



(10) **DE 10 2007 008 213 B4** 2018.07.12

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2007 008 213.6**
(22) Anmeldetag: **20.02.2007**
(43) Offenlegungstag: **13.09.2007**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **12.07.2018**

(51) Int Cl.: **H01M 8/0276 (2016.01)**
H01M 8/0284 (2016.01)

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:
11/358,670 21.02.2006 US

(73) Patentinhaber:
**GM Global Technology Operations LLC (n. d. Ges.
d. Staates Delaware), Detroit, Mich., US**

(74) Vertreter:
**Manitz Finsterwald Patentanwälte PartmbB, 80336
München, DE**

(72) Erfinder:
**Leistra, James, Penfield, N.Y., US; James,
Ronald L., North Chili, N.Y., US; Dobulis, David,
Rochester, N.Y., US**

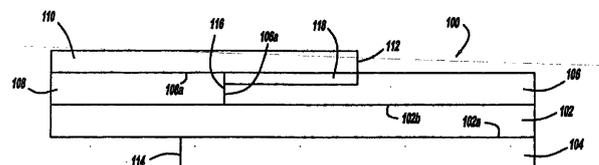
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 692 04 834 T2
WO 2005/0 06 473 A2

(54) Bezeichnung: **MEMBRANELEKTRODENANORDNUNG FÜR EINE BRENNSTOFFZELLE MIT VERBESSERTER HALTBARKEIT**

(57) Hauptanspruch: Membranelektrodenanordnung (100), mit:
einer Membranschicht (102);
einer Kathodenkatalysatorschicht (104) benachbart einer Fläche (102a) der Membranschicht (102);
einer Anodenkatalysatorschicht (106) benachbart einer anderen Fläche (102b) der Membranschicht (102), wobei die Membranschicht (102) zwischen der Kathodenkatalysatorschicht (104) und der Anodenkatalysatorschicht (106) angeordnet ist;
einer Klebstoffschicht (108) benachbart der anderen Fläche (102b) der Membranschicht (102), wobei die Klebstoffschicht (108) an eine Fläche (106a) der Anodenkatalysatorschicht (106) angrenzt; und
einer Unterdichtungsschicht (110), die einen Randabschnitt (112) aufweist, wobei die Unterdichtungsschicht (110) sich benachbart einer Fläche (108a) der Klebstoffschicht (108) befindet, wobei die Klebstoffschicht (108) zwischen der Unterdichtungsschicht (110) und der Membranschicht (102) angeordnet ist;
wobei sich die Kathodenkatalysatorschicht (102) und die Anodenkatalysatorschicht (106) entlang einer Länge der Membranschicht (102) relativ zu dem Randabschnitt (112) der Unterdichtungsschicht (110) erstrecken, wobei sich die Kathodenkatalysatorschicht (104) über eine größere Länge entlang der Länge der Membranschicht (102) als die Anodenkatalysatorschicht (106) relativ zu dem Randabschnitt (112) der Unterdichtungsschicht (110) erstreckt; dadurch gekennzeichnet, dass

ein Anteil der Klebstoffschicht (108) in die Anodenkatalysatorschicht (106) eindringt, um eine Klebstoffeindringsschicht ...



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Brennstoffzellen und insbesondere neue und verbesserte Membranelektrodenanordnungen gemäß dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche, die eine gesteigerte Haltbarkeit aufweisen. Solch eine Membranelektrodenanordnung ist beispielsweise aus der DE 692 04 834 T2 oder der WO 2005/006473 A2 bekannt geworden.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Brennstoffzellen sind bei vielen Anwendungen als eine Energiequelle verwendet worden. Beispielsweise sind Brennstoffzellen zur Verwendung in elektrischen Fahrzeugantriebsanlagen als Ersatz für Verbrennungsmotoren vorgeschlagen worden. Bei Brennstoffzellen vom Protonenaustauschmembran-(PEM)-Typ wird Wasserstoff an die Anode der Brennstoffzelle geliefert und Sauerstoff als das Oxidationsmittel an die Kathode geliefert. PEM-Brennstoffzellen umfassen eine Membranelektrodenanordnung (MEA) mit einer dünnen protonendurchlässigen, nicht elektrisch leitenden Festpolymerelektrolytmembran, die auf einer ihrer Seiten den Anodenkatalysator und auf der entgegengesetzten Seite den Kathodenkatalysator aufweist. Die MEA ist schichtartig zwischen einem Paar elektrisch leitender Elemente angeordnet, die manchmal als die Gasdiffusionsmediumkomponenten bezeichnet werden und die: (1) als Stromkollektoren für die Anode und Kathode dienen; (2) geeignete Öffnungen darin zur Verteilung der gasförmigen Reaktanden der Brennstoffzelle über die Oberflächen der jeweiligen Anoden- und Kathodenkatalysatoren enthalten; (3) Produktwasserdampf oder flüssiges Wasser von der Elektrode an Strömungsfeldkanäle entfernen; (4) zur Wärmeabweisung wärmeleitend sind; und (5) eine mechanische Festigkeit besitzen. Der Begriff „Brennstoffzelle“ wird typischerweise dazu verwendet, abhängig vom Kontext entweder eine einzelne Zelle oder eine Vielzahl von Zellen (beispielsweise einen Stapel) zu bezeichnen. Gewöhnlich werden eine Vielzahl einzelner Zellen miteinander gebündelt, um einen Brennstoffzellenstapel zu bilden, und werden gewöhnlich in Reihe angeordnet. Jede Zelle in dem Stapel umfasst die vorher beschriebene MEA, und jede derartige MEA liefert ihr Spannungsinkrement.

[0003] In PEM-Brennstoffzellen ist Wasserstoff (H_2) der Anodenreaktant (d.h. Brennstoff), und Sauerstoff ist der Kathodenreaktant (d.h. Oxidationsmittel). Der Sauerstoff kann entweder in reiner Form (O_2) oder als Luft (einer Mischung aus O_2 und N_2) vorliegen. Die Festpolymerelektrolyte bestehen typischerweise aus Ionentauscherharzen, wie perfluorierter Sulfonsäure. Die Anode/Kathode umfasst typischerweise

fein geteilte katalytische Partikel, die oftmals auf Kohlenstoffpartikeln getragen und mit einem protonenleitenden Harz gemischt sind. Die katalytischen Partikel sind typischerweise teure Edelmetallpartikel. Diese Membranelektrodenanordnungen sind relativ teurer herzustellen und erfordern für einen effektiven Betrieb bestimmte Bedingungen, die ein richtiges Wassermanagement wie auch eine richtige Befeuchtung sowie eine Steuerung katalysatorschädigender Bestandteile, wie Kohlenmonoxid (CO), umfassen.

[0004] Beispiele der Technologie in Verbindung mit Brennstoffzellensystemen vom PEM-Typ und anderen damit in Verbindung stehenden Typen können unter Bezugnahme auf die gemeinsam übertragenen U.S. Patente Nrn. US 3,985,578 A von Witherspoon et al.; US 5,272,017 A von Swathirajan et al.; US 5,624,769 A von Li et al.; US 5,776,624 A von Neutzler, US 6,103,409 A von Di-Pierno Bosco et al.; US 6,277,513 B1 von Swathirajan et al.; US 6,350,539 B1 von Woods, III et al.; US 6,372,376 B1 von Fronk et al.; US 6,376,111 B1 von Mathias et al.; US 6,521,381 B1 von Vyas et al.; US 6,524,736 B1 von Sompalli et al.; US 6,528,191 B1 von Senner; US 6,566,004 B1 von Fly et al.; US 6,630,260 B2 von Forte et al.; US 6,663,994 B1 von Fly et al.; US 6,740,433 B2 von Senner; US 6,777,120 B2 von Nelson et al.; US 6,793,544 B2 von Brady et al.; US 6,794,068 B2 von Rapaport et al.; US 6,811,918 B2 von Blunk et al.; US 6,824,909 B2 von Mathias et al.; U.S. Patentanmeldung Veröffentlichungsnrn. US 2004/0229087 A1 von Senner et al.; US 2005/0026012 A1 von O'Hara; US 2005/0026018 A1 von O'Hara et al.; und US 2005/0026523 A1 von O'Hara et al. gefunden werden.

[0005] Die **Fig. 1** und **Fig. 2** zeigen eine typische, nicht gesteuerte Überlappungsrandkonstruktion, die in den Randgebieten typischerweise versagt, beispielsweise, wo der Randabschnitt 10 der Anodenkatalysatorschicht 12 an den Randabschnitt 14 der Unterdichtungsschicht 16 und den Randabschnitt 18 der Klebstoffschicht 20 angrenzt und/oder wo der Randabschnitt 22 der Kathodenkatalysatorschicht 24 an den Randabschnitt 26 der anderen Unterdichtungsschicht 28 und den Randabschnitt 30 der anderen Klebstoffschicht 32 angrenzt. Es sei angemerkt, dass die Anodenkatalysatorschicht 12 und die Kathodenkatalysatorschicht 24 die Membranschicht 34 in einer überlappenden, gestaffelten oder versetzten Konfiguration schichtartig anordnen, wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt ist.

