

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. Juni 2022 (23.06.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2022/128479 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/0273 (2016.01) H01M 8/10 (2016.01)  
H01M 8/0286 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/083799

(22) Internationales Anmeldedatum:  
01. Dezember 2021 (01.12.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2020 216 093.7  
17. Dezember 2020 (17.12.2020) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Post-  
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

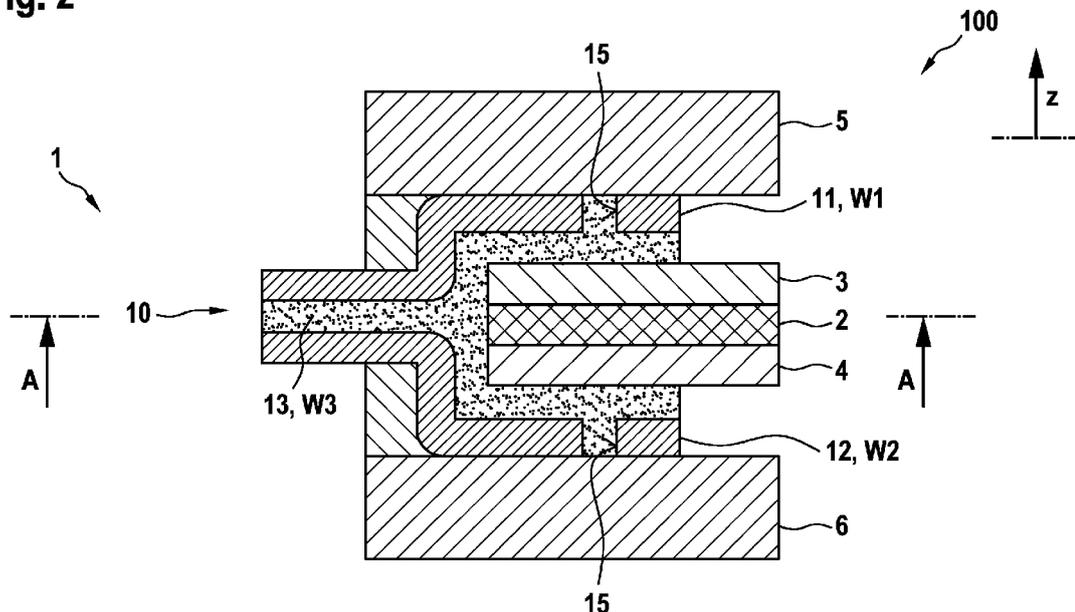
(72) Erfinder: **RINGEL, Anton**; An Der Spinnerei 18, 96047 Bamberg (DE). **GERLACH, Martin**; Gartenaecker 1, 96129 Strullendorf (DE). **THOMANN, David**; Mittelstrasse 68, 96052 Bamberg (DE). **RINGK, Andreas**; Geschwister-Scholl-Ring 14, 96047 Bamberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

(54) Title: MEMBRANE-ELECTRODE UNIT FOR AN ELECTROCHEMICAL CELL, AND PROCESS FOR MANUFACTURING A MEMBRANE-ELECTRODE UNIT

(54) Bezeichnung: MEMBRAN-ELEKTRODEN-EINHEIT FÜR EINE ELEKTROCHEMISCHE ZELLE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER MEMBRAN-ELEKTRODEN-EINHEIT

Fig. 2



(57) Abstract: Disclosed is a membrane-electrode unit (1) for an electrochemical cell (100), said membrane-electrode unit (1) comprising a frame structure (10) for accommodating a membrane (2) coated with electrodes (3, 4). The frame structure (10) comprises a first film (11) and a second film (12), between which an adhesive (13) is disposed. A gas diffusion layer (5, 6) is arranged on the frame structure (10). At least one recess (15) is formed in at least one of the two films (11, 12), the adhesive (13) penetrating said recess (15) and adhesively interacting with the gas diffusion layer (5, 6).

(57) Zusammenfassung: Membran-Elektroden-Einheit (1) für eine elektrochemische Zelle (100), wobei die Membran-Elektroden-Ein-



WO 2022/128479 A1

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

heit (1) eine Rahmenstruktur (10) zur Aufnahme einer mit Elektroden (3, 4) beschichteten Membran (2) aufweist. Die Rahmenstruktur (10) umfasst eine erste Folie (11) und eine zweite Folie (12) unter Zwischenlage eines Klebemittels (13). Eine Gasdiffusionslage (5, 6) ist an der Rahmenstruktur (10) angeordnet. Zumindest in einer der beiden Folien (11, 12) ist zumindest eine Ausnehmung (15) ausgebildet, wobei das Klebemittel (13) durch die Ausnehmung (15) dringt und mit der Gasdiffusionslage (5, 6) adhäsiv zusammenwirkt.

