

(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
4. August 2016 (04.08.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/120060 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 10/04 (2006.01) H01M 10/052 (2010.01)
H01M 10/0562 (2010.01) H01M 10/0583 (2010.01)
H01M 10/0565 (2010.01) H01M 6/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/050454

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Januar 2016 (12.01.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 201 281.6
26. Januar 2015 (26.01.2015) DE

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

(72) Erfinder: **KERKAMM, Ingo**; Reinbeckstr. 24, 70565 Stuttgart-Rohr (DE). **RAMSAYER, Reiner**; Albrecht-Duerer-Weg 3, 71277 Rutesheim (DE). **KOHLBERGER, Markus**; Leuschnerstrasse 15, 70174 Stuttgart (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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)

(54) Title: DESIGN FOR SOLID-STATE CELLS

(54) Bezeichnung : DESIGN FÜR FESTSTOFFZELLEN

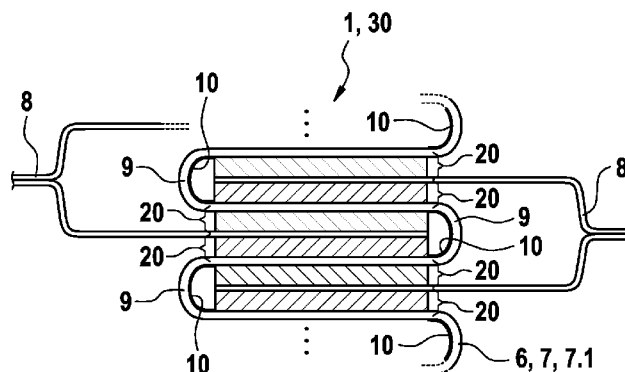


FIG. 2

(57) Abstract: The invention relates to a 1st method for producing a solid-state cell (1), in particular a lithium-ion solid-state cell, having a first conductor layer (2) and a second conductor layer (6) and at least one separation layer (4), which are stacked to form a layer stack out of at least two first conductor layers (2) and at least two second conductor layers (6), wherein the first conductor layer (2) is separated from the second conductor layer (6) by the separation layer (4), and wherein the layers of the first conductor layer (2) separated by the separation layer (4) and/or the layers of the second conductor layer (6) separated by the separation layer (4) are electrically connected to one another in layers. According to the invention, at least one of the conductor layers (2, 6) is formed by a flexible web, wherein the flexible web (7.1) is inserted into the layer stack as a continuous layer (7) forming at least both first conductor layers (2) and/or both second conductor layers (6).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/120060 A1



Die Erfindung betrifft ein 1. Verfahren zur Herstellung einer Feststoffzelle (1), insbesondere einer Lithium-Ionen-Feststoffzelle, mit einer ersten Leiterschicht (2) und einer zweiten Leiterschicht (6) und zumindest einer Trennschicht (4), welche zu einem Schichtstapel aus mindestens zwei ersten Leiterschichten (2) und mindestens zwei zweiten Leiterschichten (6) gestapelt werden, wobei die erste Leiterschicht (2) durch die Trennschicht (4) von der zweiten Leiterschicht (6) getrennt wird, und wobei die durch die Trennschicht (4) getrennten Schichten der ersten Leiterschicht (2) und/oder die durch die Trennschicht (4) getrennten Schichten der zweiten Leiterschicht (6) schichtweise elektrisch miteinander verbunden werden. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass zumindest eine der Leiterschichten (2, 6) aus einer flexiblen Bahn ausgestaltet wird, wobei die flexible Bahn (7.1) als durchgängige Schicht (7), die zumindest die zwei ersten Leiterschichten (2) und/oder die zwei zweiten Leiterschichten (6) gemeinsam bildet, in den Schichtstapel eingelegt wird.

5 Beschreibung

Titel

Design für Feststoffzellen

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Feststoffzelle nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie eine Feststoffzelle nach dem Oberbegriff von Anspruch 8.

Stand der Technik

15

Feststoffzellen, bzw. Feststoffbatterien sind derzeit sowohl für mobile als auch für stationäre Anwendungen von besonderem Interesse. Die Feststoffzellen, bzw. die Feststoffbatterien werden auch als „All-Solid-State-Batterien“ bezeichnet. Dabei enthalten die Feststoffzellen ausschließlich feste Materialien und insbesondere Festkörperelektrolyten und weisen gegenüber herkömmlichen, flüssige Elektrolyten enthaltene Batterien die Vorteile auf, dass aufgrund der Verwendung der Festkörperelektrolyten die Feststoffzellen gute sicherheitsrelevante Eigenschaften und eine hohe Energiedichte $> 400 \text{ Wh/Kg}$ aufweisen.

20

25

Dadurch, dass flüssige Elektrolyten durch Festkörperelektrolyten ersetzt werden, kann zum Beispiel das Risiko eines thermischen Durchgehens/Brennens (Englisch: „thermal runaway“) sowie eine Explosion der Feststoffzelle, d. h. der Batterie verringert, sowie die Sicherheit und die Zyklenbeständigkeit der Batterie erhöht werden.

30

Jedoch geht ein Ersetzen von flüssigen Elektrolyten durch Festkörperelektrolyten in der Regel mit einer Verringerung der Kapazität der Kathode einher, da Materialien wie bspw. LiCoO_2 eine geringe Lithium-Ionen Leitfähigkeit aufweisen. Zudem haben bspw. Festkörper Li-Ionen-Batterien bedingt durch ihren inneren Aufbau und ihre Funktionsweise eine im Vergleich zu bekannten Li-Ionen-Zellen

35

mit flüssigen Elektrolyten erhöhte Ausdehnung, bzw. Schrumpfung beim Laden und Entladen der Feststoffzelle. Die Ausdehnung, bzw. Schrumpfung der Festkörper Li-Ionen-Batterien kann dabei je nach Zellaufbau im Bereich von 10-40 % Dehnung liegen.