[0006] Diese ungesteuerte Überlappungskonfiguration erzielt an einigen MEA-Randorten eine Anode > Kathode-Konfiguration und an einigen anderen MEA-Randorten eine Kathode > Anode-Konfiguration typischerweise aufgrund von Herstellertoleranzen bei der Aufbringung der Anoden- und Katho-

denunterdichtungen auf die Membran und während des Elektrodenabziehlagenübertragungsprozesses. Beschränkungen dieser jeweiligen Konstruktionen umfassen einen potenziellen Spalt G zwischen den Rändern der jeweiligen Katalysatorschichten und den Rändern der jeweiligen Unterdichtungen, wie in den **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt ist. Ein Spalt erlaubt einen direkten Gaszugang, beispielsweise entweder O₂ oder H₂, zu der Membranfläche, wodurch die Bildung radikaler *OH- und *HO₂-Arten von den Übertrittsgasen gesteigert wird, was zu einem beschleunigten lokalen chemischen Abbau der Polymermembran führt. Wenn die Elektrode größer als das durch die Unterdichtung erzeugte Fenster ist, kann die Katalysatorschicht „Zelte“ T über dem Rand der Unterdichtung während des Katalysatoraufbringungsprozesses auf die Membran (typischerweise bekannt als Abziehlagenübertragung) bilden, wie in den **Fig. 5** und **Fig. 6** gezeigt ist. Diese Zeltbildung führt typischerweise zu einem Reißen von Katalysator an dem Rand der Unterdichtung und einem darauf folgenden direkten Gaszugang zu der Membranfläche und einem beschleunigten lokalen chemischen Abbau. Zusätzlich führt dieses Zeltbildungsphänomen typischerweise zu einer gewissen Länge der Membranfläche, deren Länge in der Größenordnung der Dicke der Unterdichtung liegt, ohne dass Katalysator an der Membranfläche angebracht ist.

[0007] Es sind verschiedene Versuche gemacht worden, um dieses Problem zu überwinden. Beispielsweise haben einige Hersteller Heißdruck verwendet, um die Unterdichtungen an den Ionomermembranen anzubringen. Zusätzlich zu der Wärme und dem Druck, die in der Technik erforderlich sind, besteht ein zusätzlicher Nachteil darin, dass die Katalysatorschichten nach der Unterdichtung hinzugefügt werden. Dies verhindert, dass die Unterdichtung über der Katalysatorschicht angebracht werden kann. Bei diesem Verfahren kann die Unterdichtung unter dem Katalysator angebracht werden, wobei dies jedoch oftmals zu einem Reißen des Katalysators und einer Delaminierung an dem Unterdichtungsrand führt. Diese Rissbildung resultiert in einem unscharfen Katalysatorrand an dem Unterdichtungsrand. Um die Anoden- und Kathodenkatalysatorränder zu versetzen, erfordert dieses Verfahren zusätzlichen Raum, um die Unsicherheit in dem Katalysatorrand, die durch die Rissbildung bewirkt wird, zu berücksichtigen. Zusätzlich kann dieses Verfahren Spalte von freiliegender Ionomermembran zwischen den Katalysator- und Unterdichtungsändern zurücklassen.

[0008] Andere Versuche verwenden eine Vorgehensweise, bei der die Unterdichtung auf der Oberseite der Membran angeordnet ist. Dann wird dieser Dreischichtaufbau zwischen zwei Stücken von mit katalysatorbeschichtetem Diffusionsmedium angeordnet. Die gesamte Anordnung wird dann über

den Glasübergangspunkt des Ionomers hinaus heißgepresst, um die MEA zu bilden. Während diese Vorgehensweise hinsichtlich einer Steuerung der Katalysatorränder ziemlich robust ist, besitzt sie verschiedene Nachteile. Erstens können die Hitze und der Druck, die erforderlich sind, um die Verbindung zu erhalten, bewirken, dass die Ionomermembran fließt, was zu einer Ausdünnung unter den Unterdichtungen führen kann. Zweitens können die Hitze/Kühlungszyklen thermische Spannungen in dem Teil bewirken. Es können dann Fehler an dem Unterdichtungsrand auftreten. Drittens ist es, da die gesamte MEA zum Einbau des Gasdiffusionsmediums (GDM) in einem einzelnen Heißpressschritt zusammengebaut wird, sehr schwierig, dann die Katalysatorrandpositionen zu prüfen.

[0009] Demgemäß besteht ein Bedarf nach neuen und verbesserten MEA-Konfigurationen, bei denen die Randarchitektur in der Nähe der Unterdichtung und der katalysatorbeschichteten Membranschichten eine gesteigerte Membranhaltbarkeit vorsieht.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Demgemäß ist gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Membranelektrodenanordnung vorgesehen, die die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist.

[0011] Gemäß einer ersten alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Membranelektrodenanordnung vorgesehen, die die Merkmale des Anspruchs 5 aufweist.

[0012] Gemäß einer zweiten alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Membranelektrodenanordnung vorgesehen, die die Merkmale des Anspruchs 9 aufweist.

[0013] Gemäß einer dritten alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Membranelektrodenanordnung vorgesehen, die die Merkmale des Anspruchs 13 aufweist.

Figurenliste

[0014] Die vorliegende Erfindung wird aus der detaillierten Beschreibung und den begleitenden Zeichnungen besser verständlich, in welchen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer ersten herkömmlichen MEA gemäß dem Stand der Technik ist;

Fig. 2 eine schematische Ansicht einer zweiten herkömmlichen MEA gemäß dem Stand der Technik ist;

Fig. 3 eine schematische Ansicht einer dritten herkömmlichen MEA gemäß dem Stand der Technik ist;

Fig. 4 eine schematische Ansicht einer vierten herkömmlichen MEA gemäß dem Stand der Technik ist;

Fig. 5 eine schematische Ansicht der in den **Fig. 1** oder **Fig. 3** gezeigten herkömmlichen MEA, wobei die Katalysatorschichten zeltförmig über den Unterdichtungen angeordnet sind, gemäß dem Stand der Technik ist;

Fig. 6 eine schematische Ansicht der in den **Fig. 2** oder **Fig. 4** gezeigten herkömmlichen MEA, wobei die Katalysatorschichten zeltförmig über den Unterdichtungen angeordnet sind, gemäß dem Stand der Technik ist;

Fig. 7 eine schematische Ansicht einer MEA mit einer lokal größeren Kathodenkatalysatorschichtfläche als der Anodenkatalysatorschichtfläche, wobei eine Unterdichtung die Anodenkatalysatorschicht überlappt und eine Klebstoffschicht zwischen der Unterdichtung und der Anodenkatalysatorschicht angeordnet ist, gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

Fig. 8 eine schematische Ansicht einer MEA mit einer lokal größeren Anodenkatalysatorschichtfläche als der Kathodenkatalysatorschichtfläche, wobei eine Unterdichtung die Anodenkatalysatorschicht überlappt und eine Klebstoffschicht zwischen der Unterdichtung und der Anodenkatalysatorschicht angeordnet ist, gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

Fig. 9 eine schematische Ansicht einer MEA mit einer lokal größeren Kathodenkatalysatorschichtfläche als der Anodenkatalysatorschichtfläche, wobei eine Unterdichtung die Kathodenkatalysatorschicht überlappt und eine Klebstoffschicht zwischen der Unterdichtung und der Kathodenkatalysatorschicht angeordnet ist, gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist; und

Fig. 10 eine schematische Ansicht einer MEA mit einer lokal größeren Anodenkatalysatorschichtfläche als der Kathodenkatalysatorschichtfläche, wobei eine Unterdichtung die Kathodenkatalysatorschicht überlappt und eine Klebstoffschicht zwischen der Unterdichtung und der Kathodenkatalysatorschicht angeordnet ist, gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0015] Gemäß den allgemeinen Lehren der vorliegenden Erfindung umfasst eine verbesserte Randarchitektur einer MEA eine katalysatorbeschichtete Membran mit einer Unterdichtung, die einen imper-

meablen Barrierefilm umfasst, und einem Klebstoff. Die Unterdichtung kann auf entweder die Anodenkatalysatorseite, wodurch eine Kathodenelektrodenfläche erreicht wird, die größer als eine Anodenelektrodenfläche ist, oder die Kathodenkatalysatorseite, um eine Anodenkatalysatorfläche zu erreichen, die größer als eine Kathodenkatalysatorfläche ist, und/oder auf sowohl die Anodenelektrodenfläche als auch die Kathodenelektrodenfläche aufgebracht werden, wodurch eine aus einer Anoden/Kathodenkatalysatorfläche erreicht wird, die kleiner und/oder größer als eine Anoden/Kathodenkatalysatorfläche ist. Es sei jedoch angemerkt, dass die Anode und die Kathode so ausgebildet sein können, dass sie bezüglich eines Randabschnitts voneinander ungeachtet dessen, wie viele Unterdichtungen verwendet sind, im Wesentlichen gleich enden (d.h. kein oder nur ein sehr geringer Grad an Überlappung).