5 Beschreibung

Titel

Membran-Elektroden-Einheit für eine elektrochemische Zelle und Verfahren zur  
Herstellung einer Membran-Elektroden-Einheit

10

Stand der Technik

15 Eine Brennstoffzelle ist eine elektrochemische Zelle, wobei diese zwei Elektroden, welche mittels eines ionenleitenden Elektrolyten voneinander separiert sind, aufweist. Die Brennstoffzelle wandelt die Energie einer chemischen Reaktion eines Brennstoffes mit einem Oxidationsmittel direkt in Elektrizität um. Es existieren verschiedene Typen von Brennstoffzellen.

20 Ein spezieller Brennstoffzellentyp ist die Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle (PEM-FC). In einem aktiven Bereich einer PEM-FC grenzen an eine Polymerelektrolytmembran (PEM) zwei poröse Elektroden mit einer Katalysatorschicht an. Weiter umfasst die PEM-FC im aktiven Bereich Gasdiffusionslagen (GDL), welche die Polymerelektrolytmembran (PEM) und die  
25 PEM, die beiden Elektroden mit der Katalysatorschicht und optional auch die beiden GDL können eine sog. Membran-Elektroden-Einheit (MEA) in dem aktiven Bereich der PEM-FC bilden. Zwei sich gegenüberliegende Bipolarplatten(-hälften) wiederum begrenzen beidseitig die MEA. Ein Brennstoffzellenstapel ist aus abwechselnd übereinander angeordneten MEA  
30 und Bipolarplatten aufgebaut. Mit einer Anodenplatte einer Bipolarplatte findet eine Verteilung des Brennstoffes, insbesondere Wasserstoff, und mit einer Kathodenplatte der Bipolarplatte eine Verteilung des Oxidationsmittels, insbesondere Luft/Sauerstoff, statt. Zur elektrischen Isolierung benachbarter Bipolarplatten, zur Formstabilisierung der MEA und zum Verhindern von einem ungewollten Entweichen des Brennstoffes bzw. des Oxidationsmittels kann die  
35

- 2 -

MEA in einer rahmenartigen Öffnung zweier aneinander angeordneten Folien eingefasst werden. Üblicherweise sind die beiden Folien dieser Rahmenstruktur aus dem gleichen Werkstoff, bspw. Polyethylenphthalat (PEN), gebildet. Die aus dem gleichen Werkstoff gebildeten, beiden Folien können verzichtbar  
5 redundante Eigenschaften, bspw. wie eine elektrische Isolierfähigkeit (elektrisch isolierend) und/oder eine Sauerstoffdichtigkeit jeder der beiden Folien, aufweisen.

In der DE 101 40 684 A1 ist eine Membran-Elektroden-Einheit für eine  
10 Brennstoffzelle, enthaltend eine Schichtanordnung aus einer Anoden-Elektrode, einer Kathoden-Elektrode und einer dazwischen angeordneten Membran, offenbart, wobei auf eine Ober- und Unterseite der Schichtanordnung ein Polymermaterial aufgebracht wird.

Die DE 10 2018 131 092 A1 weist eine Membran-Elektroden-Einheit mit einer  
15 Rahmenstruktur auf.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es die Gasdiffusionslagen für den  
20 Stapelprozess mit der Membran-Elektroden-Einheit zu vorteilhaft zu verbinden, bevorzugt derart, dass ein Verrutschen verhindert wird.

#### Offenbarung der Erfindung

Dazu umfasst die Membran-Elektroden-Einheit eine Rahmenstruktur zur  
25 Aufnahme einer mit Elektroden beschichteten Membran. Die Rahmenstruktur weist eine erste Folie und eine zweite Folie unter Zwischenlage eines Klebemittels auf. Eine Gasdiffusionslage ist an der Rahmenstruktur angeordnet. Zumindest in einer der beiden Folien ist zumindest eine Ausnehmung  
30 ausgebildet, wobei das Klebemittel durch die Ausnehmung dringt und mit der Gasdiffusionslage adhäsiv zusammenwirkt.

Dadurch ist die Gasdiffusionslage rutschfest an der Rahmenstruktur und somit an  
35 der Membran-Elektroden-Einheit angebunden. Dies ist insbesondere für den Stapelprozess der einzelnen elektrochemischen Zellen zu einem Zellenstapel

sehr vorteilhaft. Weiterhin kann dadurch sogar ein weiteres Klebemittel, welches üblicherweise zwischen der Folie und der Gasdiffusionslage aufgetragen wird, eingespart werden.

5 Die Membran-Elektroden-Einheit kann eine Membran, insbesondere eine Polymerelektrolytmembran (PEM) umfassen. Die Membran-Elektroden-Einheit kann weiter zwei poröse Elektroden mit jeweils einer Katalysatorschicht umfassen, wobei diese insbesondere an die PEM angeordnet sind und beidseitig begrenzen. Man kann hier insbesondere von einer MEA-3 sprechen. Bevorzugt  
10 umfasst die Membran-Elektroden-Einheit zwei Gasdiffusionslagen. Diese können insbesondere die MEA-3 beidseitig begrenzen. Man kann hier insbesondere von einer MEA-5 sprechen.

