

(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
24. Januar 2019 (24.01.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/015892 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 2/14 (2006.01) H01M 2/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/065850

(22) Internationales Anmeldedatum:

14. Juni 2018 (14.06.2018)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2017 212 266.8

18. Juli 2017 (18.07.2017)

DE

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

(72) Erfinder: **HIPPCHEN, Silvan**; Am Reutwald 5, 74372
Sersheim (DE). **BUCHKREMER, Anne**; Forststrasse 189,
70193 Stuttgart (DE). **NIKOLIC, Danijel**; Baedergasse 3,
71665 Vaihingen An Der Enz (DE). **KLAMT, Guido**; Ei-
benweg 3, 70839 Gerlingen (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, 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, 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: METHOD FOR PRODUCING A SOLID BODY SEPARATOR FOR A BATTERY CELL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES FESTKÖRPERSEPARATORS FÜR EINE BATTERIEZELLE

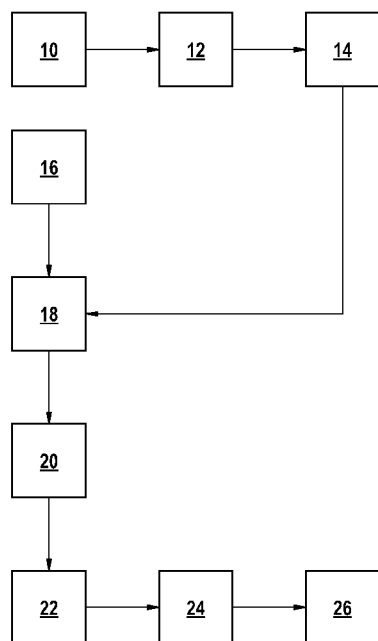


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a solid body separator for a battery cell, comprising the method steps: a) providing separator material; b) as applicable, reducing the separator material provided in method step a); c) as applicable, drying the separator material provided and reduced, as applicable, in method step a); d) mixing the separator material with at least one of a conducting salt and a binder material, as applicable; e) hot-pressing the separator material to form a separator, and f) adding liquid electrolyte to the separator produced in method step e) if the separator material was not mixed with a conducting salt in method step d).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Festkörperseparators für eine Batteriezelle, aufweisend die Verfahrensschritte: a) Bereitstellen von Separatormaterial; b) gegebenenfalls Zerkleinern des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Separatormaterials; c) gegebenenfalls Trocknen des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten und gegebenenfalls zerkleinerten Separatormaterials; d) gegebenenfalls Mischen des Separatormaterials mit wenigstens einem von einem Leitsalz und einem Bindematerial; e) Heißpressen des Separatormaterials unter Ausbilden eines Separators, und f) Hinzufügen von Flüssigelektrolyt zu dem in Verfahrensschritt e) erzeugten Separator dann, wenn in Verfahrensschritt d) das Separatormaterial nicht mit einem Leitsalz vermischt wurde.

WO 2019/015892 A1

5 Beschreibung

Titel

Verfahren zum Herstellen eines Festkörperseparators für eine Batteriezelle

10 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Festkörperseparators für eine Batteriezelle. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen einer Batteriezelle mit einem verbesserten Festkörperseparator.

15 Stand der Technik

Elektrochemische Energiespeicher, wie beispielsweise Lithium-Ionen-Batterien, sind in vielen täglichen Anwendungen weit verbreitet. Sie werden beispielsweise in Computern, wie etwa Laptops, Mobiltelefonen, Smartphones und bei anderen
20 Anwendungen eingesetzt. Auch bei der zur Zeit stark vorangetriebenen Elektrifizierung von Fahrzeugen, wie etwa Kraftfahrzeugen, etwa bei elektrischen Fahrzeugen oder Hybridfahrzeugen, bieten derartige Batterien Vorteile. Aufgrund ihrer hohen spezifischen Energie werden insbesondere lithiumbasierte Batterien, wie etwa Lithium-Ionen-Batterien oder Lithium-Batterien, als Energiequellen bei
25 Elektrofahrzeugen verwendet.