[0016] Bezug nehmend auf **Fig. 7** ist eine schematische Ansicht einer MEA mit einer lokal größeren Kathodenkatalysatorschichtfläche als der Anodenkatalysatorschichtfläche, wobei eine Unterdichtung die Anodenkatalysatorschicht überlappt und eine Klebstoffschicht zwischen der Unterdichtung und der Anodenkatalysatorschicht angeordnet ist, gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt.

[0017] Genauer umfasst die MEA, die allgemein mit 100 gezeigt ist, hauptsächlich eine Membranschicht **102**, eine Kathodenkatalysatorschicht **104** benachbart einer Fläche **102a** der Membranschicht **102**, eine Anodenkatalysatorschicht **106** benachbart einer anderen Fläche **102b** der Membranschicht **102**, wobei die Membranschicht **102** zwischen der Kathodenkatalysatorschicht **104** und der Anodenkatalysatorschicht **106** angeordnet ist, eine Klebstoffschicht **108** benachbart der anderen Fläche **102b** der Membranschicht **102**, wobei die Klebstoffschicht **108** an eine Fläche **106a** der Anodenkatalysatorschicht **106** angrenzt, und eine Unterdichtungsschicht **110**, die einen Randabschnitt **112** aufweist, wobei die Unterdichtungsschicht **110** sich benachbart einer Fläche **108a** der Klebstoffschicht **108** befindet, wobei die Klebstoffschicht **108** zwischen der Unterdichtungsschicht **110** und der Membranschicht **102** angeordnet ist, wobei sich die Kathodenkatalysatorschicht **104** und die Anodenkatalysatorschicht **106** entlang einer Länge der Membranschicht **102** relativ zu dem Randabschnitt **112** der Unterdichtungsschicht **110** erstrecken, wobei sich die Kathodenkatalysatorschicht **104** über eine größere Länge entlang der Länge der Membranschicht **102** als die Anodenkatalysatorschicht **106** relativ zu dem Randabschnitt **112** der Unterdichtungsschicht **110** erstreckt. D.h. die Kathodenkatalysatorschicht **104** und die Anodenkatalysatorschicht **106** befinden sich in überlappter, gestaffelter oder versetzter Orientierung in Bezug aufeinander. Zusätzlich ist die Kathodenkata-

lysatorschicht **104** länger als die Anodenkatalysatorschicht **106**, wenn von dem Randabschnitt **112** der Unterdichtungsschicht **110** zu einem Randabschnitt **114** der Kathodenkatalysatorschicht **104** gemessen wird. D.h. die Länge der Kathodenkatalysatorschicht **104**, die von dem Randabschnitt **112** der Unterdichtungsschicht **110** zu dem Randabschnitt **114** der Kathodenkatalysatorschicht **104** gemessen wird, ist länger als die Länge der Anodenkatalysatorschicht **106**, die von dem Randabschnitt **112** der Unterdichtungsschicht **110** zu einem Randabschnitt **116** der Anodenkatalysatorschicht **106** gemessen wird.

[0018] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt die Distanz zwischen dem Randabschnitt **112** der Unterdichtungsschicht **110** und dem Randabschnitt **114** der Kathodenkatalysatorschicht **104** im Bereich von etwa 0,1 Millimeter bis etwa 5 Millimeter. Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt die Distanz zwischen dem Randabschnitt **112** der Unterdichtungsschicht **110** und dem Randabschnitt **114** der Kathodenkatalysatorschicht **104** im Bereich von etwa 1,5 Millimeter bis etwa 2,5 Millimeter.

[0019] Erfindungsgemäß dringt ein Anteil der Klebstoffschicht **108** in die Anodenkatalysatorschicht **106** ein, um eine Klebstoffeindringschicht **118** zu bilden. Die Klebstoffeindringschicht **118** ist zwischen der Anodenkatalysatorschicht **106** und der Unterdichtungsschicht **110** angeordnet. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung dringt die Klebstoffeindringschicht **118** in etwa die oberen 10 % der Tiefe der Anodenkatalysatorschicht **106** vor.

[0020] Bezug nehmend auf **Fig. 8** ist eine schematische Ansicht einer MEA mit einer lokal größeren Anodenkatalysatorschichtfläche als der Kathodenkatalysatorschichtfläche, wobei eine Unterdichtung die Anodenkatalysatorschicht überlappt und eine Klebstoffschicht zwischen der Unterdichtung und der Anodenkatalysatorschicht angeordnet ist, gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt.

[0021] Genauer umfasst die MEA, die allgemein mit **200** gezeigt ist, hauptsächlich eine Membranschicht **202**, eine Kathodenkatalysatorschicht **204** benachbart einer Fläche **202a** der Membranschicht **202**, eine Anodenkatalysatorschicht **206** benachbart einer anderen Fläche **202b** der Membranschicht **202**, wobei die Membranschicht **202** zwischen der Kathodenkatalysatorschicht **204** und der Anodenkatalysatorschicht **206** angeordnet ist, eine Klebstoffschicht **208** benachbart der anderen Fläche **202b** der Membranschicht **202**, wobei die Klebstoffschicht **208** an eine Fläche **206a** der Anodenkatalysatorschicht **206** angrenzt, und eine Unterdichtungsschicht **210**, die einen Randabschnitt **212** aufweist, wobei die Unterdichtungsschicht **210** sich benachbart einer Fläche

208a der Klebstoffschicht **208** befindet, wobei die Klebstoffschicht **208** zwischen der Unterdichtungsschicht **210** und der Membranschicht **202** angeordnet ist, wobei sich die Kathodenkatalysatorschicht **204** und die Anodenkatalysatorschicht **206** entlang einer Länge der Membranschicht **202** relativ zu dem Randabschnitt **212** der Unterdichtungsschicht **210** erstrecken, wobei sich die Anodenkatalysatorschicht **206** über eine größere Länge entlang der Länge der Membranschicht **202** als die Kathodenkatalysatorschicht **204** relativ zu dem Randabschnitt **212** der Unterdichtungsschicht **210** erstreckt. D.h. die Kathodenkatalysatorschicht **204** und die Anodenkatalysatorschicht **206** befinden sich in überlappter, gestaffelter oder versetzter Orientierung in Bezug aufeinander. Zusätzlich ist die Anodenkatalysatorschicht **206** länger als die Kathodenkatalysatorschicht **204**, wenn von dem Randabschnitt **212** der Unterdichtungsschicht **210** zu einem Randabschnitt **214** der Anodenkatalysatorschicht **206** gemessen wird. D.h. die Länge der Anodenkatalysatorschicht **206**, die von dem Randabschnitt **212** der Unterdichtungsschicht **210** zu dem Randabschnitt **214** der Anodenkatalysatorschicht **206** gemessen wird, ist länger als die Länge der Kathodenkatalysatorschicht **204**, die von dem Randabschnitt **212** der Unterdichtungsschicht **210** zu einem Randabschnitt **216** der Kathodenkatalysatorschicht **204** gemessen wird.

[0022] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt die Distanz zwischen dem Randabschnitt **212** der Unterdichtungsschicht **210** und dem Randabschnitt **214** der Anodenkatalysatorschicht **206** im Bereich von etwa 0,1 Millimeter bis etwa 5 Millimeter. Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt die Distanz zwischen dem Randabschnitt **212** der Unterdichtungsschicht **210** und dem Randabschnitt **214** der Anodenkatalysatorschicht **206** im Bereich von etwa 1,5 Millimeter bis etwa 2,5 Millimeter.

[0023] Erfindungsgemäß dringt ein Anteil der Klebstoffschicht **208** in die Anodenkatalysatorschicht **206** ein, um eine Klebstoffeindringschicht **218** zu bilden. Die Klebstoffeindringschicht **218** ist zwischen der Anodenkatalysatorschicht **206** und der Unterdichtungsschicht **210** angeordnet. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung dringt die Klebstoffeindringschicht **218** in etwa die oberen 10 % der Tiefe der Anodenkatalysatorschicht **206** vor.

[0024] Bezug nehmend auf **Fig. 9** ist eine schematische Ansicht einer MEA mit einer lokal größeren Kathodenkatalysatorschichtfläche als der Anodenkatalysatorschichtfläche, wobei eine Unterdichtung die Kathodenkatalysatorschicht überlappt und eine Klebstoffschicht zwischen der Unterdichtung und der Kathodenkatalysatorschicht angeordnet ist, gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt.