15 Die elektrochemische Zelle kann beispielsweise eine Brennstoffzelle, eine Elektrolysezelle oder eine Batteriezelle sein. Die Brennstoffzelle ist insbesondere eine PEM-FC (Polymer-Elektrolyt-Membran Brennstoffzelle). Ein Zellenstapel umfasst insbesondere eine Vielzahl an übereinander angeordneten elektrochemischen Zellen.

20 Die Rahmenstruktur weist insbesondere eine Rahmenform auf. Die Rahmenstruktur ist vorzugsweise umlaufend ausgeführt. Somit können eine Membran und die beiden Elektroden besonders vorteilhaft in der Rahmenstruktur eingefasst sein. Des Weiteren ist die Rahmenstruktur im Querschnitt insbesondere U-förmig oder Y-förmig zur Aufnahme der Membran und der  
25 beiden Elektroden zwischen den Schenkeln der U-Form bzw. Y-Form ausgebildet.

30 Das Klebemittel dichtet bevorzugt die Membran-Elektroden-Einheit nach außen ab, verklebt die beiden Folien zueinander und fixiert die Membran mit den beiden Elektroden in der Rahmenstruktur.

35 Das Klebemittel kann ferner vorzugsweise elektrisch isolierend sein. Somit kann die Rahmenstruktur besonders vorteilhaft elektrisch isolierend sein und ein ungewollter Stromfluss in einem inaktiven Bereich der elektrochemischen Zelle besonders vorteilhaft geringgehalten, insbesondere verhindert, werden.

5 Bevorzugt werden zwei Gasdiffusionslagen, also zu beiden Seiten der Membran-Elektroden-Einheit jeweils eine Gasdiffusionslage, derartig an die Rahmenstruktur angebunden, dass sie mit dem durch die Ausnehmung der jeweiligen Folien dringenden Klebemittel adhäsiv zusammenwirken. Dies kann selbstverständlich auch mit einer Mehrzahl von Ausnehmungen in den Folien erfolgen.

10 In vorteilhaften Weiterbildungen sind dann die eine oder mehrere Ausnehmungen in der ersten Folie - in einer Fläche senkrecht zu einer Stapelrichtung betrachtet - versetzt zu der einen oder mehreren Ausnehmungen der zweiten Folie angeordnet. Dadurch können die beiden Gasdiffusionslagen an den beiden Folien unabhängig voneinander verklebt werden bzw. das Klebemittel mittels Heißstempel unabhängig voneinander aktiviert werden.

15 In vorteilhaften Ausführungen ist das Klebemittel thermisch aktivierbar, insbesondere mittels Heißstempel.

20 Dementsprechend umfasst die Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung einer Membran-Elektroden-Einheit nach einer der obigen Ausführungen. Das Verfahren weist dabei folgende Verfahrensschritte auf:

- Anordnen einer Gasdiffusionslage an einer der Folien mit Ausnehmung.
- Aktivieren des Klebemittels im Bereich der Ausnehmung.

25 In vorteilhaften Weiterbildungen weist das Verfahren den folgenden weiteren Verfahrensschritt auf:

- Aushärten des Klebemittels in der Ausnehmung unter Zusammenpressen der Gasdiffusionslage mit der Rahmenstruktur.

30 Bevorzugt wird dabei das Klebemittel mittels Heißstempel aktiviert. Dies ist ein einfaches, kostengünstiges und zugleich aber auch geometrisch sehr variables Verfahren zur thermischen Aktivierung von Klebeeigenschaften.

Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zu einigen Ausführungsbeispielen der Erfindung, welche in den Figuren schematisch dargestellt sind. Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung oder den Zeichnungen hervorgehende Merkmale und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumliche Anordnungen und Verfahrensschritte, können sowohl für sich als auch in den verschiedenen Kombinationen erfindungswesentlich sein. Dabei ist zu beachten, dass die Figuren nur beschreibenden Charakter haben und nicht dazu gedacht sind, die Erfindung in irgendeiner Form einzuschränken.

Es zeigen schematisch:

Fig. 1 eine Membran-Elektroden-Einheit aus dem Stand der Technik, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind.

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Membran-Elektroden-Einheit, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind.

Fig. 3 den Schnitt A-A der Fig.2 in einem weiteren Ausführungsbeispiel, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind.

Figur 1 zeigt in einem Vertikalschnitt einen Ausschnitt einer Membran-Elektroden-Einheit 1 einer elektrochemischen Zelle 100, insbesondere einer Brennstoffzelle, aus dem Stand der Technik, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind.

Die Membran-Elektroden-Einheit 1 weist eine Membran 2, beispielhaft eine Polymerelektrolytmembran (PEM), und zwei poröse Elektroden 3 bzw. 4 mit jeweils einer Katalysatorschicht auf, wobei die Elektroden 3 bzw. 4 jeweils an eine Seite der Membran 2 angeordnet sind. Weiter weist die elektrochemische Zelle 100 insbesondere zwei Gasdiffusionslagen 5 bzw. 6 auf, welche je nach Ausführung auch zur Membran-Elektroden-Einheit 1 gehören können.

