaren verstärkenden Komponente in dem Randbereich mit Versiegelungskomponente imprägniert sind.

2. Verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung nach Anspruch 1, wobei eine oder mehrere zusätzliche poröse, planare verstärkende Komponenten sich über den inneren Bereich in den Randbereich der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung erstrecken.

3. Verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die ionenleitende Komponente und/oder Versiegelungskomponente sich nicht über die erste oder zweite planare verstärkende Komponente in einer Richtung durch die Ebene hindurch hinaus erstreckt bzw. erstrecken.

4. Verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die ionenleitende Komponente und/oder Versiegelungskomponente sich über erste oder zweite planare verstärkende Komponente hinaus erstreckt bzw. erstrecken, so dass eine Schicht von ionenleitender Komponente und/oder Versiegelungskomponente vorhanden ist, die nicht entweder in die erste oder zweite planare verstärkende Komponente imprägniert ist.

5. Mit Katalysator beschichtete, verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung, die eine Membran-Versiegelungs-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und eine Katalysatorschicht, die auf mindestens einer Fläche der Membran-Versiegelungs-Anordnung vorhanden ist, umfasst.

6. Mit Katalysator beschichtete, verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung nach Anspruch 5, wobei die Katalysatorschicht auf beiden Flächen der Membran-Versiegelungs-Anordnung vorhanden ist.

7. Verstärkte Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnung, die eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und eine Elektrode, die auf mindestens einer Fläche der Membran-Versiegelungs-Anordnung vorhanden ist, umfasst.

8. Verstärkte Membran-Versiegelungs-Elektrodenanordnung nach Anspruch 7, wobei eine Katalysatorschicht auf beiden Flächen der verstärkten Membran-Versiegelungs-Anordnung vorhanden ist.

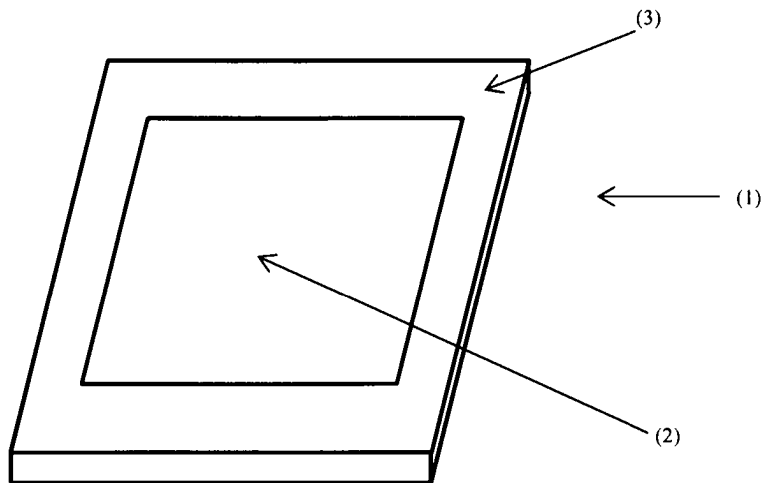
9. Elektrochemische Vorrichtung, die eine verstärkte Membran-Versiegelungs-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 umfasst.

10. Elektrochemische Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei die elektrochemische Vorrichtung eine Brennstoffzelle ist.

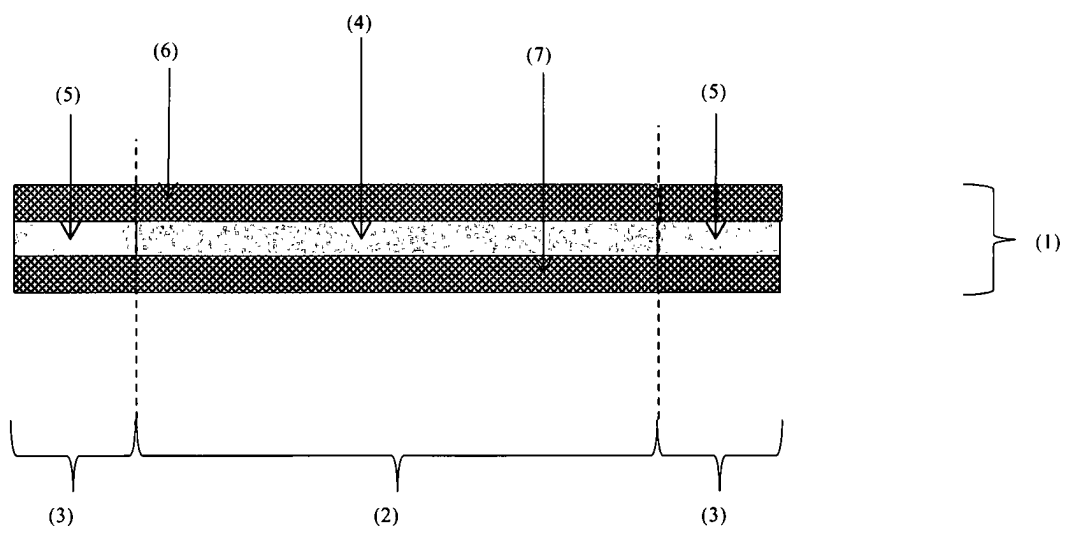
Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

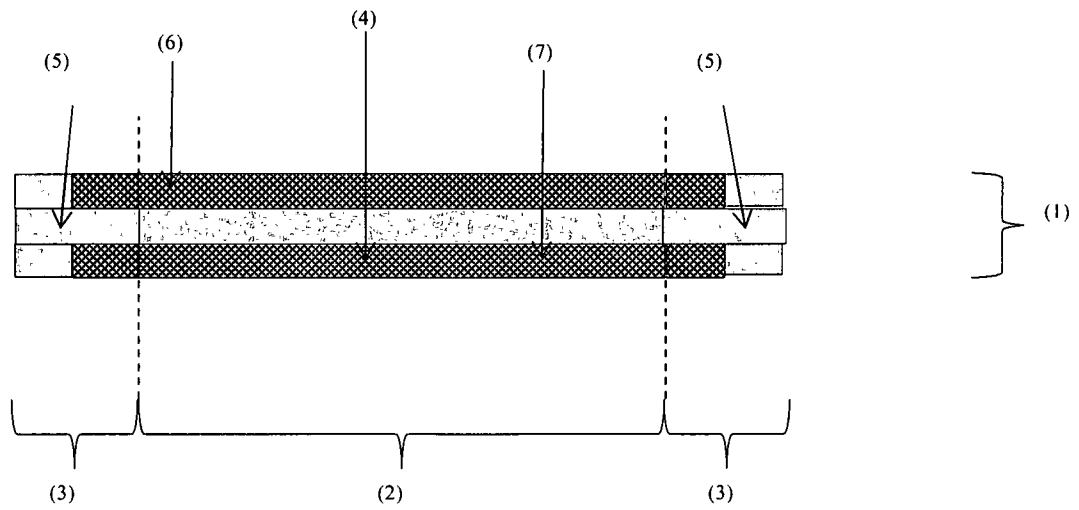
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4