Bei Lithium-Ionen-Batterien, beispielsweise, werden oftmals Festkörperelektrolyte beziehungsweise Festkörperseparatoren verwendet. Diese sind oftmals aus einem Polymer oder einer Keramik gefertigt und werden
30 insbesondere in einer nasschemischen Synthese hergestellt.

Das Dokument US 2014/0099556 A1 beschreibt ein Verfahren zum Herstellen eines Festkörperseparators für eine Sekundärbatterie. Ein derartiges Verfahren beruht auf einem nasschemischen Prozess.

35

G.B. Appetechi, S.Scaccia, S. Passerini, J. of El. Chem. Soc., 2000, 21, 4888-4452 beschreibt ferner einen Prozess zur Herstellung eines Separators basierend auf Polyethylenoxid, wobei der Separator durch Extrusion hergestellt wird.

5

Offenbarung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Festkörperseparators für eine Batteriezelle, aufweisend die Verfahrensschritte:

10

- a) Bereitstellen von Separatormaterial;
- b) gegebenenfalls Zerkleinern des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Separatormaterials;
- c) gegebenenfalls Trocknen des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten und
- 15 gegebenenfalls zerkleinerten Separatormaterials;
- d) gegebenenfalls Mischen des Separatormaterials mit wenigstens einem von einem Leitsalz und einem Bindermaterial;
- e) Heißpressen des Separatormaterials unter Ausbilden eines Separators; und
- 20 f) Hinzufügen von Flüssigelektrolyt zu dem in Verfahrensschritt e) erzeugten Separator dann, wenn in Verfahrensschritt d) das Separatormaterial nicht mit einem Leitsalz vermischt wurde.

Die vorstehenden Verfahrensschritte können dabei grundsätzlich in der vorstehend beschriebenen Reihenfolge, in einer abweichenden Reihenfolge oder auch zumindest teilweise gleichzeitig ablaufen.

25

Ein vorbeschriebenes Verfahren erlaubt auf überraschende Weise das Herstellen eines Festkörperseparators mit einer besonders geringen Menge an Lösungsmittelresten, was die Langzeitbeständigkeit und Verlässlichkeit einer mit einem derart erzeugten Festkörperseparator ausgestatteten Batteriezelle signifikant erhöhen kann. Ferner kann auf besonders definierte Weise ein Festkörperseparator darstellbar sein.

30

Es wird somit beschrieben ein Verfahren zum Herstellen eines Festkörperseparators für eine Batteriezelle. Beispielsweise kann das Verfahren das Herstellen eines Festkörperseparators für eine Lithium-Ionen-Batterie oder etwa eine Lithium-Batterie mit einer Lithium-Metallanode betreffen, ohne jedoch auf diese Beispiele beschränkt zu sein. Somit betrifft die vorliegende Erfindung einen Prozess, der Bestandteil eines Verfahrens zum Herstellen einer Batteriezelle beziehungsweise einer Batterie ist.

Das Verfahren umfasst die folgenden Verfahrensschritte.

Gemäß Verfahrensschritt a) umfasst das Verfahren das Bereitstellen von Separatormaterial. Als solches kann grundsätzlich jegliches Separatormaterial bereitgestellt werden, das für die gewünschte Anwendung bevorzugt sein kann. Grundsätzlich kann das Separatormaterial entsprechend den gewünschten Eigenschaften ausgewählt werden beispielsweise dann, wenn der zu erzeugende Festkörperseparator gleichermaßen als Festkörperelektrolyt dienen soll. Da der zu erzeugende Festkörperseparator einen besonders geringen Gehalt an Lösungsmittel aufweisen soll, kann das Separatormaterial gegebenenfalls bereits in trockener Form bereitgestellt werden, insbesondere in nicht mit Lösungsmittel versetzter Form.