Die Membran-Elektroden-Einheit 1 ist an ihrem Umfang von einer Rahmenstruktur 10 umgeben, hier spricht man auch von einem Subgasket. Die Rahmenstruktur 10 dient der Steifigkeit und der Dichtheit der Membran-Elektroden-Einheit 1 und ist ein nicht-aktiver Bereich der elektrochemischen Zelle 100.

Die Rahmenstruktur 10 ist im Schnitt insbesondere U-förmig bzw. Y-förmig ausgebildet, wobei ein erster Schenkel des U-förmigen Rahmenabschnitts durch eine erste Folie 11 aus einem ersten Werkstoff W1 gebildet ist und ein zweiter Schenkel des U-förmigen Rahmenabschnitts durch eine zweite Folie 12 aus einem zweiten Werkstoff W2 gebildet ist. Zusätzlich sind die erste Folie 11 und die zweite Folie 12 mittels eines Klebemittels 13 aus einem dritten Werkstoff W3 zusammengeklebt. Häufig sind der erste Werkstoff W1 und der zweite Werkstoff W2 identisch, bevorzugt PEN.

Die beiden Gasdiffusionslagen 5 bzw. 6 sind mittels eines weiteren Klebemittels 14 wiederum jeweils an einer Seite der Rahmenstruktur 10 angeordnet, üblicherweise so, dass sie über der aktiven Fläche der elektrochemischen Zelle 100 mit je einer Elektrode 3, 4 in Kontakt sind. Die Gasdiffusionslagen 5, 6 sind porös – beispielsweise als Vlies – ausgeführt, so dass durch sie Reaktionsmedien an die Elektroden 3, 4 zugeführt werden können.

Erfindungsgemäß werden nun die beiden Gasdiffusionslagen 5, 6 – oder zumindest eine der beiden Gasdiffusionslagen 5, 6 mittels des Klebemittels 13 an die Rahmenstruktur 10 geheftet bzw. geklebt.

Dazu zeigt Figur 2 in einem Vertikalschnitt eine erfindungsgemäße Membran-Elektroden-Einheit 1 einer elektrochemischen Zelle 100, insbesondere einer Brennstoffzelle, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind. In den beiden Folien 11, 12 sind Ausnehmungen 15 in Form von Bohrungen ausgebildet, welche mit dem Klebemittel 13 gefüllt sind. Die Gasdiffusionslagen 5, 6 sind in der Stapelrichtung z jeweils in direktem Kontakt zu der ihnen benachbarten Folie 11, 12, so dass das durch die Ausnehmungen ragende Klebemittel 13 in diesem Bereich mit der jeweiligen Gasdiffusionslage 5, 6

verklebt ist. Das weitere Klebemittel 14 aus dem Stand der Technik in der Ausführung der Figur 1 kann somit eingespart werden.

Dadurch werden Nachteile, welche durch den Einsatz des weiteren Klebemittels 14 aus dem Stand der Technik entstehen, behoben:

- Die Rahmenstruktur 10 verzieht sich nicht mehr.
- Die Fertigungszeiten für Aufbringen und Aushärten des weiteren Klebemittels 14 entfallen.
- Die Poren der Gasdiffusionslagen 5, 6 im Bereich der Rahmenstruktur 10 werden deutlich weniger verstopft.
- Die Dicke der Membran-Elektroden-Einheit 1 in Stapelrichtung z ist geringer und deutlich definierter; die Gesamthöhe des Zellenstapels in Stapelrichtung z kann somit enger toleriert werden.

Trotzdem wird ein Verrutschen der Gasdiffusionslagen 5, 6 gegenüber der Rahmenstruktur 10 bzw. gegenüber der mit den Elektroden 3, 4 beschichteten Membran 2 wirkungsvoll verhindert, so dass entsprechende Funktionsflächen optimal zueinander positioniert bleiben.

Figur 3 zeigt den Schnitt A-A der Figur 2 in einem weiteren Ausführungsbeispiel in teilweise transparenter Ansicht. In einem aktiven Bereich 9 weist die Membran-Elektroden-Einheit 1 lediglich die mit den Elektroden 3, 4 beschichtete Membran 2 und die dahinterliegende Gasdiffusionslage 5 auf. Die Rahmenstruktur 10 kennzeichnet üblicherweise den nicht-aktiven Bereich der elektrochemischen Zelle 100. In dem Schnitt A-A ist dabei das Klebemittel 13 bzw. transparent dahinter die erste Folie 11 zu sehen. In der ersten Folie 11 sind eine Mehrzahl von Ausnehmungen 15a ausgebildet, durch die das Klebemittel 13 gedrückt wird, um mit der Gasdiffusionslage 5 zu verkleben.