[0025] Genauer umfasst die MEA, die allgemein mit 300 gezeigt ist, hauptsächlich eine Membranschicht **302**, eine Anodenkatalysatorschicht **304** benachbart einer Fläche **302a** der Membranschicht **302**, eine Kathodenkatalysatorschicht **306** benachbart einer anderen Fläche **302b** der Membranschicht **302**, wobei die Membranschicht **302** zwischen der Anodenkatalysatorschicht **304** und der Kathodenkatalysatorschicht **306** angeordnet ist, eine Klebstoffschicht **308** benachbart der anderen Fläche **302b** der Membranschicht **302**, wobei die Klebstoffschicht **308** an eine Fläche **306a** der Kathodenkatalysatorschicht **306** angrenzt, und eine Unterdichtungsschicht **310**, die einen Randabschnitt **312** aufweist, wobei die Unterdichtungsschicht **310** sich benachbart einer Fläche **308a** der Klebstoffschicht **308** befindet, wobei die Klebstoffschicht **308** zwischen der Unterdichtungsschicht **310** und der Membranschicht **302** angeordnet ist, wobei sich die Anodenkatalysatorschicht **304** und die Kathodenkatalysatorschicht **306** entlang einer Länge der Membranschicht **302** relativ zu dem Randabschnitt **312** der Unterdichtungsschicht **310** erstrecken, wobei sich die Kathodenkatalysatorschicht **306** über eine größere Länge entlang der Länge der Membranschicht **302** als die Anodenkatalysatorschicht **304** relativ zu dem Randabschnitt **312** der Unterdichtungsschicht **310** erstreckt. D.h. die Kathodenkatalysatorschicht **306** und die Anodenkatalysatorschicht **304** befinden sich in überlappter, gestaffelter oder versetzter Orientierung in Bezug aufeinander. Zusätzlich ist die Kathodenkatalysatorschicht **306** länger als die Anodenkatalysatorschicht **304**, wenn von dem Randabschnitt **312** der Unterdichtungsschicht **310** zu einem Randabschnitt **314** der Kathodenkatalysatorschicht **306** gemessen wird. D.h. die Länge der Kathodenkatalysatorschicht **306**, die von dem Randabschnitt **312** der Unterdichtungsschicht **310** zu dem Randabschnitt **314** der Kathodenkatalysatorschicht **306** gemessen wird, ist länger als die Länge der Anodenkatalysatorschicht **304**, die von dem Randabschnitt **312** der Unterdichtungsschicht **310** zu einem Randabschnitt **316** der Anodenkatalysatorschicht **304** gemessen wird.

[0026] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt die Distanz zwischen dem Randabschnitt **312** der Unterdichtungsschicht **310** und dem Randabschnitt **314** der Kathodenkatalysatorschicht **306** im Bereich von etwa 0,1 Millimeter bis etwa 5 Millimeter. Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt die Distanz zwischen dem Randabschnitt **312** der Unterdichtungsschicht **310** und dem Randabschnitt **314** der Kathodenkatalysatorschicht **306** im Bereich von etwa 1,5 Millimeter bis etwa 2,5 Millimeter.

[0027] Erfindungsgemäß dringt ein Anteil der Klebstoffschicht **308** in die Kathodenkatalysatorschicht **306** ein, um eine Klebstoffeindringsschicht **318** zu bilden. Die Klebstoffeindringsschicht **318** ist zwischen

der Kathodenkatalysatorschicht **306** und der Unterdichtungsschicht **310** angeordnet. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung dringt die Klebstoffeindringsschicht **318** in etwa die oberen 10 % der Tiefe der Kathodenkatalysatorschicht **306** vor.

[0028] Bezug nehmend auf **Fig. 10** ist eine schematische Ansicht einer MEA mit einer lokal größeren Anodenkatalysatorschichtfläche als der Kathodenkatalysatorschichtfläche, wobei eine Unterdichtung die Kathodenkatalysatorschicht überlappt und eine Klebstoffschicht zwischen der Unterdichtung und der Kathodenkatalysatorschicht angeordnet ist, gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt.

[0029] Genauer umfasst die MEA, die allgemein mit 400 gezeigt ist, hauptsächlich eine Membranschicht **402**, eine Anodenkatalysatorschicht **404** benachbart einer Fläche **402a** der Membranschicht **402**, eine Kathodenkatalysatorschicht **406** benachbart einer anderen Fläche **402b** der Membranschicht **402**, wobei die Membranschicht **402** zwischen der Anodenkatalysatorschicht **404** und der Kathodenkatalysatorschicht **406** angeordnet ist, eine Klebstoffschicht **408** benachbart der anderen Fläche **402b** der Membranschicht **402**, wobei die Klebstoffschicht **408** an eine Fläche **406a** der Kathodenkatalysatorschicht **406** angrenzt, und eine Unterdichtungsschicht **410**, die einen Randabschnitt **412** aufweist, wobei die Unterdichtungsschicht **410** sich benachbart einer Fläche **408a** der Klebstoffschicht **408** befindet, wobei die Klebstoffschicht **408** zwischen der Unterdichtungsschicht **410** und der Membranschicht **402** angeordnet ist, wobei sich die Anodenkatalysatorschicht **404** und die Kathodenkatalysatorschicht **406** entlang einer Länge der Membranschicht **402** relativ zu dem Randabschnitt **412** der Unterdichtungsschicht **410** erstrecken, wobei sich die Anodenkatalysatorschicht **404** über eine größere Länge entlang der Länge der Membranschicht **402** als die Kathodenkatalysatorschicht **406** relativ zu dem Randabschnitt **412** der Unterdichtungsschicht **410** erstreckt. D.h. die Anodenkatalysatorschicht **404** und die Kathodenkatalysatorschicht **406** befinden sich in überlappter, gestaffelter oder versetzter Orientierung in Bezug aufeinander. Zusätzlich ist die Anodenkatalysatorschicht **404** länger als die Kathodenkatalysatorschicht **406**, wenn von dem Randabschnitt **412** der Unterdichtungsschicht **410** zu einem Randabschnitt **414** der Anodenkatalysatorschicht **404** gemessen wird. D.h. die Länge der Anodenkatalysatorschicht **404**, die von dem Randabschnitt **412** der Unterdichtungsschicht **410** zu dem Randabschnitt **414** der Anodenkatalysatorschicht **404** gemessen wird, ist länger als die Länge der Kathodenkatalysatorschicht **406**, die von dem Randabschnitt **412** der Unterdichtungsschicht **410** zu einem Randabschnitt **416** der Kathodenkatalysatorschicht **406** gemessen wird.

[0030] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt die Distanz zwischen dem Randabschnitt **412** der Unterdichtungsschicht **410** und dem Randabschnitt **414** der Anodenkatalysatorschicht **404** im Bereich von etwa 0,1 Millimeter bis etwa 5 Millimeter. Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt die Distanz zwischen dem Randabschnitt **412** der Unterdichtungsschicht **410** und dem Randabschnitt **414** der Anodenkatalysatorschicht **404** im Bereich von etwa 1,5 Millimeter bis etwa 2,5 Millimeter.

[0031] Erfindungsgemäß dringt ein Anteil der Klebstoffschicht **408** in die Kathodenkatalysatorschicht **406** ein, um eine Klebstoffeindringsschicht **418** zu bilden. Die Klebstoffeindringsschicht **418** ist zwischen der Kathodenkatalysatorschicht **406** und der Unterdichtungsschicht **410** angeordnet. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung dringt die Klebstoffeindringsschicht **418** in etwa die oberen 10 % der Tiefe der Kathodenkatalysatorschicht **406** vor.

[0032] Bezüglich der vorher erwähnten Ausführungsformen bestehen die Unterdichtungsschichten aus einem Material, das aus der Gruppe gewählt ist, die umfasst: Polyester, Polyethylene, Polyimide und deren Kombinationen. Anhand eines nicht beschränkenden Beispiels kann die Unterdichtungsschicht 108 aus MYLAR® (beispielsweise einem biaxial orientierten Polyethylenterephthalat-(BOPET)-Polyesterfilm) oder PET (d.h. Polyethylenterephthalat) als dem impermeablen Barrierefilm bestehen. Jedoch sei angemerkt, dass genauso gut andere Materialien verwendet werden können, wie, jedoch nicht darauf beschränkt, PEN (d.h. Polyethylen-2,6-naphthalendicarboxylat), KAPTON® (d.h. Polyimidfilm), andere Polyesterfilme und/oder dergleichen. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst die Randarchitektur entweder PET oder PEN aufgrund einer fünffachen und zehnfachen Reduktion der Gaspermeabilität jeweils im Vergleich zu einem Polyimidfilm. Zusätzlich ist die Feuchtigkeitsadsorption im Vergleich zu einem Polyimidfilm um das Dreifache und Vierfache für PET bzw. PEN reduziert. Diese Dickenbereiche verleihen dem Rand der Fünfschicht-MEA-Anordnung (allgemein bekannt als MEA5) eine gewisse Steifigkeit, die für Massenproduktionsbetriebsabläufe erforderlich ist, ist jedoch immer noch dünn genug für die Hochleistungsdichteanforderungen, die durch gegenwärtige Kraftfahrzeuganwendungen gefordert werden.