5

Zudem sind die Eigenschaften der eingesetzten Materialien, wie bspw. dem eingesetzten Festkörperelektrolyten oder bspw. auch den Separatoren dergestalt, dass sich ein klassischer Aufbau der Feststoffzelle in Rund-/ oder Prismatischem-Format mit einem gewickelten Zellstapel nicht realisieren lässt. Insbesondere kann der Festkörperelektrolyt aus einem keramischen oder aus einem Glas-Keramik-Komposite ausgestaltet sein, dass sich nicht in dem notwendigen Maße umformen oder biegen lässt, um damit einen Aufbau der Zelle in Rund-/ oder Prismatischem-Format zu realisieren. Auch die bei den klassischen Festkörperzellen verwendeten Separatoren, die bspw. aus einer Keramikschicht mit daran angelagerten Polymerschichten bestehen, lassen sich nur bedingt verformen. Daher sind aktuell nur gestapelte Zellen (gestackte Zellen) möglich. Diese gestapelten, bzw. aufgestapelten Zellen, die typischerweise auch als Pouchzellen bezeichnet werden, haben jedoch den Nachteil, dass die einzelnen Leiterschichten, die anodenseitig und kathodenseitig als Stromableiter ausgestaltet sind (bspw. eine Al-Folie bzw. eine Cu-Folie), bei der Herstellung der Feststoffzelle in der Pouch-Stapeltechnik Schicht für Schicht gestapelt werden müssen. Dabei ist insbesondere der Zuschnitt der Folien aufwändig, da bspw. Anschlusslaschen (tabs) vorgesehen werden müssen, um die einzelnen Leiterschichten miteinander elektrisch verbinden zu können. Jedoch hat die Pouch-Stapeltechnik die Vorteile, dass sich zum einen Festkörperzellen realisieren lassen, die mit einer Wickeltechnik aktuell nicht herstellbar sind, und zum anderen die einzelnen Schichten im Schichtstapel sauber flächig aufeinanderliegen.

30

Offenbarung der Erfindung

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile zumindest teilweise zu überwinden. Insbesondere ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei Nutzung der Vorteile der Pouch-

Stapeltechnik insbesondere das Schichten der Leiterschichten in den Schichtstapel zu vereinfachen.

5 Zur Lösung der Aufgabe wird ein Verfahren zur Herstellung einer Feststoffzelle, insbesondere einer Lithium-Ionen-Feststoffzelle mit sämtlichen Merkmalen des Anspruchs 1, insbesondere des kennzeichnenden Teils, vorgeschlagen. Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sind in den abhängigen Verfahrensansprüchen angegeben. Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch eine Feststoffzelle, insbesondere eine Lithium-Ionen-Feststoffzelle mit sämtlichen
10 Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 8, insbesondere dessen kennzeichnenden Teils.

Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Verfahrensansprüchen, den abhängigen Vorrichtungsansprüchen, der
15 Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Feststoffzelle und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird, bzw.
20 werden kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Feststoffzelle, insbesondere einer Lithium-Ionen-Feststoffzelle, mit einer ersten Leiterschicht und einer zweiten Leiterschicht und zumindest einer Trennschicht, welche zu
25 einem Schichtstapel aus mindestens zwei ersten Leiterschichten und mindestens zwei zweiten Leiterschichten gestapelt werden, wobei die erste Leiterschicht durch die Trennschicht von der zweiten Leiterschicht getrennt wird, und wobei die durch die Trennschicht getrennten Schichten der ersten Leiterschicht und/oder die durch die Trennschicht getrennten Schichten der zweiten
30 Leiterschicht schichtweise elektrisch miteinander verbunden werden, schließt die technische Lehre ein, dass zumindest eine der Leiterschichten aus einer flexiblen Bahn ausgestaltet wird, wobei die flexible Bahn als durchgängige Schicht, die zumindest die zwei ersten Leiterschichten und/oder die zwei zweiten Leiterschichten gemeinsam bildet, in den Schichtstapel eingelegt wird.
35

Als Feststoffzelle soll vorzugsweise eine Festkörperbatterie, bzw. ein Festkörperakkumulator (gemeint ist eine wiederaufladbare Batterie) verstanden werden, der im Falle einer Lithium-Ionen-Batterie eine Anode in Form einer Lithiumschicht verwendet, eine Elektrolytschicht, die entweder eine Keramik, bzw. aus Glas oder aber aus einem Glas-Keramik-Komposite aufweist, sowie eine Kathode, die eine porösen Kohlenstoffschicht umfasst. Die Anode und die Kathode sind in der Regel von dem Elektrolyten durch eine Separatorschicht, die bspw. einen Polymer-Keramik-Verbundstoff umfasst, getrennt. Durch den Separator wird der Ladungstransfer an der Anode verbessert und die Kathode wird elektrochemisch mit dem Elektrolyten verbunden. Zudem dient der Separator dazu, den elektrischen Widerstand zu verringern. Die Leiterschichten der Anode und der Kathode, die auch als Stromleiter bzw. Anoden-Stromableiter oder Kathoden-Stromableiter bezeichnet werden, sind typischerweise aus einer dünnen Folie hergestellt. Auf Seiten der Anode kann es sich dabei bspw. um eine Kupfer- oder Nickelfolie handeln, auf der Seite der Kathode handelt es sich bei der Leiterschicht üblicherweise um eine Aluminiumfolie.

