



(10) **DE 10 2022 118 477 B3** 2023.09.28

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2022 118 477.3**
(22) Anmeldetag: **25.07.2022**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.09.2023**

(51) Int Cl.: **H01M 8/1004** (2016.01)
H01M 8/0273 (2016.01)
H01M 8/0297 (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).

(73) Patentinhaber:
AUDI Aktiengesellschaft, 85057 Ingolstadt, DE

(72) Erfinder:
Stoll, Simon, 85077 Manching, DE

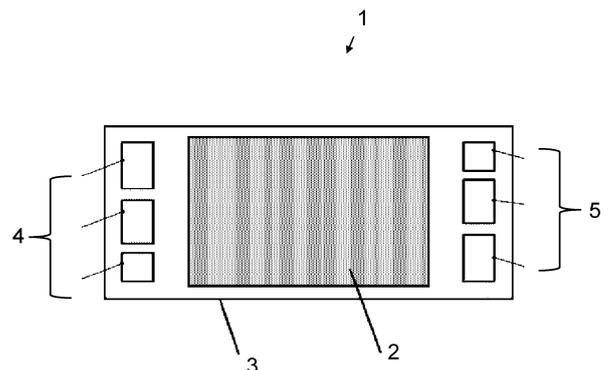
(74) Vertreter:
**Hentrich Patent- & Rechtsanwaltspartnerschaft
mbB, 89073 Ulm, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
US 2008 / 0 142 152 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer mit einer Dichtung versehenen Membran-Elektrodenanordnung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer mit einer Dichtung versehenen Membran-Elektrodenanordnung (2), umfassend die Schritte:

- Bereitstellen einer Rolle mit einem Rahmenmaterial,
- Bereitstellen einer Rolle mit einem Dichtungsmaterial,
- Aufbringen und Verbinden des Dichtungsmaterials auf das Rahmenmaterial in einem Rolle-Rolle-Prozess,
- Bereitstellen einer Rolle mit einer Catalyst Coated Membrane CCM und Auftragen der CCM auf das mit dem Dichtungsmaterial versehene Rahmenmaterial in einem Rolle-Rolle-Prozess-, wobei nach dem Schritt d) in einem Schritt e) eine Gasdiffusionslage GDL aufgebracht wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer mit einer Dichtung versehenen Membran-Elektrodenanordnung, umfassend die Schritte:

- a) Bereitstellen einer Rolle mit einem Rahmenmaterial,
- b) Bereitstellen einer Rolle mit einem Dichtungsmaterial,
- c) Aufbringen und Verbinden des Dichtungsmaterials auf das Rahmenmaterial in einem Rolle-Rolle-Prozess,
- d) Bereitstellen einer Rolle mit einer katalysatorbeschichteten Membran (Catalyst Coated Membrane (CCM)) und Auftragen der CCM auf das mit dem Dichtungsmaterial versehene Rahmenmaterial in einem Rolle-Rolle-Prozess, wobei nach dem Schritt d) in einem Schritt e) eine Gasdiffusionslage GDL aufgebracht wird.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Brennstoffzelle.

[0003] Brennstoffzellen dienen zur Bereitstellung elektrischer Energie durch eine elektrochemische Reaktion, wobei zur Erhöhung der nutzbaren Leistung mehrere Brennstoffzellen in Reihe geschaltet zu einem Brennstoffzellenstapel zusammengefasst werden können. Brennstoffzellen besitzen als Kernkomponente die sogenannte Membran-Elektrodenanordnung (MEA), die ein Verbund ist aus einer protonenleitenden Membran und jeweils einer, beidseitig an der Membran angeordneten Elektrode in der Ausführung als Anode und Kathode. Die Anode und die Kathode sind mit einer auf einem Kohlenstoffträger angeordneten Katalysatorschicht aus einem Edelmetall oder einem Gemisch umfassend Edelmetalle wie Platin, Palladium, Ruthenium oder dergleichen beschichtet, die als Reaktionsbeschleuniger bei der Reaktion der jeweiligen Brennstoffzelle dienen. Zusammen werden diese auch als katalysatorbeschichtete Membran (CCM (Catalyst Coated Membrane)) bezeichnet.