[0033] Bezüglich der vorher erwähnten Ausführungsformen besitzen die Unterdichtungsschichten eine Dicke von etwa 100 µm oder größer. Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung besitzen die Unterdichtungsschichten eine Dicke im Bereich von etwa 6 µm bis etwa 100 µm. Gemäß einem noch weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung be-

sitzen die Unterdichtungsschichten eine Dicke im Bereich von etwa 12 µm bis etwa 50 µm.

[0034] Bezüglich der vorher erwähnten Ausführungsformen kann der Klebstoff der Klebstoffschichten beispielsweise drucksensitive Klebstoffe (PSA), Heißschmelzklebstoffe und/oder dergleichen umfassen. PSA's können beispielsweise acryl- oder silikonbasierte Klebstoffe umfassen. Heißschmelzklebstoffe können beispielsweise Polyvinylacetat oder Ethylvinylacetat/Polyethylenmischungen umfassen. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst die Randarchitektur der MEA die Verwendung von PSA, da das PSA auf die katalysatorbeschichtete Membran bei Raumtemperatur aufgebracht werden kann, was keinen Einfluss auf die Membranhaltbarkeit besitzt.

[0035] Bezüglich der vorher erwähnten Ausführungsformen besitzen die Klebstoffschichten eine Dicke von etwa 50 µm oder größer. Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung besitzen die Klebstoffschichten eine Dicke im Bereich von etwa 6 µm bis etwa 50 µm. Gemäß einem noch weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung besitzen die Klebstoffschichten eine Dicke im Bereich von etwa 8 µm bis etwa 25 µm.

[0036] Ohne sich an eine bestimmte Theorie der Funktionsweise der vorliegenden Erfindung zu binden, erzielen diese Bereiche einen kontinuierlichen Klebstofffilm ohne Klebstoffporen und erlauben, dass der Klebstoff an den Katalysatorschichttrand fließen kann, wodurch eine gasdichte Abdichtung zwischen dem Katalysatorrand und der Membran vorgesehen wird. Ohne sich an eine bestimmte Theorie der Funktionsweise der vorliegenden Erfindung zu binden, minimiert diese gasdichte Abdichtung einen direkten Gaszugang zu der Membran und eine anschließende Bildung freier Radikale, was zu einem beschleunigten lokalen chemischen Abbau führt.

[0037] Bezüglich der vorher erwähnten Ausführungsformen ist die Haltbarkeit der gesamten MEA um das Zwei- bis Dreifache im Vergleich zu herkömmlichen MEA-Konfigurationen verbessert. Typischerweise erzielt das Aufbringen der Unterdichtungsschicht (d.h. des impermeablen Barrierefilms) / Klebstoffs auf die Kathodenseite eine ungefähr zweifache Erhöhung der Haltbarkeit der MEA, und eine Aufbringung der Unterdichtungsschicht (d.h. des impermeablen Barrierefilms)/Klebstoffs auf die Anodenseite erzielt eine ungefähr dreifache Erhöhung der Haltbarkeit der MEA.

[0038] Ohne sich an eine bestimmte Theorie der Funktionsweise der vorliegenden Erfindung zu binden, existieren verschiedene Vorteile, die durch die Verwendung der vorliegenden Erfindung realisiert werden können, wie, jedoch nicht darauf beschränkt:

(1) ein Kleben der Unterdichtungsschicht an die Membranschicht mit Klebstoff sieht ein starreres Teil zur leichteren Handhabung bei Massenproduktionsbetriebsabläufen vor; (2) die Unterdichtungsschicht (d.h. der impermeable Gasbarrierefilm) definiert eine konsistente Randarchitekturkonfiguration, beispielsweise entweder Kathode > Anode oder Anode > Kathode, ungeachtet der lokalen Elektrodenüberlappung, was zu einer verbesserten Gesamtmembranhaltbarkeit führt; (3) der Klebstofffilm (d.h. die Klebstoffeindringsschicht) zwischen der Unterdichtungsschicht (d.h. dem impermeablen Gasbarrierefilm) und dem Katalysatorschicht- (d.h. Elektroden-)Rand minimiert einen direkten Gaszugang zu der Membranschicht, eine anschließende Bildung freier Radikale und einen beschleunigten lokalen chemischen Abbau im Vergleich zu einem lose gelegten Barrierefilm, der entlang des Randes der katalysatorbeschichteten Membran gelegt ist; (4) in dem Fall, dass ein lokaler chemischer Polymermembranabbau in dem Gebiet zwischen dem Anodenkatalysatorrand und dem Kathodenkatalysatorrand auftritt, verhindert die Unterdichtungsschicht/Klebstoffschicht einen Gasübertritt, wodurch die Gesamtmembranhaltbarkeit verbessert wird.

Patentansprüche

1. Membranelektrodenanordnung (100), mit:
 einer Membranschicht (102);
 einer Kathodenkatalysatorschicht (104) benachbart einer Fläche (102a) der Membranschicht (102);
 einer Anodenkatalysatorschicht (106) benachbart einer anderen Fläche (102b) der Membranschicht (102), wobei die Membranschicht (102) zwischen der Kathodenkatalysatorschicht (104) und der Anodenkatalysatorschicht (106) angeordnet ist;
 einer Klebstoffschicht (108) benachbart der anderen Fläche (102b) der Membranschicht (102), wobei die Klebstoffschicht (108) an eine Fläche (106a) der Anodenkatalysatorschicht (106) angrenzt; und
 einer Unterdichtungsschicht (110), die einen Randabschnitt (112) aufweist, wobei die Unterdichtungsschicht (110) sich benachbart einer Fläche (108a) der Klebstoffschicht (108) befindet, wobei die Klebstoffschicht (108) zwischen der Unterdichtungsschicht (110) und der Membranschicht (102) angeordnet ist; wobei sich die Kathodenkatalysatorschicht (104) und die Anodenkatalysatorschicht (106) entlang einer Länge der Membranschicht (102) relativ zu dem Randabschnitt (112) der Unterdichtungsschicht (110) erstrecken, wobei sich die Kathodenkatalysatorschicht (104) über eine größere Länge entlang der Länge der Membranschicht (102) als die Anodenkatalysatorschicht (106) relativ zu dem Randabschnitt (112) der Unterdichtungsschicht (110) erstreckt;
dadurch gekennzeichnet, dass ein Anteil der Klebstoffschicht (108) in die Anodenkatalysatorschicht (106) eindringt, um eine Klebstoffeindringsschicht (118) zu bilden, wobei die Klebstoff-

eindringsschicht (118) zwischen der Anodenkatalysatorschicht (106) und der Unterdichtungsschicht (110) angeordnet ist.

2. Membranelektrodenanordnung nach Anspruch 1, wobei die Unterdichtungsschicht (110) aus einem Material besteht, das aus der Gruppe gewählt ist, die Polyester, Polyethylene, Polyimide und Kombinationen daraus umfasst.

3. Membranelektrodenanordnung nach Anspruch 1, wobei die Distanz zwischen dem Randabschnitt (112) der Unterdichtungsschicht (110) und einem Randabschnitt (114) der Kathodenkatalysatorschicht im Bereich von etwa 0,1 Millimeter bis etwa 5 Millimeter liegt.

4. Membranelektrodenanordnung nach Anspruch 1, wobei die Distanz zwischen dem Randabschnitt (112) der Unterdichtungsschicht (110) und einem Randabschnitt (114) der Kathodenkatalysatorschicht im Bereich von etwa 1,5 Millimeter bis etwa 2,5 Millimeter liegt.

5. Membranelektrodenanordnung (200), mit:
 einer Membranschicht (202);
 einer Kathodenkatalysatorschicht (204) benachbart einer Fläche (202a) der Membranschicht (202);
 einer Anodenkatalysatorschicht (206) benachbart einer anderen Fläche (202b) der Membranschicht (202), wobei die Membranschicht (202) zwischen der Kathodenkatalysatorschicht (204) und der Anodenkatalysatorschicht (206) angeordnet ist;
 einer Klebstoffschicht (208) benachbart der anderen Fläche (202b) der Membranschicht (202), wobei die Klebstoffschicht (208) an eine Fläche (206a) der Anodenkatalysatorschicht (206) angrenzt; und
 einer Unterdichtungsschicht (210), die einen Randabschnitt (212) aufweist, wobei die Unterdichtungsschicht (210) sich benachbart einer Fläche (208) der Klebstoffschicht (208) befindet, wobei die Klebstoffschicht (208) zwischen der Unterdichtungsschicht (210) und der Membranschicht (202) angeordnet ist; wobei sich die Kathodenkatalysatorschicht (204) und die Anodenkatalysatorschicht (206) entlang einer Länge der Membranschicht (202) relativ zu dem Randabschnitt (212) der Unterdichtungsschicht (210) erstrecken, wobei sich die Anodenkatalysatorschicht (206) über eine größere Länge entlang der Länge der Membranschicht (202) als die Kathodenkatalysatorschicht (204) relativ zu dem Randabschnitt (212) der Unterdichtungsschicht (210) erstreckt;
dadurch gekennzeichnet, dass ein Anteil der Klebstoffschicht (208) in die Anodenkatalysatorschicht (206) eindringt, um eine Klebstoffeindringsschicht (218) zu bilden, wobei die Klebstoffeindringsschicht (218) zwischen der Anodenkatalysatorschicht (206) und der Unterdichtungsschicht (210) angeordnet ist.