Im Gegensatz zu der bekannten Pouch-Stapeltechnik, zur Herstellung einer Feststoffzelle, wird erfindungsgemäß zumindest eine der Leiterschichten, d. h. entweder der Anoden-Stromableiter oder der Kathoden-Stromableiter oder aber auch beide Stromableiter aus einer flexiblen Bahn ausgestaltet, die als durchgängige Schicht in den Schichtstapel eingelegt wird. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass entweder die Leiterschicht für die Anode, bzw. die Leiterschicht für die Kathode oder auch beide Leiterschichten nicht wie üblich Schicht für Schicht zugeschnitten werden müssen, um diese Zuschnitte schichtweise in den Schichtstapel der Feststoffzelle einzulegen, sondern die Leiterschicht für die Kathode und/oder die Anode als eine durchgängige Schicht, die Schichten in dem Schichtstapel bildend, in den Schichtstapel eingelegt wird. Dabei ist zudem vorteilhaft, dass zur elektrischen Verbindung von bspw. zwei Anoden-Leiterschichten auf eine aufwendige Ausgestaltung von Anschlusslaschen (tabs) verzichtet werden kann, da die Schicht, die gemeinsam bspw. zwei Anoden-Leiterschichten bildet, als flexible Bahn durchgängig ausgestaltet ist. Das gleiche gilt natürlich auch im Falle einer für die Kathode-Schichten verwendeten flexiblen Bahn als durchgängige Schicht. Das schichtweise Einlegen der ersten Leiterschicht, bzw. der zweiten Leiterschicht als durchgängige Schicht, die aus

einer flexiblen Bahnen besteht, soll auch als Wickeln, bzw. Falten der Leiterschichten in den Schichtstapel verstanden werden. Demzufolge ist vorteilhaft zumindest eine der Leiterschichten als wickelbare, bzw. faltbare flexible Bahn oder Folie ausgeführt. Ist bspw. die Anoden-Leiterschicht, die bspw. ein Cu-Stromleiter sein kann, als durchgängige Schicht aus einer flexiblen Bahn ausgestaltet, kann diese bei der Herstellung der Feststoffzelle in Pouch-Stapeltechnik durchgewickelt, bzw. in den Schichtstapel eingelegt oder eingefaltet werden. Vorteilhafterweise muss nur die entsprechende Leiterschicht (Anode oder Kathode / oder jeweils beide) mit zumindest einer oder genau nur einer elektrischen Anschlusslasche (tabs) versehen sein, um den Schichtstapel elektrisch zu verbinden. Hierdurch kann die Herstellung und der Aufbau der Feststoffzelle bzw. des jeweiligen Schichtstapels deutlich vereinfacht werden.

Um das Stapeln der einzelnen Schichten zu dem Schichtstapel der Feststoffzelle zu vereinfachen, wird vorteilhaft zumindest eine Leiterschicht mit dem Separator und optional mit dem Elektrolyten als Baugruppe vormontiert, die beim Stapeln der Feststoffzelle in die aus einer flexiblen Bahn als durchgängige Schicht ausgestaltete Leiterschicht eingelegt, bzw. eingewickelt oder eingefaltet wird.

Um bei Ausgestaltung einer Feststoffzelle als Lithium-Ionen-Batterie, Lithium-Ablagerungen beim Laden zu vermeiden, bzw. das Entladen der Feststoffzelle zu verhindern, ist bevorzugt die Anoden-Leiterschicht, die bspw. als Cu-Folie ausgestaltet sein kann, zumindest abschnittsweise mit einer Beschichtung (zur galvanischen Trennung) ausgestaltet. Die Beschichtung dient dabei auch vorteilhaft dazu, um Kurzschlüsse zu vermeiden.

Beim Einlegen der flexiblen Bahn, die als durchgängige Schicht in den Schichtstapel der Feststoffzelle geschichtet wird, werden vorteilhaft Umlenkungen zwischen den Schichten einer Leiterschicht gebildet. Vorteilhaft umgreifen dabei die Umlenkungen jeweils die zwischen zwei Schichten einer Leiterschicht geschichteten Schichten des Schichtstapels. Vorteilhaft wird dabei die Leiterschicht im Bereich der Umlenkungen beschichtet.

Um gänzlich den aufwändigen Zuschnitt für die Leiterschichten zu vermeiden, sind vorzugsweise beide Leiterschichten, d. h., die Anoden-Leiterschichten und

die Kathoden-Leiterschicht, die als Anoden-Stromableiter, bzw. als Kathoden-Stromableiter verwendet werden, aus einer flexiblen Bahn ausgestaltet, die als durchgängige Schicht in den Schichtstapel eingelegt, bzw. gewickelt oder gefaltet wird.

5

Um bspw. eine ungewollte elektrische Verbindung zwischen der ersten Leiterschicht und der zweiten Leiterschicht im Bereich der Umlenkungen zu vermeiden, wird die Anoden-Leiterschicht im Wesentlichen orthogonal zu der Kathoden-Leiterschicht in den Schichtstapel eingelegt, bzw. gewickelt oder gefaltet. Ist die Feststoffzelle bspw. als quaderförmiger Zellstapel ausgestaltet, sind die Umlenkungen für die als durchgängige Schicht aus einer flexiblen Bahn ausgestalteten Anoden-Leiterschicht an einer Fläche des Quaders und der daran gegenüberliegenden Fläche des Quaders angeordnet, wobei dann die Umlenkungen für die andere Leiterschicht an den dazwischenliegenden Flächen ausgestaltet sind.

10
15

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird ebenfalls gelöst durch eine Feststoffzelle, insbesondere eine Lithium-Ionen-Feststoffzelle, welche insbesondere nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist, mit einer ersten Leiterschicht und einer zweiten Leiterschicht und zumindest einer Trennschicht, welche zu einem Schichtstapel aus mindestens zwei ersten Leiterschichten und mindestens zwei zweiten Leiterschichten gestapelt ist, wobei die erste Leiterschicht durch die Trennschicht von der zweiten Leiterschicht getrennt ist und wobei die durch die Trennschicht getrennten Schichten der ersten Leiterschicht und/oder durch die Trennschicht getrennten Schichten der zweiten Leiterschicht schichtweise miteinander elektrisch verbunden sind. Bei der Feststoffzelle ist erfindungswesentlich vorgesehen, dass zumindest eine der Leiterschichten aus einer flexiblen Bahn ausgestaltet ist, wobei die flexible Bahn als durchgängige Schicht, die zumindest die zwei ersten Leiterschichten und/oder die zweiten zwei Leiterschichten gemeinsam bildet, in dem Schichtstapel eingelegt ist.