Beispielsweise kann das Separatormaterial bereitgestellt werden mit einem Feuchtegehalt beziehungsweise Lösungsmittelgehalt von kleiner oder gleich 0,1 ppm, bezogen auf die Masse des Feststoffes des Separatormaterials und die Masse des Lösungsmittels.

Alternativ oder zusätzlich kann es bezüglich der Bereitstellung eines geeigneten Separatormaterials für die nachfolgenden Verfahrensschritte von Vorteil sein, wenn das Separatormaterial mit einer Partikelgröße, etwa einer Partikelgröße d_{90} , bereitgestellt wird, die kleiner oder gleich 15 μm ist, etwa kleiner oder gleich 10 μm . Beispielsweise kann das Separatormaterial vorliegen beziehungsweise bereitgestellt werden in einer Partikelgröße, etwa einer Partikelgröße d_{90} , in einem Bereich von größer oder gleich 1 μm bis kleiner oder gleich 15 μm . Die Partikelgröße kann beispielsweise bestimmbar sein durch Laserdiffraktometrie.

Ferner kann unter einer Partikelgröße D_{90} insbesondere zu verstehen sein, dass 90% der Partikel kleiner sind als der angegebene Wert.

Die etwaige Partikelgröße des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Separatormaterials ist jedoch nicht grundsätzlich kritisch, da sich in Verfahrensschritt b) ein Zerkleinern des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Separatormaterials anschließen kann. Dies kann insbesondere dann von Vorteil sein, wenn das in Verfahrensschritt a) bereitgestellte Separatormaterial eine zu große Partikelgröße aufweist. Insoweit die in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Partikel eine größere Partikelgröße aufweisen als gewünscht, beispielsweise wenn die Partikelgröße oberhalb des vorstehend definierten Bereichs liegt, kann somit gemäß Verfahrensschritt b) ein Zerkleinern des Separatormaterials erfolgen. Insoweit jedoch die in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Partikel eine ausreichend geringe Größe aufweisen, beispielsweise wenn sie bereits in dem vorbeschriebenen Bereich der Partikelgröße liegen, kann auf den Verfahrensschritt b) verzichtet werden.

Weiterhin, beispielsweise anschließend an Verfahrensschritt a) beziehungsweise gegebenenfalls an Verfahrensschritt b), kann das Verfahren gemäß Verfahrensschritt c) das Trocknen des Separatormaterials umfassen. Dies kann insbesondere dann von Vorteil sein, wenn das Separatormaterial einen Lösungsmittelgehalt beziehungsweise einen Gehalt an Flüssigkeiten aufweist in einem Bereich von größer als 0,1 ppm, bezogen auf die Masse des Feststoffes des Separatormaterials und die Masse des Lösungsmittels.

Ein Trocknen des Separatormaterials kann dabei beispielsweise erfolgen durch eine Temperaturbehandlung etwa bei erhöhter Temperatur, also etwa bei zur Raumtemperatur (22°C) erhöhter Temperatur, und ferner gegebenenfalls unter zu dem Umgebungsdruck von etwa 1 bar reduziertem Druck. Die genaue Einstellung der Temperatur beziehungsweise des Druckes kann dabei abhängig sein von dem ausgewählten Separatormaterial. Ferner kann, wenn das in Verfahrensschritt a) bereitgestellte Separatormaterial einen ausreichenden hohen Trockengehalt aufweist beziehungsweise einen ausreichend geringen Flüssigkeitsgehalt, der beispielsweise in dem vorstehend definierten Bereich liegen kann, auf den Verfahrensschritt c) verzichtet werden.

Somit kann es bevorzugt vorgesehen sein, dass das Separatormaterial vor wenigstens einem der Verfahrensschritte d) und e) wenigstens eines von einen Feuchtegehalt in einem Bereich von kleiner oder gleich 0,1 ppm und eine Partikelgröße in einem Bereich von kleiner oder gleich 15 µm aufweist.

Gemäß Verfahrensschritt d) kann das vorbeschriebene Verfahren ferner das Mischen des Separatormaterials mit wenigstens einem von einem Leitsalz und einem Bindermaterial umfassen.