6. Membranelektrodenanordnung nach Anspruch 5, wobei die Unterdichtungsschicht (210) aus einem Material besteht, das aus der Gruppe gewählt ist, die Polyester, Polyethylene, Polyimide und Kombinationen daraus umfasst.

7. Membranelektrodenanordnung nach Anspruch 5, wobei die Distanz zwischen dem Randabschnitt (212) der Unterdichtungsschicht (210) und einem Randabschnitt der Anodenkatalysatorschicht im Bereich von etwa 0,1 Millimeter bis etwa 5 Millimeter liegt.

8. Membranelektrodenanordnung nach Anspruch 5, wobei die Distanz zwischen dem Randabschnitt (212) der Unterdichtungsschicht (210) und einem Randabschnitt der Anodenkatalysatorschicht im Bereich von etwa 1,5 Millimeter bis etwa 2,5 Millimeter liegt.

9. Membranelektrodenanordnung (300), mit:
 einer Membranschicht (302);
 einer Anodenkatalysatorschicht (304) benachbart einer Fläche (302a) der Membranschicht (302);
 einer Kathodenkatalysatorschicht (306) benachbart einer anderen Fläche (302b) der Membranschicht (302), wobei die Membranschicht (302) zwischen der Kathodenkatalysatorschicht (306) und der Anodenkatalysatorschicht (304) angeordnet ist;
 einer Klebstoffschicht (308) benachbart der anderen Fläche (302b) der Membranschicht (302), wobei die Klebstoffschicht (308) an eine Fläche (306a) der Kathodenkatalysatorschicht (306) angrenzt; und
 einer Unterdichtungsschicht (310), die einen Randabschnitt (312) aufweist, wobei die Unterdichtungsschicht (310) sich benachbart einer Fläche (308a) der Klebstoffschicht (308) befindet, wobei die Klebstoffschicht (308) zwischen der Unterdichtungsschicht (310) und der Membranschicht (302) angeordnet ist; wobei sich die Kathodenkatalysatorschicht (306) und die Anodenkatalysatorschicht (304) entlang einer Länge der Membranschicht (302) relativ zu dem Randabschnitt (312) der Unterdichtungsschicht (310) erstrecken, wobei sich die Kathodenkatalysatorschicht (306) über eine größere Länge entlang der Länge der Membranschicht (302) als die Anodenkatalysatorschicht (304) relativ zu dem Randabschnitt (312) der Unterdichtungsschicht (310) erstreckt;
dadurch gekennzeichnet, dass
 ein Anteil der Klebstoffschicht (308) in die Kathodenkatalysatorschicht (306) eindringt, um eine Klebstoffeindringschicht (318) zu bilden, wobei die Klebstoffeindringschicht (318) zwischen der Kathodenkatalysatorschicht (306) und der Unterdichtungsschicht (310) angeordnet ist.

10. Membranelektrodenanordnung nach Anspruch 9, wobei die Unterdichtungsschicht (310) aus einem Material besteht, das aus der Gruppe gewählt ist, die

Polyester, Polyethylene, Polyimide und Kombinationen daraus umfasst.

11. Membranelektrodenanordnung nach Anspruch 9, wobei die Distanz zwischen dem Randabschnitt (312) der Unterdichtungsschicht (310) und einem Randabschnitt der Kathodenkatalysatorschicht im Bereich von etwa 0,1 Millimeter bis etwa 5 Millimeter liegt.

12. Membranelektrodenanordnung nach Anspruch 9, wobei die Distanz zwischen dem Randabschnitt (312) der Unterdichtungsschicht (310) und einem Randabschnitt der Kathodenkatalysatorschicht im Bereich von etwa 1,5 Millimeter bis etwa 2,5 Millimeter liegt.

13. Membranelektrodenanordnung (400), mit:
 einer Membranschicht (402);
 einer Anodenkatalysatorschicht (404) benachbart einer Fläche (402a) der Membranschicht (402);
 einer Kathodenkatalysatorschicht (406) benachbart einer anderen Fläche (402b) der Membranschicht (402), wobei die Membranschicht (402) zwischen der Kathodenkatalysatorschicht (406) und der Anodenkatalysatorschicht (404) angeordnet ist;
 einer Klebstoffschicht (408) benachbart der anderen Fläche (402b) der Membranschicht (402), wobei die Klebstoffschicht (408) an eine Fläche (406a) der Kathodenkatalysatorschicht (406) angrenzt; und
 einer Unterdichtungsschicht (410), die einen Randabschnitt (412) aufweist, wobei die Unterdichtungsschicht (410) sich benachbart einer Fläche (408a) der Klebstoffschicht (408) befindet, wobei die Klebstoffschicht (408) zwischen der Unterdichtungsschicht (410) und der Membranschicht (402) angeordnet ist, wobei sich die Kathodenkatalysatorschicht (406) und die Anodenkatalysatorschicht (404) entlang einer Länge der Membranschicht (402) relativ zu dem Randabschnitt (412) der Unterdichtungsschicht (410) erstrecken, wobei sich die Anodenkatalysatorschicht (404) über eine größere Länge entlang der Länge der Membranschicht (402) als die Kathodenkatalysatorschicht (406) relativ zu dem Randabschnitt (412) der Unterdichtungsschicht (410) erstreckt;
dadurch gekennzeichnet, dass
 ein Anteil der Klebstoffschicht (408) in die Kathodenkatalysatorschicht (406) eindringt, um eine Klebstoffeindringschicht (418) zu bilden, wobei die Klebstoffeindringschicht (418) zwischen der Kathodenkatalysatorschicht (406) und der Unterdichtungsschicht (410) angeordnet ist.

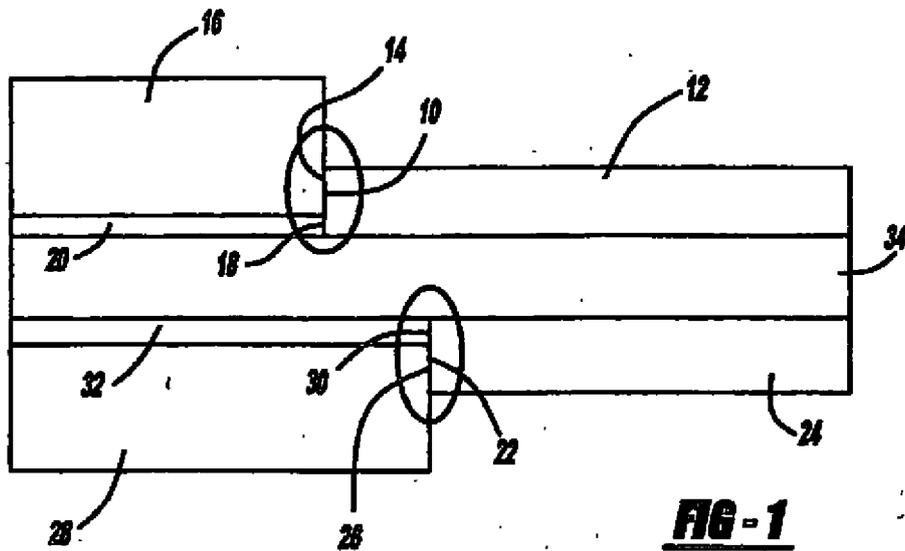
14. Membranelektrodenanordnung nach Anspruch 13, wobei die Unterdichtungsschicht (410) aus einem Material besteht, das aus der Gruppe gewählt ist, die Polyester, Polyethylene, Polyimide und Kombinationen daraus umfasst.

15. Membranelektrodenanordnung nach Anspruch 13, wobei die Distanz zwischen dem Randabschnitt (412) der Unterdichtungsschicht (410) und einem Randabschnitt (416) der Anodenkatalysatorschicht (404) im Bereich von etwa 0,1 Millimeter bis etwa 5 Millimeter liegt.