20

25

30

Ergänzend zu der Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens können bei der erfindungsgemäßen Feststoffzelle an den Umlenkungen Stromableiter in Form von Zwischenabgriffen ausgestaltet sein. Die Zwischenabgriffe können

35

bspw. dazu dienen, um mehrere Feststoffzellen miteinander zu verbinden.
Natürlich können die in Form von Zwischenabgriffen ausgestalteten
Stromableiter auch die bei einer bekannten Feststoffzelle ausgestalteten
Stromableiter ersetzen.

5

Um hier Wiederholungen bezüglich weiterer Vorteile der erfindungsgemäßen
Feststoffzelle zu vermeiden, wird auf die Beschreibung der vorteilhaften
Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwiesen und es wird
vollumfänglich auf diese zurückgegriffen.

10

Bevorzugte Ausführungsbeispiele:

15

Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen ergeben sich aus der
nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, welche
in den Figuren schematisch dargestellt sind. Sämtliche aus den Ansprüchen, der
Beschreibung oder den Zeichnungen hervorgehenden Merkmale und/oder
Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und
Verfahrensschritte, können sowohl für sich, als auch in verschiedensten
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:

20

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer Feststoffzelle nach dem Stand der
Technik;

25

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Feststoffzelle,

Fig. 3 einen Ausschnitt des Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen
Feststoffzelle gemäß Fig. 2,

30

Fig. 4 die Beschichtung der Anoden-Leiterschicht, die in eine Verfahrensschritt
mit der Aktiv-Material-Aufbringung erfolgt,

35

Fig. 5 in einer schematischen Darstellung die Umlenkrichtung der Leiterschicht
bei Assemblierung eines Schichtstapels und

Fig. 6 eine schematische Skizze einer Feststoffzelle, die in Pouch-Stapeltechnik mit zwei aus einer flexiblen Bahn ausgestalteten durchgängigen Leiterschichten ausgestaltet ist.

5

In den unterschiedlichen Figuren sind gleiche Teile stets mit denselben Bezugszeichen versehen, weshalb diese in der Regel nur einmal beschrieben werden.

10

Figur 1 zeigt eine aus dem Stand der Technik bekannte Feststoffzelle 100. Die Feststoffzelle 100 ist in Pouch-Stapeltechnik, ein Kompartiment 20 bildend, d.h. einen Schichtstapel als Einzelzelle bildend, in mehreren Schichten 2, 3, 4, 5 und 6 gestapelt. Kathodenseitig ist eine obere Leiterschicht ausgebildet, die bspw. eine Aluminiumfolie sein kann. An die Leiterschicht 2 schließt sich die Schicht 3 an, die von dem Festkörperelektrolyt gebildet wird. Dabei kann die Schicht 3 aus einer Keramik oder einem Glas-Keramik-Komposit ausgestaltet sein. An die Schicht 3, die den Festkörperelektrolyt bildet, schließt sich die Schicht 4 an, die als Trennschicht bzw. Separator dazu dient, die Anode von der Kathode

15

20

voneinander zu trennen. Die Schicht 4, die als Trennschicht bzw. Separatorschicht ausgestaltet ist, besteht in üblicher Weise aus einem Polymer-Keramik-Verbundstoff. An die Schicht 4 schließt sich nach unten hin, d. h. Anodenseitig, die Schicht 5 an, die bei einer Lithium-Ionen-Feststoffzelle als Lithiumschicht ausgestaltet ist. An die Schicht 5 schließt sich der Anoden-Stromableiter an, der in Form der Leiterschicht 6 dargestellt ist. Bei dem Anoden-Stromableiter bzw. der Anoden-Leiterschicht 6 handelt es sich bspw. um eine Kupfer- oder Nickelfolie. Wird die Schicht 2 mit der Schicht 6 elektrisch verbunden, kann Spannung 50, bspw. für den Betrieb eines elektrischen Gerätes abgegriffen werden.

25

30

Figur 2 zeigt einen Ausschnitt einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Feststoffzelle 1. Bei der erfindungsgemäßen Feststoffzelle 1 sind mehrere Schichtstapel, die in der Funktion und der Schichtung der einzelnen Schichten 2, 3, 4, 5 und 6 der Feststoffzelle 100, wie in Figur 1 dargestellt, entsprechen. Jedoch ist im Gegensatz zu der aus dem Stand der Technik bekannten Feststoffzelle 100 bei der erfindungsgemäßen Feststoffzelle 1, eine

35

der Leiterschichten 2 oder 6 aus einer flexiblen Bahn 7.1 als durchgängige Schicht 7 ausgestaltet. Vorliegend ist beispielhaft der Anoden-Stromableiter, d.h. die Leiterschicht 6 als durchgängige Schicht 7 in den aus mehreren Kompartimenten 20 bzw. Schichtstapel bestehenden Pouch- bzw. Zellstapel 30 der Feststoffzelle 1 eingelegt. Wie in dem Schnitt der Feststoffzelle 1 in Figur 2 dargestellt, ist die durchgängige Schicht 7, d.h. die flexible Bahn 7.1 mäanderförmig in die Kompartimente 20 der Feststoffzelle 1, die aus den Schichten 2, 3, 4, 5 und der Leiterschicht 6 des Zellstapels 30 gebildet werden, als durchgängige Leiterschicht 6 eingelegt. Die mäanderförmige Anordnung der durchgängigen Schicht 7 in den Zellstapel 30 soll auch als Wickeln bzw. Falten der durchgängigen Schicht 7 in den Pouch- bzw. Zellstapel 30 verstanden werden. Kathodenseitig ist der Kathode-Stromableiter, nämlich die Leiterschicht 2, wie auch aus dem Stand der Technik bekannt, als Einzelzuschnitte schichtweise in dem Zellstapel 30 gestapelt. Dabei werden die Einzelzuschnitte der in dem Zellstapel 30 geschichteten Leiterschichten 2 über ein elektrisch verbindendes Element 8, bspw. eine elektrisch leitende Brücke, jeweils elektrisch miteinander verbunden. Vorliegend dient das elektrische verbindende Element 8 zusätzlich dazu, Kathodenseitig nach außen Strom abzuführen. Dagegen sind die Schichten 6, die aus der durchgängigen Schicht 7 gebildet sind, durchgängig miteinander elektrisch verbunden. Bei dem mäanderförmigen Einlegen der durchgängigen Schicht 7 werden dabei stapel- bzw. kompartimentweise und vorzugsweise intermittierend vorliegend abwechselnd links und rechts, wie in der Figur 2 dargestellt, Umlenkungen 9 ausgebildet. Um Kurzschlüsse zu vermeiden bzw. um Lithium-Ablagerungen beim Laden oder Entladen der Feststoffzelle 1 zu behindern, ist vorzugsweise die die als durchgängige Schicht 7 ausgestaltete flexible Bahn 7.1 im Bereich der Umlenkungen 9 mit einer Beschichtung 10 beschichtet. Die Beschichtung 10 ist vorliegend an dem inneren Radius der Umlenkungen 9 auf der durchgängigen Schicht ausgestaltet. Im Gegensatz zu der hier in der Figur 2 dargestellten Variante, nämlich der Ausgestaltung der Anoden-Leiterschicht 6 aus einer flexiblen Bahn 7.1 als durchgängige Schicht 7, kann als eine weitere Variante auch die Kathoden-Leiterschicht 2 aus einer flexiblen Bahn 7.1 als durchgängige Schicht 7 mäanderförmig in den Zellstapel 30 eingelegt bzw. gewickelt oder gefaltet werden.