Die Zugabe eines Leitsalzes kann insbesondere dann von Vorteil sein, wenn das Separatormaterial einen Festkörperseparator ausbilden soll und dabei gleichzeitig die Funktion eines Festkörperelektrolyten wahrnimmt. Unter einem Leitsalz kann dabei in an sich bekannter Weise verstanden werden eine Verbindung, welche die ionische Leitfähigkeit erhöhen kann. Beispiele für ein verwendbares Leitsalz, etwa bei einem Einsatz des Separators in einer Lithium-Ionen-Batterie umfassen etwa LiTFSi, LiPF₆, LiClO₄, LiBF₄, LiCF₃SO₃ oder LiN(SO₂CF₃)₂. Der Anteil an in das Separatormaterial eingefügtem Leitsalz kann insbesondere von der spezifischen Anwendung abhängig sein und von dem Fachmann ohne Probleme gewählt werden. Insbesondere in dieser Ausgestaltung kann der zu erzeugende Separator gleichermaßen als Elektrolyt dienen ohne auf Lösungsmittel zurückgreifen zu müssen.

Ferner kann ein Bindermaterial zugegeben werden, etwa um verbesserte mechanische Eigenschaften zu erhalten. Dies kann beispielsweise bei einem keramischen Separatormaterial von Vorteil sein. Nicht beschränkende Bindermaterialien umfassen etwa Polymere, wie diese aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt sind, etwa Polyvinylidenfluorid (PVDF) oder Polyethylenglycol (PEG).

Für den Fall, dass dem Separator ein flüssiger Elektrolyt hinzugegeben werden soll, kann der Separator porös erzeugt werden und anschließend ein Festkörperseparator hinzugegeben werden beziehungsweise in die Poren gefüllt werden. Nicht beschränkende Beispiele für entsprechende Flüssigelektrolyte umfassen beispielsweise eine Mischung aus Ethylencarbonat, Dimethylcarbonat

und LIPF₆. Die Porosität des Separators kann ferner über die Pressdauer und den Pressdruck eingestellt werden, bzw. über die Dauer der Homogenisierung, wie dies nachfolgend beschrieben ist.

5 Weiterhin umfasst das vorbeschriebene Verfahren als Verfahrensschritt e) das Heißpressen des Separatormaterials unter Ausbilden eines Separators. Durch diesen Verfahrensschritt kann der Separator im Wesentlichen fertig gestellt sein. Im Detail kann in diesem Verfahrensschritt die endgültige Dicke des Separators bereitgestellt werden, welche in für den Fachmann verständlicher Weise nach
10 den gewünschte Spezifikationen einstellbar sein kann. Durch ein Heißpressen kann ferner die Homogenität des Separators verbessert werden, was die Wirkung des Separators verbessern kann. Darüber hinaus kann auf besonders definierte und steuerbare Weise der Separator erzeugbar sein. Beispielsweise kann durch die Anpassung der Pressbedingungen die Porosität des Separators
15 beeinflusst werden, was anwendungsbedingt von Vorteil sein kann und eine hohe Adaptierbarkeit ermöglichen kann.

Unter einem Heißpressen kann dabei im Rahmen der vorliegenden Erfindung insbesondere verstanden werden das Behandeln des Separators mit zu der
20 Raumtemperatur von 22°C und dem Atmosphärendruck von 1 bar erhöhten Bedingungen, wobei insbesondere ein Pressen zwischen zwei Presselementen, wie etwa zwei Pressblechen, realisiert werden kann.

25 Ferner kann ein Heißpressen lediglich einmal durchgeführt werden, oder mehrmals hintereinander.

Anschließen an das Heißpressen kann sich gemäß Verfahrensschritt f), wie dies vorstehend bereits beschrieben ist, ein Hinzufügen von Flüssigelektrolyt zu dem
30 in Verfahrensschritt e) erzeugten Separator. Dies kann insbesondere dann erforderlich beziehungsweise von Vorteil sein, wenn in Verfahrensschritt d) das Separatormaterial nicht mit einem Leitsalz vermischt wurde.