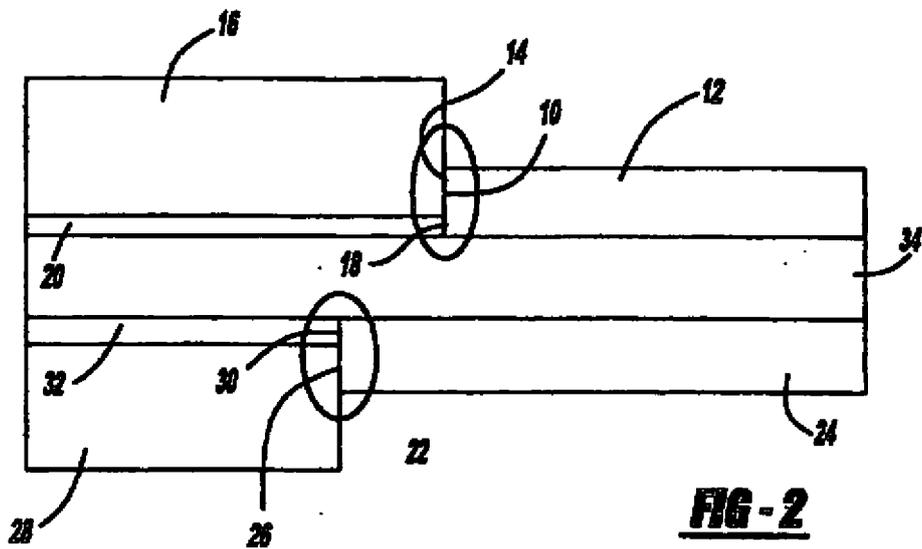
16. Membranelektrodenanordnung nach Anspruch 13, wobei die Distanz zwischen dem Randabschnitt (412) der Unterdichtungsschicht (410) und einem Randabschnitt (416) der Anodenkatalysatorschicht (404) im Bereich von etwa 1,5 Millimeter bis etwa 2,5 Millimeter liegt.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