Figur 3 zeigt in einer Detailansicht die obersten Kompartimente 20 des Zellstapels 30 aus Fig. 2. Der Aufbau der Kompartimente 20, wie in Figur 3 dargestellt, ist gleich dem Aufbau der aus dem Stand der Technik bekannten Feststoffzelle 100, die vorliegend über die Leiterschicht 2 spiegelsymmetrisch aufgebaut ist. Jedoch ist die Anoden-Leiterschicht 6 vorliegend aus einer flexiblen Bahn 7.1 als durchgängige Schicht 7 ausgebildet, wobei hier in der Detailansicht durch das mäanderförmige Einlegen der flexiblen Bahn 7.1 als durchgängige Schicht 7 in den hier dargestellten Kompartimenten 20 die erste Leiterschicht 6.1 und die zweite Leiterschicht 6.2 elektrisch über die Umlenkung 9 miteinander verbunden sind. Dabei umgreift die Umlenkung 9 zwei Schichten 5, zwei Schichten 4, zwei Schichten 3 und eine Leiterschicht 2 und bildet mit diesen Schichten 2 Kompartimente 20. Die zuvor genannten Schichten 2, 3, 4 und 5 können vorteilhaft in einem Montageprozess als eine vorgefertigte Baugruppe ausgestaltet werden, die beim mäanderförmigen Legen der durchgängigen Schicht 7, bzw. beim Wickeln oder Falten der flexiblen Bahn 7.1, in die als durchgängige Schicht 7 ausgebildete flexible Bahn 7.1 als gemeinsame Baugruppe eingelegt werden.

Figur 4 zeigt einen alternativen Aufbau der erfindungsgemäßen Feststoffzelle 1, wobei sämtliche Schichten 3, 4, 5, die zwischen den Leiterschichten 2 oder 6 in Schichten gestapelt werden, als Teilkompartimente 20.1 auf einer der Leiterschichten 2 oder 6, die aus einer flexiblen Bahn 7.1 ausgestaltet ist, intermittierend aufgebaut werden. Sind bspw. auf der Leiterschicht 6 vorteilhaft ober- und unterhalb der Leiterschicht 6, die Schichten 3, 4 und 5 als Teilkompartimente 20.1 aufgebaut, kann durch gegenläufige Faltung, nach oben, nach unten und wieder nach oben, wie in Figur 5 dargestellt, der als flexiblen Bahn 7.1 ausgestalteten Leiterschicht 6, eine durchgängige Leiterschicht 6 mit den darauf aufgebauten Schichten 3, 4 und 5, durch Aufeinanderlegen der einzelnen Teilkompartimente 20.1 bei gleichzeitigem Einlegen der zweiten Leiterschicht 2, der Zellstapel 30 für die Feststoffzelle 1 hergestellt werden. Optional kann beim Aufbau der Schichten 3, 4 und 5 auf einer der Leiterschichten 6 oder 2 gleichzeitig zwischen den als Teilkompartimente 20.1 ausgestalteten Schichten 3, 4 und 5 intermittierend zwischen den Teilkompartimenten 20.1 die Beschichtung 10, die vorzugsweise im Bereich der Umlenkungen 9 auf der Leiterschicht 2 oder der Leiterschicht 6 ausgestaltet ist,

aufgetragen werden. Vorliegend wird die Beschichtung 10 beidseitig der Leiterschicht 2 oder der Leiterschicht 6 ausgestaltet.

5 Figur 6 zeigt eine schematische Skizze einer Feststoffzelle 1, die in Pouch-Stapeltechnik mit zwei aus einer flexiblen Bahn 7.1 als durchgängige Schicht 7 ausgestalteten Leiterschichten 2 und 6 ausgebildet ist. Dabei sind die Umlenkungen 9 der durchgängigen Schicht 7, die die Leiterschicht 2 ist, zu den Umlenkungen 9, die durch die durchgängige Schicht 7 der Leiterschicht 6 gebildet werden, orthogonal zueinander in den Zellstapel eingelegt. Vorliegend
10 sind an den Umlenkungen 9 der Leiterschichten 2 und 6 Stromableiter in Form von Zwischenabgriffen 11 ausgestaltet, die bspw. dazu dienen, um mehrere Zellstapel 30 miteinander zu verbinden, bzw. die zum Anschließen der Feststoffzelle 1 an einen elektrischen Verbraucher dienen.