Transparent - und genau genommen außerhalb der Ansicht des Schnitts A-A - sind strichiert auch mehrere Ausnehmungen 15b in der zweiten Folie 12 angedeutet, welche in dieser Ausführung versetzt zu den Ausnehmungen 15a angeordnet sind, so dass die entsprechenden Klebemittel 13 dort besser unabhängig voneinander aktiviert werden können. Perspektivisch skizziert sind weiterhin beispielhaft zwei Heißstempel 40, welche das Klebemittel 13 in den

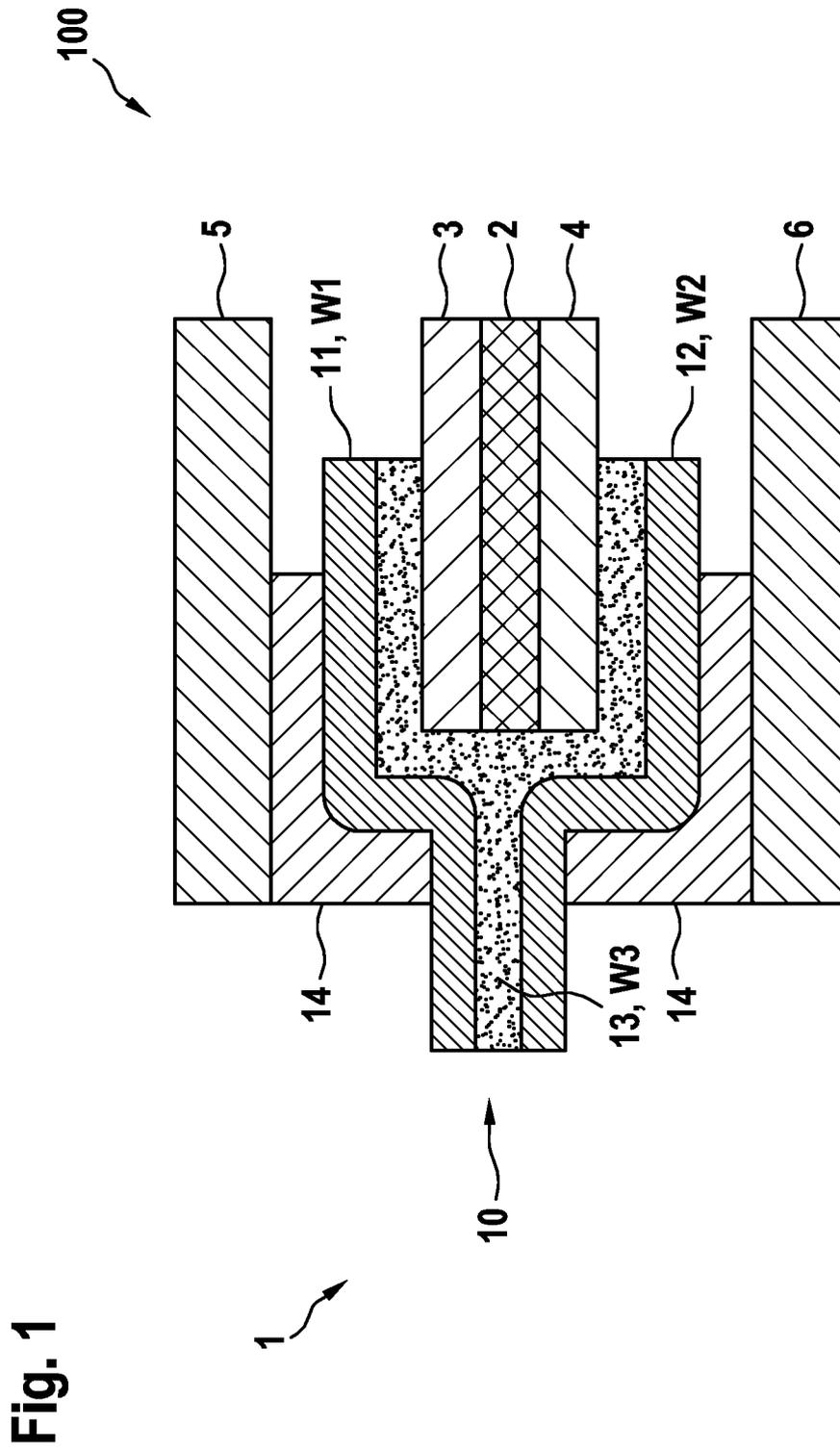
- 8 -

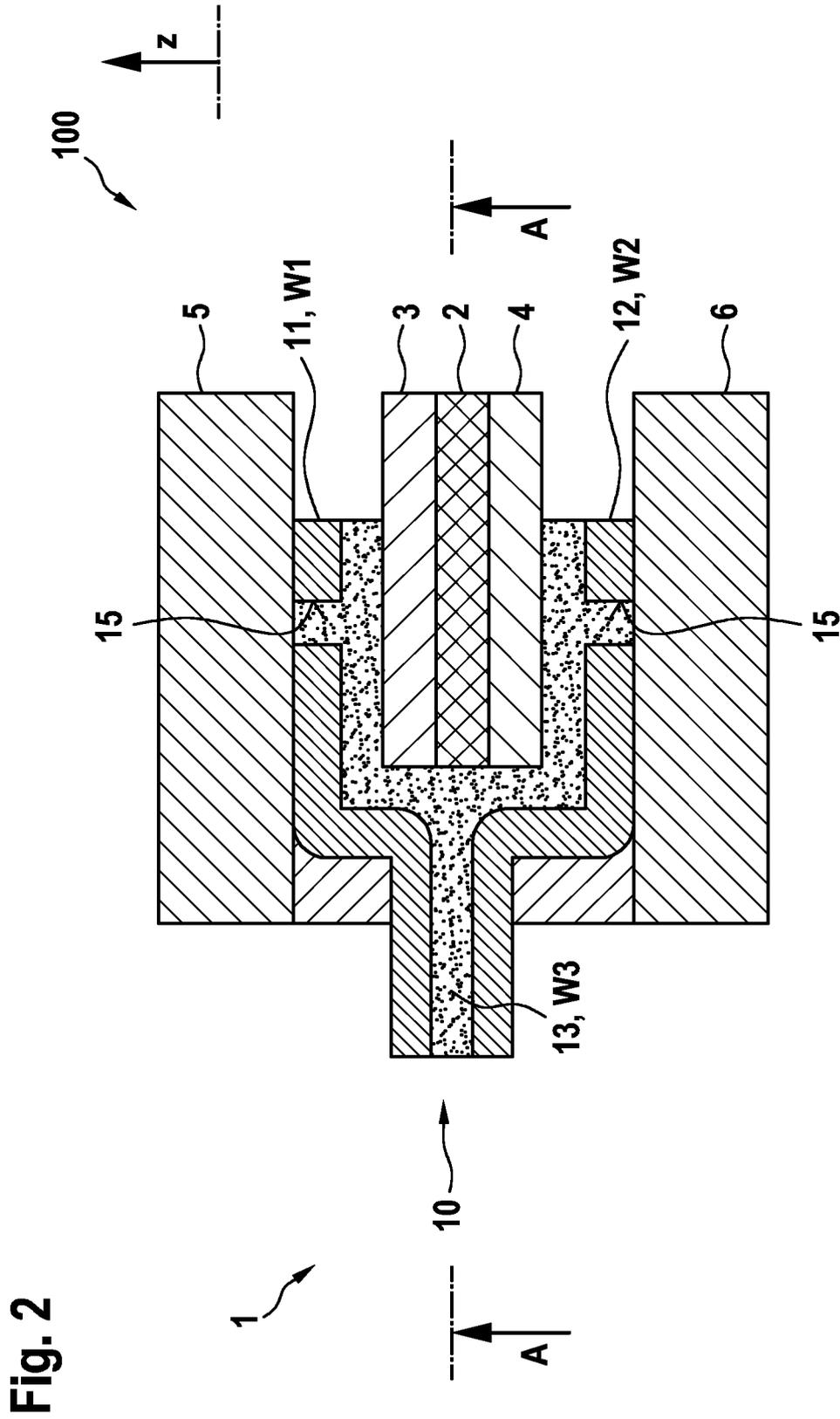
Ausnehmungen 15, 15a, 15b lokal aufschmelzen und dadurch thermisch aktivieren. Das Klebemittel 13 wird somit also mit der Gasdiffusionslage 5 verschmolzen, wobei sich bevorzugt die Polymerketten ineinander quasi verknoten.

## Ansprüche

- 5 1. Membran-Elektroden-Einheit (1) für eine elektrochemische Zelle (100),  
wobei die Membran-Elektroden-Einheit (1) eine Rahmenstruktur (10) zur  
Aufnahme einer mit Elektroden (3, 4) beschichteten Membran (2) aufweist,  
wobei die Rahmenstruktur (10) eine erste Folie (11) und eine zweite Folie  
10 (12) unter Zwischenlage eines Klebemittels (13) umfasst, wobei eine  