[0004] Des Weiteren sind in einem Brennstoffzellenstapel für jede Brennstoffzelle beidseits der Membran Bipolarplatten bereitgestellt zur Zuleitung der Reaktanten und gegebenenfalls eines Kühlmittels. Zudem sorgen die Bipolarplatten für einen elektrisch leitfähigen Kontakt zu den Membran-Elektrodenanordnungen. Auch können Gasdiffusionslagen (GDL) beidseitig der Membran-Elektrodenanordnung an den der Membran abgewandten Seiten der Elektroden angeordnet sein, um die in den Bipolarplatten herangeführten Reaktanten möglichst gleichmäßig über die gesamte Fläche der mit dem Katalysator beschichteten Membran zu verteilen.

[0005] Zwischen den Membran-Elektrodenanordnungen und den Bipolarplatten sind Dichtungen angeordnet, welche die Anoden- und Kathodenräume nach außen abdichten und ein Austreten der Betriebsmedien aus der Brennstoffzelle verhindern. Die Dichtungen können seitens der Membran-Elektrodenanordnungen oder der Bipolarplatten vorgesehen und insbesondere mit diesen Komponenten verbunden sein. Dabei ist zu beachten, dass das Anbringen der Dichtung unmittelbar auf der Membran-Elektrodenanordnung, wie in der US 2013/0004882 A1 offenbart, die Gefahr von deren Beschädigung birgt, aber ein hoher Ausschuss vermieden werden soll, da die Membran-Elektrodenanordnung mit der CCM sehr teuer ist.

[0006] Das in der DE 101 52 192 A1 gezeigte Verfahren zur Herstellung einer Trägerdichtung für eine Brennstoffzelle nutzt ein blattförmiges Trägerelement, das in einen Rahmen eingebracht und aufgespannt wird. Auf einen Dichtbereich des Trägerelements wird ein Dichtungsmaterial aufgebracht, das nachfolgend geformt und polymerisiert wird. In der DE 10 2017 215 504 A1 wird eine Polarplatte mit einem Rahmen stoffschlüssig verbunden, wobei der Rahmen auf einer der Polarplatte abgewandten Seite eine mit dem Rahmen verbundene Dichtung aufweist.

[0007] Aus der US 2008 / 0 142 152 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung von Brennstoffzellenuntereinheiten als Rollenware bekannt. Kern der Offenbarung ist in einem Rolle-Rolle-Prozess die Verbindung von einer Gasdiffusionslage mit einem Dichtungsmaterial, das Öffnungen bereitstellt, in die die Gasdiffusionslage platziert wird. In einem weiteren Schritt kann diese Untereinheit mit einer Membran-Elektrodenanordnung als weitere Untereinheit in einem Rolle-Rolle-Prozess verbunden werden.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren bereit zu stellen, durch das eine kostengünstige und prozesssichere Fertigung von mit Dichtungen versehenen Membran-Elektrodenanordnungen möglich ist.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhaftige Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Das eingangs genannte Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass automatisiert die Dichtung für die Membran-Elektrodenanordnung appliziert werden kann, ohne die Integrität der Membran-Elektrodenanordnung zu gefährden, da das Rahmenmaterial für einen Zwischenschritt bereit gestellt ist. Die Fertigung selber erfolgt in einem beziehungsweise mehreren Rolle-Rolle-Prozessen, was kostengünstig

ist und Fertigungszeit einspart. Die weitere Verarbeitung und Nutzung der bereit gestellten Membran-Elektrodenanordnung ist vollautomatisiert möglich, was wiederum Kosten einspart und die Eignung zu einer Massenfertigung bietet.

[0011] Das Verbinden des Dichtungsmaterials mit dem Rahmenmaterial in Schritt c) kann durch einen Klebstoff und alternativ oder ergänzend durch Hitze- einwirkung erfolgen.