5 Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Feststoffzelle (1), insbesondere einer Lithium-Ionen-Feststoffzelle, mit einer ersten Leiterschicht (2) und einer zweiten Leiterschicht (6) und zumindest einer Trennschicht (4), welche zu einem Schichtstapel aus mindestens zwei ersten Leiterschichten (2) und mindestens zwei zweiten Leiterschichten (6) gestapelt werden, wobei die erste Leiterschicht (2) durch die Trennschicht (4) von der zweiten Leiterschicht (6) getrennt wird, und wobei die durch die Trennschicht (4) getrennten Schichten der ersten Leiterschicht (2) und/oder die durch die Trennschicht (4) getrennten Schichten der zweiten Leiterschicht (6) schichtweise elektrisch miteinander verbunden werden, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Leiterschichten (2, 6) aus einer flexiblen Bahn (7.1) ausgestaltet wird, wobei die flexible Bahn (7.1) als durchgängige Schicht (7), die zumindest die zwei ersten Leiterschichten (2) und/oder die zwei zweiten Leiterschichten (6) gemeinsam bildet, in den Schichtstapel eingelegt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Leiterschicht (2) und/oder die zweite Leiterschicht (6) mit der Trennschicht (4) als Baugruppe vormontiert werden, wobei die Baugruppe bei der Montage des Schichtstapels in die flexible Bahn (7.1) eingelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die flexible Bahn (7.1) vor dem Einlegen in den Schichtstapel zumindest abschnittsweise mit einer Beschichtung (10) ausgestaltet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass die flexible Bahn (7.1) zwischen den zumindest zwei ersten
Leiterschichten (2) und/oder den zwei zweiten Leiterschichten (6) derart
umgelenkt wird, dass Umlenkungen (9) zwischen den zwei ersten
Leiterschichten (2) und/oder den zwei zweiten Leiterschichten (6) gebildet
werden, wobei von jeder Umlenkung (9), die zwischen den zwei ersten
10 Leiterschichten (2) und/oder den zwei zweiten Leiterschichten (6)
angeordneten Schichten (3, 4, 5, 6) oder (2, 3, 4, 5) des Schichtstapel
zumindest abschnittsweise umgriffen werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass die flexible Bahn (7.1) als Anode und/oder als Kathode verwendet
wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die erste Leiterschicht (2) und die zweite Leiterschicht (6) jeweils aus
einer flexiblen Bahn (7.1) ausgestaltet werden, die anodenseitig und
kathodenseitig eine durchgängige Schicht (7) bilden, wobei beide
Leiterschichten (2, 6) in den Schichtstapel eingelegt werden.
- 25 7. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Leiterschicht (2) im Wesentlichen orthogonal zu der zweiten
Leiterschicht (6) in den Schichtstapel eingelegt wird.

8. Feststoffzelle (1), insbesondere eine Lithium-Ionen-Feststoffzelle, welche insbesondere nach dem Verfahren gemäß der Ansprüche 1 bis 7 hergestellt ist, mit einer ersten Leiterschicht (2) und einer zweiten Leiterschicht (6) und zumindest einer Trennschicht (4), welche zu einem Schichtstapel aus mindestens zwei ersten Leiterschichten (2) und mindestens zwei zweiten Leiterschichten (6) gestapelt ist, wobei die erste Leiterschicht (2) durch die Trennschicht (4) von der zweiten Leiterschicht (6) getrennt ist, und wobei die durch die Trennschicht (4) getrennten Schichten der ersten Leiterschicht (2) und/oder die durch die Trennschicht (4) getrennten Schichten der zweiten Leiterschicht (6) schichtweise miteinander elektrisch verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Leiterschichten (2, 6) aus einer flexiblen Bahn (7.1) ausgestaltet ist, wobei die flexible Bahn (7.1) als durchgängige Schicht (7), die zumindest die zwei ersten Leiterschichten (2) und/oder die zwei zweiten Leiterschichten (6) gemeinsam bildet, in den Schichtstapel eingelegt ist.
9. Feststoffzelle (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die flexible Bahn (7.1) zwischen den zumindest zwei ersten Leiterschichten (2) und/oder den zwei zweiten Leiterschichten (6) als Umlenkung (9) ausgestaltet ist, wobei die flexible Bahn (7.1) insbesondere im Bereich der Umlenkung (9) mit einer Beschichtung (10) ausgestaltet ist, und wobei die Umlenkung (9), die zwischen den zwei ersten Leiterschichten (2) und/oder den zwei zweiten Leiterschichten (6) angeordneten Schichten (3, 4, 5, 6) oder (2, 3, 4, 5) des Schichtstapel zumindest abschnittsweise umgreift.
10. Feststoffzelle nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass an den Umlenkungen (9) Stromableiter in Form von Zwischenabgriffen (11) ausgestaltet sind.