Gasdiffusionslage (5, 6) an der Rahmenstruktur (10) angeordnet ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zumindest in einer der beiden Folien (11, 12) zumindest eine  
Ausnehmung (15) ausgebildet ist, wobei das Klebemittel (13) durch die  
Ausnehmung (15) dringt und mit der Gasdiffusionslage (5, 6) adhäsiv  
15 zusammenwirkt.
2. Membran-Elektroden-Einheit (1) nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass je eine Gasdiffusionslage (5, 6) zu beiden Seiten der Rahmenstruktur  
20 (10) angeordnet ist, wobei in beiden Folien (11, 12) jeweils zumindest eine  
Ausnehmung (15, 15a, 15b) ausgebildet ist, wobei das Klebemittel (13)  
durch die Ausnehmungen (15, 15a, 15b) dringt und mit der jeweiligen  
Gasdiffusionslage (5, 6) adhäsiv zusammenwirkt.
- 25 3. Membran-Elektroden-Einheit (1) nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Ausnehmung (15a) in der ersten Folie (11) in einer Fläche  
senkrecht zu einer Stapelrichtung (z) versetzt zu der Ausnehmung (15b)  
der zweiten Folie (12) angeordnet ist.
- 30 4. Membran-Elektroden-Einheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Klebemittel (13) temperaturaktivierbar ist.