STAND DER TECHNIK



STAND DER TECHNIK

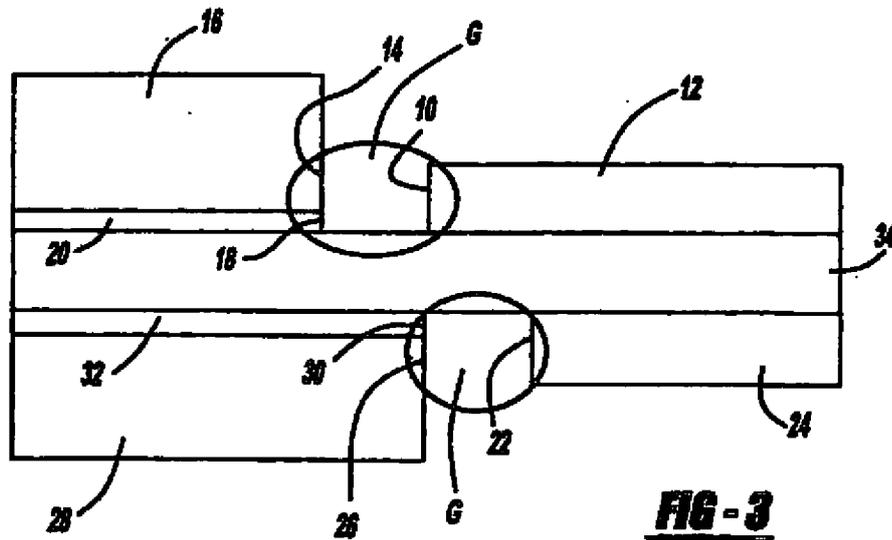


FIG-3

STAND DER TECHNIK

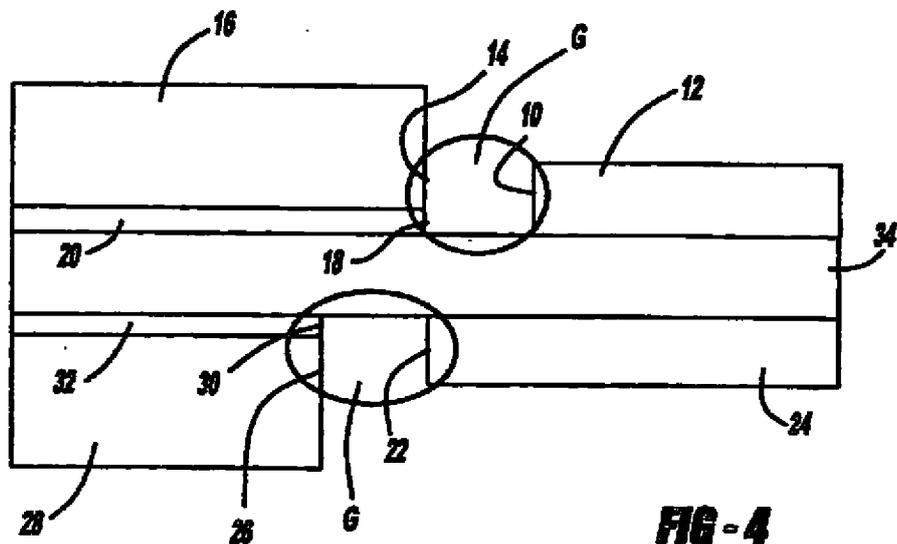


FIG-4

STAND DER TECHNIK

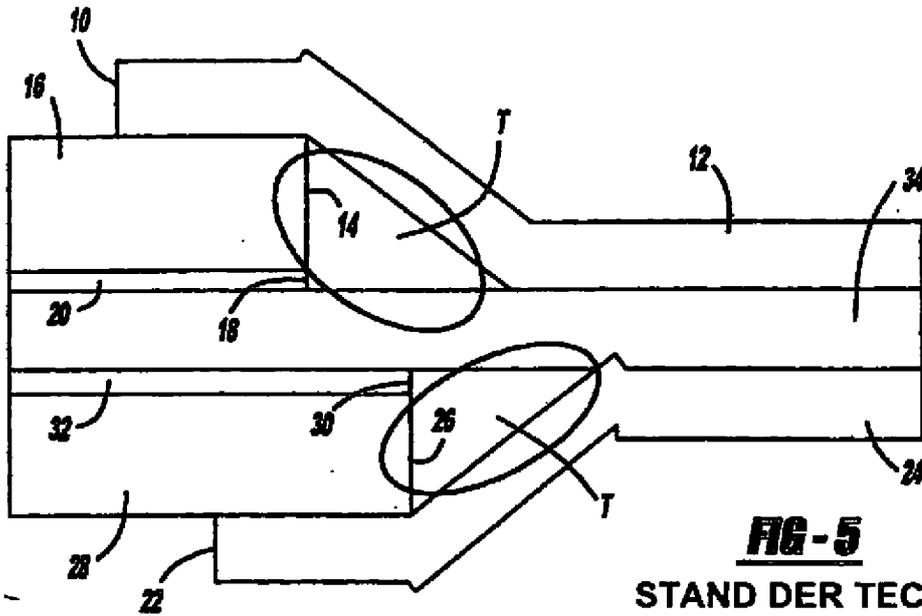


FIG-5
STAND DER TECHNIK

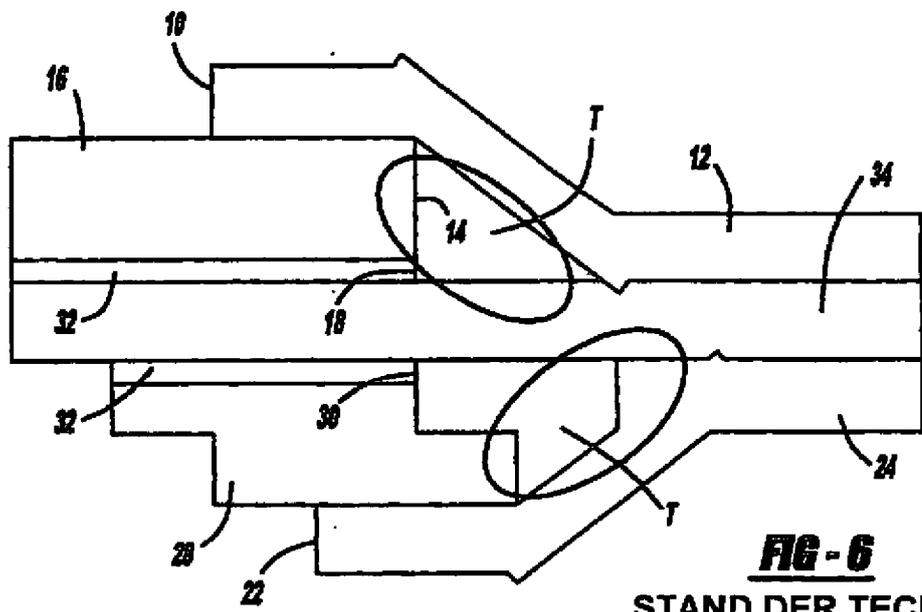
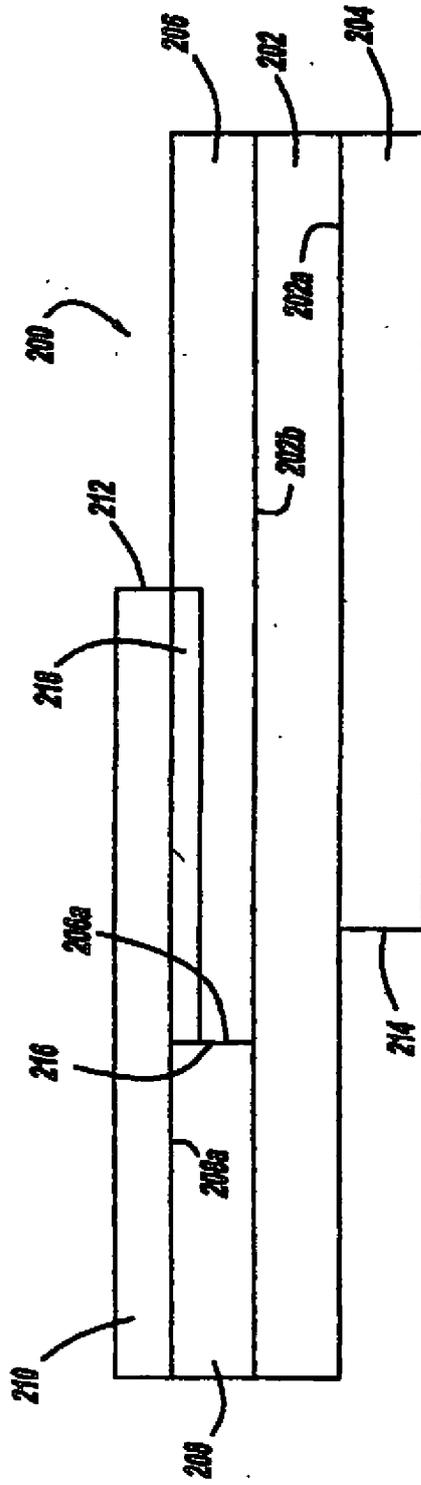
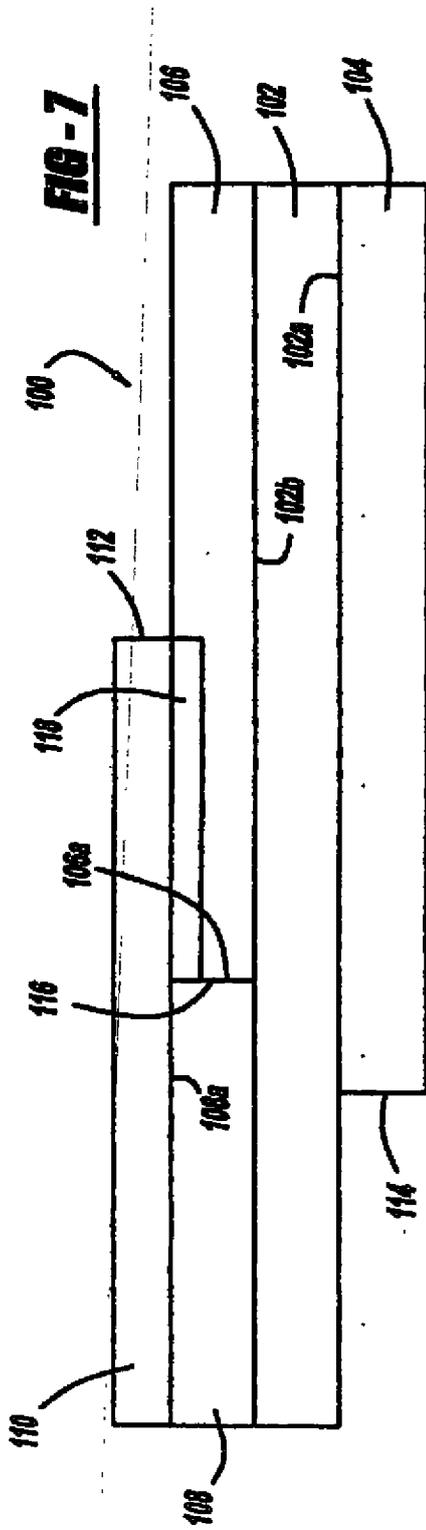


FIG-6
STAND DER TECHNIK



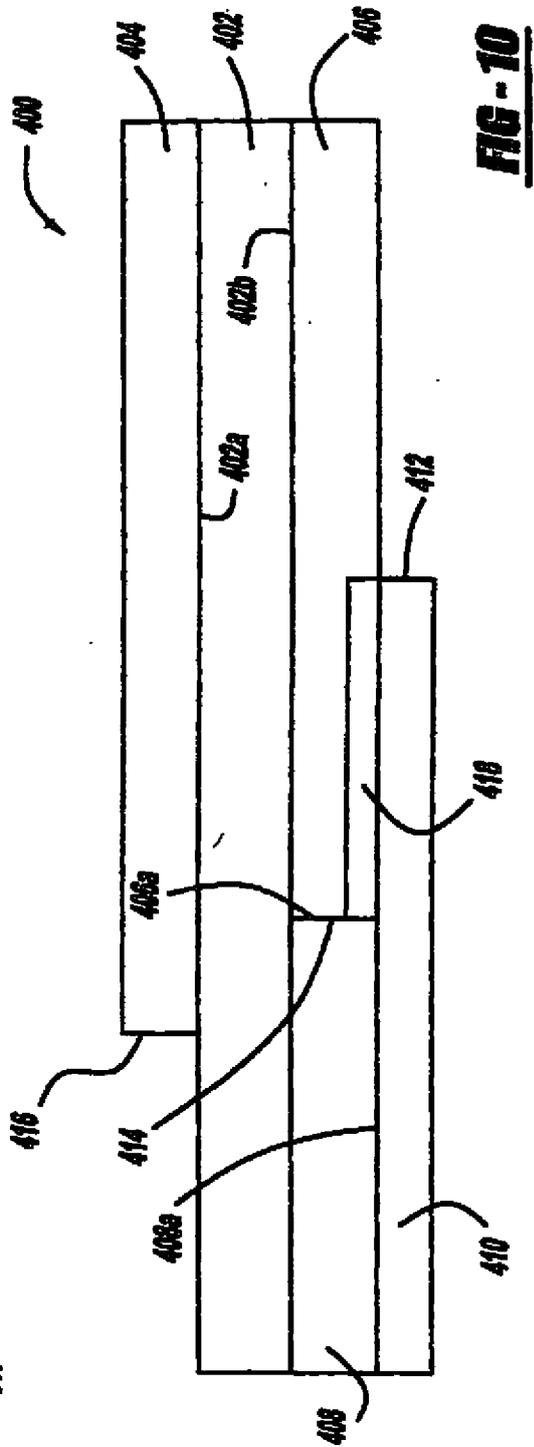
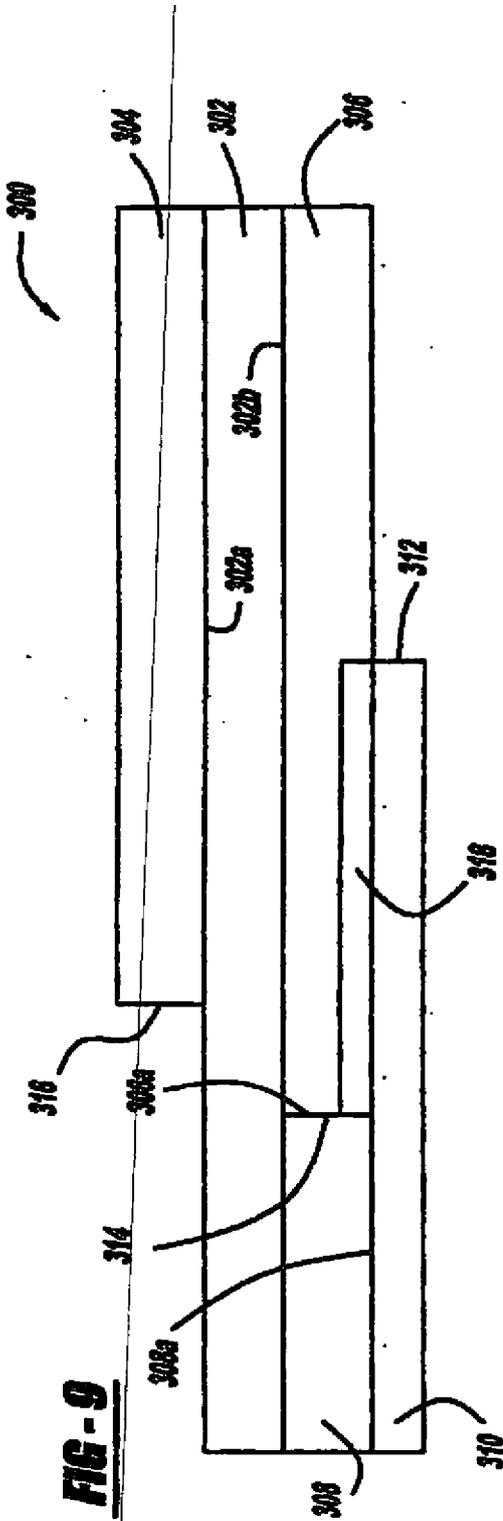


FIG-9

FIG-10