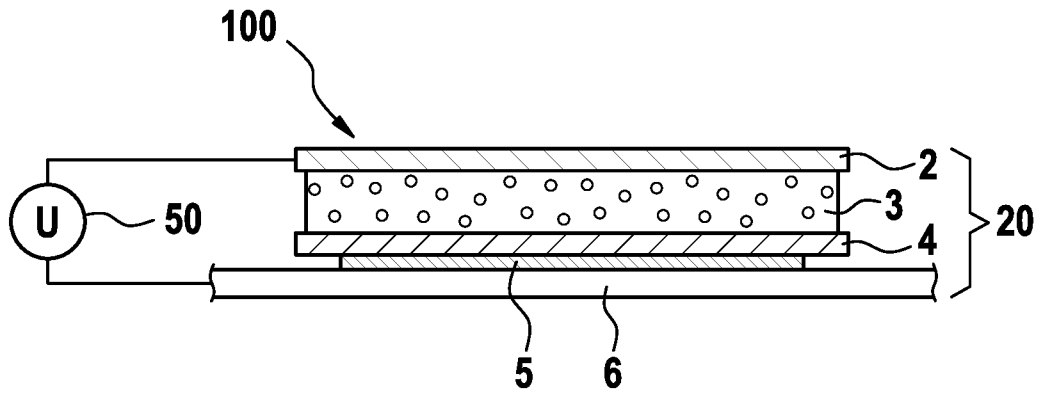


FIG. 1

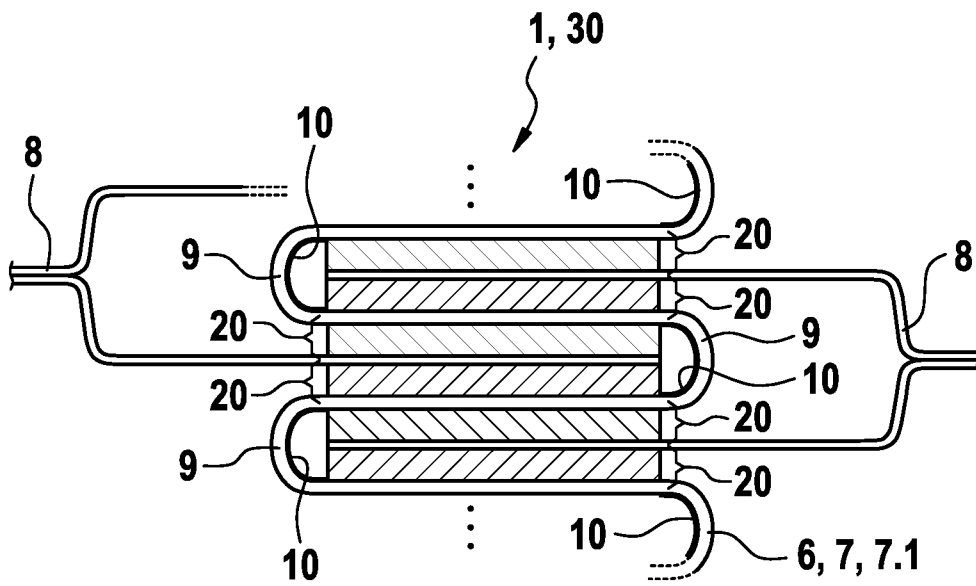


FIG. 2

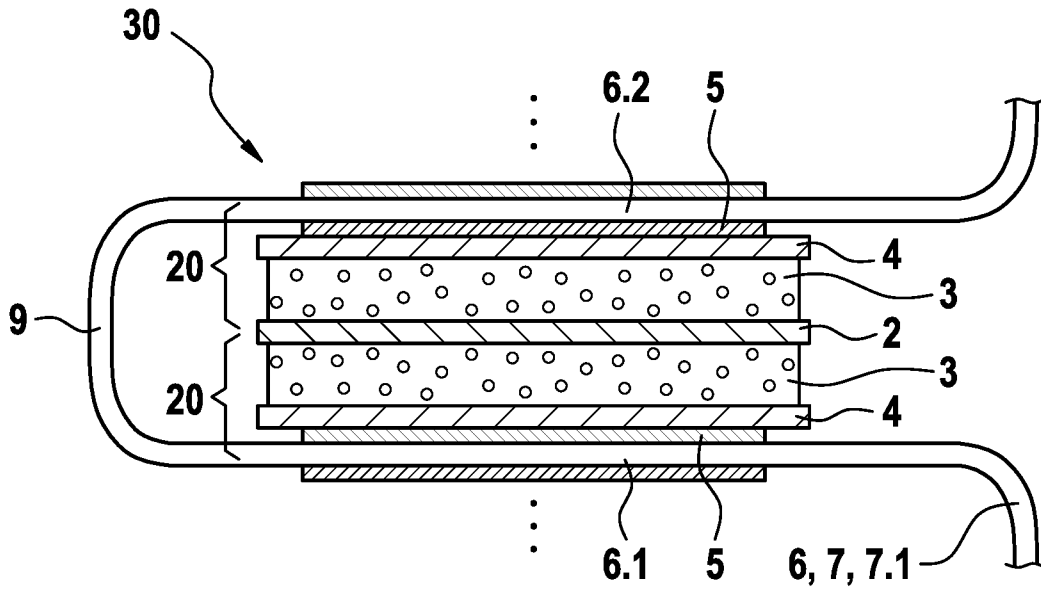


FIG. 3

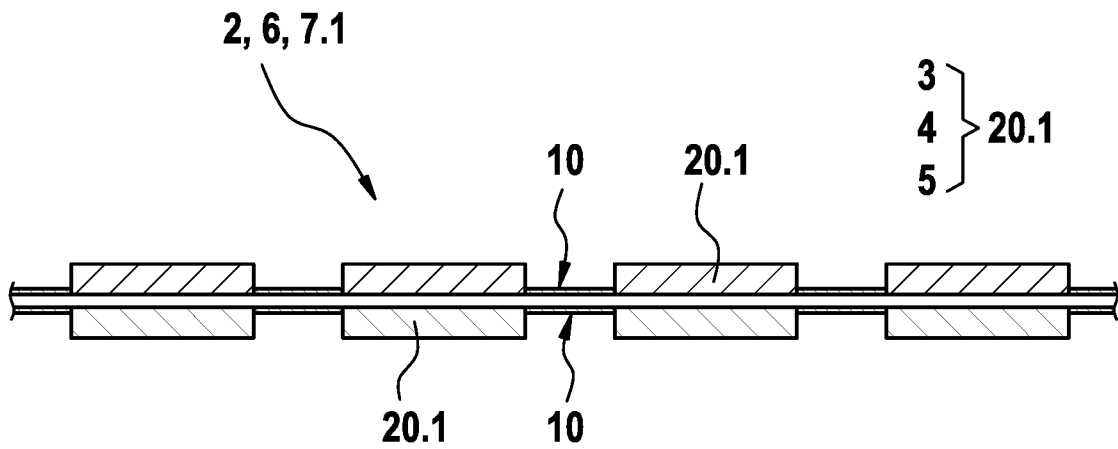


FIG. 4

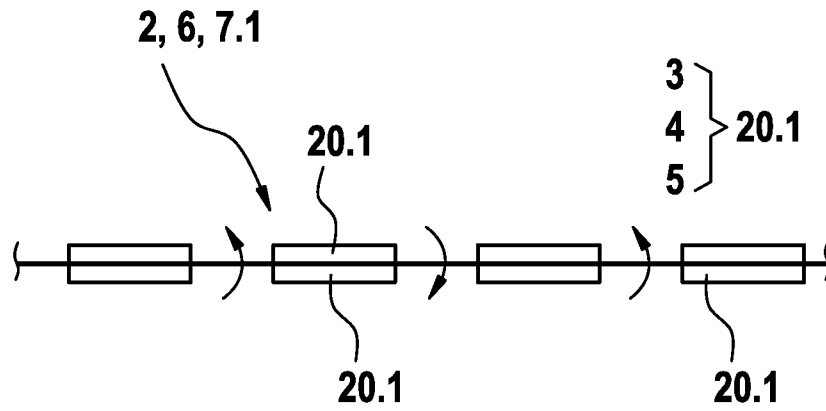


FIG. 5

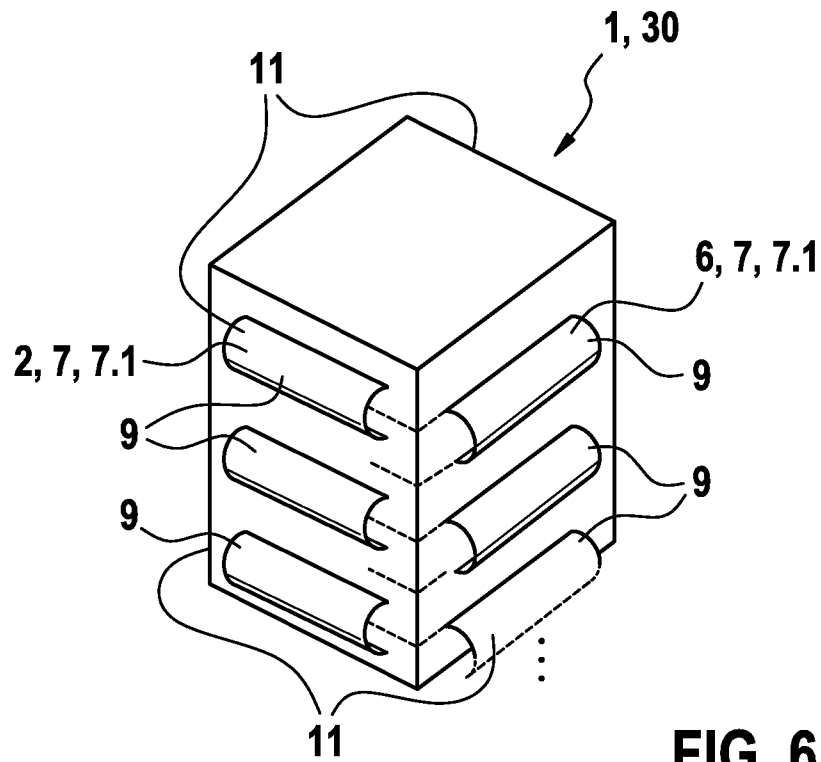


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/050454

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01M10/04 H01M10/0562
 ADD. H01M10/0565 H01M10/052 H01M10/0583 H01M6/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014/272559 A1 (KRETSCHMAR THOMAS [DE] ET AL) 18 September 2014 (2014-09-18) figures 2-5 paragraphs [0039], [0051] - [0053], [0063] claims 30,34	1-10
X	US 2014/272537 A1 (KRETSCHMAR THOMAS [DE] ET AL) 18 September 2014 (2014-09-18) figures 1-15 paragraphs [0039], [0040], [0049], [0058] - [0062]	1-9
X	US 5 618 318 A (REDDY THOMAS B [US] ET AL) 8 April 1997 (1997-04-08) figures 1-9 column 3, line 45 - column 4, line 16 claims 1-8	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

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 17 March 2016	Date of mailing of the international search report 29/03/2016
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Knoflachner, Andreas
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/050454

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014272559	A1	18-09-2014	EP 2973831 A1 20-01-2016 KR 20150135355 A 02-12-2015 US 2014272559 A1 18-09-2014 WO 2014159281 A1 02-10-2014

US 2014272537	A1	18-09-2014	EP 2973835 A1 20-01-2016 KR 20150137077 A 08-12-2015 US 2014272537 A1 18-09-2014 WO 2014159279 A1 02-10-2014

US 5618318	A	08-04-1997	US 5525441 A 11-06-1996 US 5618318 A 08-04-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/050454