5. Verfahren zum Herstellen einer Membran-Elektroden-Einheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
wobei die Membran-Elektroden-Einheit (1) eine Rahmenstruktur (10) zur Aufnahme einer mit Elektroden (3, 4) beschichteten Membran (2) aufweist,  
5 wobei die Rahmenstruktur (10) eine erste Folie (11) und eine zweite Folie (12) unter Zwischenlage eines Klebemittels (13) umfasst, wobei in einer der beiden Folien (11, 12) zumindest eine Ausnehmung (15) ausgebildet ist, durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet:
- 10 • Anordnen einer Gasdiffusionslage (5, 6) an einer der Folien (11, 12) mit Ausnehmung (15).
  - Aktivieren des Klebemittels (13) im Bereich der Ausnehmung (15).
6. Verfahren zum Herstellen einer Membran-Elektroden-Einheit (1) nach Anspruch 5,  
15 durch folgenden weiteren Verfahrensschritt gekennzeichnet:
- Aushärten des Klebemittels (13) in der Ausnehmung (15) unter Zusammenpressen der Gasdiffusionslage (5, 6) mit der Rahmenstruktur (10).
- 20 7. Verfahren zum Herstellen einer Membran-Elektroden-Einheit (1) nach Anspruch 5 oder 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Klebemittel (13) mittels Heißstempel (40) aktiviert wird.