[0012] Vorzugsweise ist das Rahmenmaterial durch einen stabilen Kunststoff gebildet, also einem Kunststoff der formstabil ist und sich bei Auftragen der Dichtung nicht verformt, und geeignet ist, einen Rahmen für eine vereinzelt Membran-Elektrodenanordnung zu bilden.

[0013] Für den Rolle-Rolle-Prozess ist es günstig, wenn das Rahmenmaterial und/oder das Dichtungsmaterial als Folie gebildet ist, also mit hinreichend dünner Materialstärke wickelfähig auf einer Rolle angeordnet ist.

[0014] Für die weitere Fertigung besteht die Möglichkeit, dass zum Abschluss des Rolle-Rolle-Prozesses die mit der Dichtung versehene Membran-Elektrodenanordnung vereinzelt wird. Diese kann dann zur Bildung einer Brennstoffzelle mit den Bipolarplatten verbunden werden, wobei die Dichtwirkung durch die der Membrana-Elektrodenanordnung zugeordnete Dichtung gewährleistet ist.

[0015] Die vorstehend genannten Vorteile und Wirkungen gelten auch für eine Brennstoffzelle mit einer derartigen Membran-Elektrodenanordnung, insbesondere kann diese Brennstoffzelle prozesssicherer, mit weniger Ausschuss und damit kostengünstiger hergestellt werden.

[0016] Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar. Es sind somit auch Ausführungen als offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt oder erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind.

[0017] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Brennstoffzelle mit der Bipolarplatte und der Membran-Elektrodenanordnung.

[0018] In der **Fig. 1** ist in einer Draufsicht schematisch eine Brennstoffzelle 1 gezeigt, die eine Anode und eine Kathode sowie eine die Anode von der Kathode trennende protonenleitfähige Membran umfasst. Die Membran ist aus einem Ionomer, vorzugsweise einem sulfonierten Tetrafluorethylen-Polymer (PTFE) oder einem Polymer der perfluorierten Sulfonsäure (PFSA) gebildet; gemeinsam mit der Anode und der Kathode als Elektroden wird dies als Membran-Elektrodenanordnung 2 bezeichnet. Mehrere Brennstoffzellen 1 können zur Leistungssteigerung zu einem Brennstoffzellenstapel zusammengefasst sein, wobei in einem Brennstoffzellenstapel für jede Brennstoffzelle 1 beidseits der Membran Bipolarplatten 3 bereitgestellt sind für die Zuleitungen 4 und Ableitungen 5 der Reaktanten und gegebenenfalls eines Kühlmittels. Zudem sorgen die Bipolarplatten 3 für einen elektrisch leitfähigen Kontakt zu den Membran-Elektrodenanordnungen 2.

[0019] Über Anodenräume innerhalb des Brennstoffzellenstapels wird den Anoden Brennstoff (zum Beispiel Wasserstoff) zugeführt. In einer Polymerelektrolytmembranbrennstoffzelle (PEM-Brennstoffzelle) werden an der Anode Brennstoff oder Brennstoffmoleküle in Protonen und Elektronen aufgespaltet. Die Membran lässt die Protonen (zum Beispiel H^+) hindurch, ist aber undurchlässig für die Elektronen (e^-). An der Anode erfolgt dabei die folgende Reaktion: $2H_2 \rightarrow 4H^+ + 4e^-$ (Oxidation/Elektronenabgabe). Während die Protonen durch die Membran zur Kathode hindurchtreten, werden die Elektronen über einen externen Stromkreis an die Kathode oder an einen Energiespeicher geleitet. Über Kathodenräume innerhalb des Brennstoffzellenstapels kann den Kathoden Kathodengas (zum Beispiel Sauerstoff oder Sauerstoff enthaltende Luft) zugeführt werden, so dass kathodenseitig die folgende Reaktion stattfindet: $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ (Reduktion/Elektronenaufnahme).

[0020] Zwischen den Membran-Elektrodenanordnungen 2 und den Bipolarplatten 3 sind Dichtungen angeordnet, welche die Anoden- und Kathodenräume nach außen abdichten und ein Austreten der Betriebsmedien aus der Brennstoffzelle 1 verhindern.