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M10/04 H01M10/0562 ADD. H01M10/0565 H01M10/052 H01M10/0583 H01M6/18		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTER GEBIETE 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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2014/272559 A1 (KRETSCHMAR THOMAS [DE] ET AL) 18. September 2014 (2014-09-18) Abbildungen 2-5 Absätze [0039], [0051] - [0053], [0063] Ansprüche 30,34 -----	1-10
X	US 2014/272537 A1 (KRETSCHMAR THOMAS [DE] ET AL) 18. September 2014 (2014-09-18) Abbildungen 1-15 Absätze [0039], [0040], [0049], [0058] - [0062] -----	1-9
X	US 5 618 318 A (REDDY THOMAS B [US] ET AL) 8. April 1997 (1997-04-08) Abbildungen 1-9 Spalte 3, Zeile 45 - Spalte 4, Zeile 16 Ansprüche 1-8 -----	1-9
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "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) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "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 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "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 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 17. März 2016		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 29/03/2016
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 Knoflacher, Andreas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/050454

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2014272559 A1	18-09-2014	EP 2973831 A1 KR 20150135355 A US 2014272559 A1 WO 2014159281 A1	20-01-2016 02-12-2015 18-09-2014 02-10-2014

US 2014272537 A1	18-09-2014	EP 2973835 A1 KR 20150137077 A US 2014272537 A1 WO 2014159279 A1	20-01-2016 08-12-2015 18-09-2014 02-10-2014

US 5618318 A	08-04-1997	US 5525441 A US 5618318 A	11-06-1996 08-04-1997