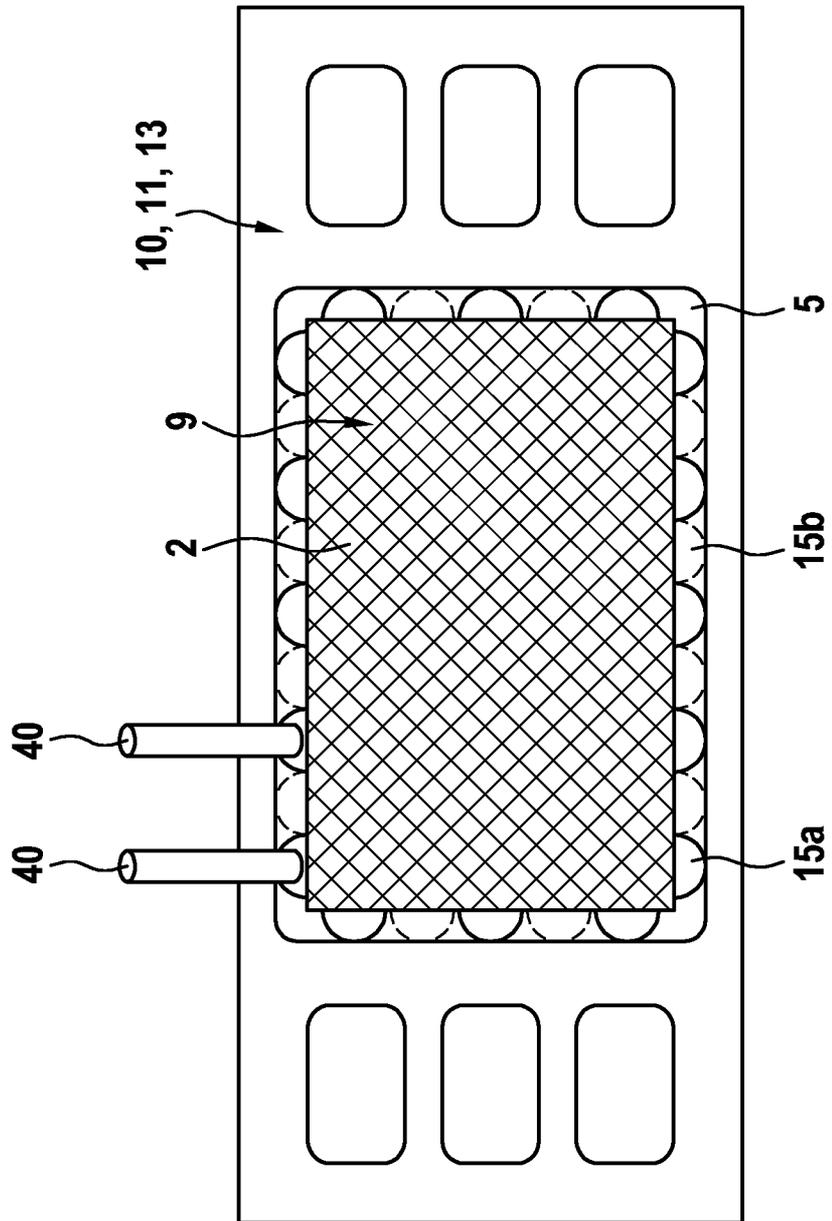


Fig. 3  
A - A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2021/083799**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H01M 8/0273</i> (2016.01)i; <i>H01M 8/0286</i> (2016.01)i; <i>H01M 8/10</i> (2016.01)n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011177423 A1 (NACHTMANN ANTON [DE] ET AL) 21 July 2011 (2011-07-21) claims 1, 2 figures 2, 5 paragraphs [0009], [0010], [0020] - [0033]	1-7
Y	US 2009162734 A1 (YANDRASITS MICHAEL A [US] ET AL) 25 June 2009 (2009-06-25) claims 1, 2, 10 figures 4A-4F paragraphs [0039] - [0046]	1-7
Y	US 2010000679 A1 (HAN KOOK IL [KR] ET AL) 07 January 2010 (2010-01-07) claim 1 figure 5 paragraphs [0032] - [0041]	1-7
Y	US 2013040228 A1 (BUCHE SILVAIN [GB] ET AL) 14 February 2013 (2013-02-14) figures 3, 4 paragraphs [0072], [0073]	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>09 March 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>18 March 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Perednis, Dainius</b> Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2021/083799**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2011177423	A1	21 July 2011	CA	2787317	A1	28 July 2011
				CN	102714322	A	03 October 2012
				EP	2526585	A1	28 November 2012
				HK	1174152	A1	31 May 2013
				JP	5695086	B2	01 April 2015
				JP	2013517606	A	16 May 2013
				KR	20120125304	A	14 November 2012
				US	2011177423	A1	21 July 2011
				WO	2011089008	A1	28 July 2011
US	2009162734	A1	25 June 2009	US	2009162734	A1	25 June 2009
				US	2013216932	A1	22 August 2013
				WO	2009082584	A1	02 July 2009
US	2010000679	A1	07 January 2010	JP	2010015963	A	21 January 2010
				KR	20100004495	A	13 January 2010
				US	2010000679	A1	07 January 2010
US	2013040228	A1	14 February 2013	AT	527713	T	15 October 2011
				CA	2533469	A1	03 March 2005
				CN	1839502	A	27 September 2006
				EP	1676332	A1	05 July 2006
				JP	4842130	B2	21 December 2011
				JP	2007503688	A	22 February 2007
				KR	20060060015	A	02 June 2006
				US	2007190400	A1	16 August 2007
				US	2013040228	A1	14 February 2013
				WO	2005020356	A1	03 March 2005

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b>		
INV. H01M8/0273 H01M8/0286		
ADD. H01M8/10		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )		
H01M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2011/177423 A1 (NACHTMANN ANTON [DE] ET AL) 21. Juli 2011 (2011-07-21) Ansprüche 1, 2 Abbildungen 2, 5 Absätze [0009], [0010], [0020] - [0033] -----	1-7
Y	US 2009/162734 A1 (YANDRASITS MICHAEL A [US] ET AL) 25. Juni 2009 (2009-06-25) Ansprüche 1, 2, 10 Abbildungen 4A-4F Absätze [0039] - [0046] -----	1-7
Y	US 2010/000679 A1 (HAN KOOK IL [KR] ET AL) 7. Januar 2010 (2010-01-07) Anspruch 1 Abbildung 5 Absätze [0032] - [0041] -----	1-7
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/>	Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>		<p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
9. März 2022		18/03/2022
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Perednis, Dainius

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2013/040228 A1 (BUCHE SILVAIN [GB] ET AL) 14. Februar 2013 (2013-02-14) Abbildungen 3, 4 Absätze [0072], [0073] -----	1-7

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP2021/083799**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011177423 A1	21-07-2011	CA 2787317 A1	28-07-2011
		CN 102714322 A	03-10-2012
		EP 2526585 A1	28-11-2012
		HK 1174152 A1	31-05-2013
		JP 5695086 B2	01-04-2015
		JP 2013517606 A	16-05-2013
		KR 20120125304 A	14-11-2012
		US 2011177423 A1	21-07-2011
		WO 2011089008 A1	28-07-2011
		US 2009162734 A1	25-06-2009
US 2013216932 A1	22-08-2013		
WO 2009082584 A1	02-07-2009		
US 2010000679 A1	07-01-2010	JP 2010015963 A	21-01-2010
		KR 20100004495 A	13-01-2010
		US 2010000679 A1	07-01-2010
US 2013040228 A1	14-02-2013	AT 527713 T	15-10-2011
		CA 2533469 A1	03-03-2005
		CN 1839502 A	27-09-2006
		EP 1676332 A1	05-07-2006
		JP 4842130 B2	21-12-2011
		JP 2007503688 A	22-02-2007
		KR 20060060015 A	02-06-2006
		US 2007190400 A1	16-08-2007
		US 2013040228 A1	14-02-2013
		WO 2005020356 A1	03-03-2005