[0021] Den Dichtungen kommt daher eine wichtige Funktion für den sicheren und effizienten Betrieb zu. Die Dichtungen können prinzipiell auf den Bipolarplatten 3 angeordnet sein, was aber eine kostengünstige Fertigung in großen Stückzahlen erschwert. Die Anbringung einer Dichtung auf der Membran-Elektrodenanordnung 2 ist mit der Gefahr einer Beschädigung dieses teuren Bauteils verbunden

und auch hinsichtlich einer Massenfertigung problematisch.

[0022] Zur Vermeidung dieser Nachteile wird ein Verfahren zur Herstellung einer mit einer Dichtung versehenen Membran-Elektrodenanordnung 2 genutzt, das die nachfolgenden Schritte umfasst:

- a) Bereitstellen einer Rolle mit einem Rahmenmaterial,
- b) Bereitstellen einer Rolle mit einem Dichtungsmaterial,
- c) Aufbringen und Verbinden des Dichtungsmaterials auf das Rahmenmaterial in einem Rolle-Rolle-Prozess,
- d) Bereitstellen einer Rolle mit einer katalysatorbeschichteten Membran (Catalyst Coated Membrane (CCM)) und Auftragen der CCM auf das mit dem Dichtungsmaterial versehene Rahmenmaterial in einem Rolle-Rolle-Prozess.

[0023] Dabei sind das Rahmenmaterial und/oder das Dichtungsmaterial als Folie bereit gestellt. Das Rahmenmaterial ist durch einen stabilen Kunststoff gebildet, der die Eignung besitzt, als Rahmen für die Membran-Elektrodenanordnung 2 zu fungieren.

[0024] Die Dichtung kann daher unter Vermeidung von Ausschusskosten in einem Rolle-Rolle-Prozess der Membran-Elektrodenanordnung zugeordnet werden, was zudem Fertigungszeit einspart, da auch die weitere Fertigung vollautomatisiert ermöglicht wird, beispielsweise indem nach dem Schritt d) in einem Schritt e) eine Gasdiffusionslage GDL aufgebracht wird und nachfolgend die mit der Dichtung versehene Membran-Elektrodenanordnung 2 vereinzelt wird, um die Verbindung mit dem Bipolarplatten 3 zur Bildung einer Brennstoffzelle 1 zu ermöglichen.

[0025] Das Verbinden des Dichtungsmaterials mit dem Rahmenmaterial kann in Schritt c) durch einen Klebstoff und/oder durch Hitzeeinwirkung erfolgen.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Brennstoffzelle
- 2 Membran-Elektrodenanordnung
- 3 Bipolarplatte
- 4 Zuleitung
- 5 Ableitung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer mit einer Dichtung versehenen Membran-Elektrodenanordnung (2), umfassend die Schritte:
 - a) Bereitstellen einer Rolle mit einem Rahmenmate-

- rial,
- b) Bereitstellen einer Rolle mit einem Dichtungsmaterial,
- c) Aufbringen und Verbinden des Dichtungsmaterials auf das Rahmenmaterial in einem Rolle-Rolle-Prozess,
- d) Bereitstellen einer Rolle mit einer katalysatorbeschichteten Membran (Catalyst Coated Membrane (CCM)) und Auftragen der CCM auf das mit dem Dichtungsmaterial versehene Rahmenmaterial in einem Rolle-Rolle-Prozess, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Schritt d) in einem Schritt e) eine Gasdiffusionslage GDL aufgebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbinden des Dichtungsmaterials mit dem Rahmenmaterial in Schritt c) durch einen Klebstoff erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbinden des Dichtungsmaterials mit dem Rahmenmaterial in Schritt c) durch Hitzeeinwirkung erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rahmenmaterial durch einen stabilen Kunststoff gebildet ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rahmenmaterial und/oder das Dichtungsmaterial als Folie gebildet ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mit der Dichtung versehene Membran-Elektrodenanordnung (2) vereinzelt wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