Anschließend kann der so erzeugte Separator etwa durch Falten beziehungsweise Umlegen in seine gewünschte Form gebracht werden, so dass

iterativ die Schichtdicke einstellbar sein kann, wobei dies grundsätzlich vor oder nach einer gegebenenfalls erfolgten Zugabe des Elektrolyten möglich ist.

Ein vorbeschriebenes Verfahren kann gegenüber den Lösungen aus dem Stand der Technik signifikante Vorteile aufweisen, wie nachstehend beschrieben wird.

Lithium-Ionen-Batterien, beispielsweise, umfassen meist eine negative Elektrode beziehungsweise Anode und eine positive Elektrode beziehungsweise Kathode, welche Elektroden durch eine flüssige oder feste Elektrolytschicht getrennt sind.

Beim Laden beziehungsweise Entladen der Batteriezelle werden Lithiumionen (Li^+ -Ionen) von der Kathode zur Anode beziehungsweise von der Anode zur Kathode durch den Elektrolyt transportiert. Beim Laden der Zelle, also beim Einlagern der Lithiumionen in dem entsprechenden Elektrodenmaterial, wie beispielsweise Graphit, beziehungsweise bei dem Abschieden auf der Anode kann sich unter ungünstigen Bedingungen metallisches Lithium ungeordnet abscheiden. Aus dem so abgelagerten Lithium können sich Dendritstrukturen bilden, die bis zur positiven Elektrode durch den Elektrolyten wachsen können, was letztlich zu einem Kurzschluss der Batteriezelle führen kann.

Es wurde nun gefunden, dass die vorstehend beschriebene Dendritbildung mit den zuvor beschriebenen Nachteilen insbesondere bei nasschemischen Verfahren zur Herstellung von Separatoren auftreten.

Derartige nasschemische Prozesse werden auch für Copolymermaterialien und/oder Kompositmaterialien bei der Herstellung von Festkörperseparatoren angewendet. Dadurch bleiben selbst nach aufwändigem Trocknen der Materialien Reste an Lösungsmitteln beziehungsweise an Wasser in dem Separatormaterial zurück. Derartige Lösungsmittelreste aus der Herstellung oder auch Wasserreste aus der Luftfeuchtigkeit, was zu den Lösungsmitteln zu zählen ist, kann die Lithiumschicht durch weiterführende Reaktionen beschädigen oder zerstören. Dadurch werden die Leistung und die Langlebigkeit der Batterie herabgesetzt. Ferner kann so ein Dendritwachstum begünstigt werden. Darüber hinaus können die vorgenannten Lösungsmittelreste oder andere Fremdmaterialien zu unregelmäßigen Strukturen insbesondere des Lithiums führen, welche wiederum zu Dendriten heranwachsen können.

Unter Verwendung eines vorstehend beschriebenen Verfahrens kann es jedoch in Abkehr zu den aus dem Stand der Technik bekannten nasschemischen Verfahren ermöglicht werden, dass ein Separator mit einem besonders geringen Lösungsmittelanteil erzeugt wird. Dadurch kann ein Durchwachsen von Dendriten beim Laden von Batteriezellen, wie etwa von Lithium-Ionen-Zellen signifikant erschwert werden. Weiterhin können Reaktionen an der Grenzfläche zwischen dem Separatormaterial beziehungsweise dem Elektrolyt und beispielsweise einer Anode, etwa Metallanode, erschwert beziehungsweise verhindert werden. Ferner kann durch das Heißpressen auf definierte und dabei adaptive Weise ein Separator erzeugbar sein.

Durch das vorstehend beschriebene Verfahren kann die Verlässlichkeit beziehungsweise Langlebigkeit einer Batterie, die mit einem derart erzeugten Separator ausgestattet ist, signifikant verbessert werden.

Es kann bevorzugt sein, dass zwischen den Verfahrensschritten a) und e), beispielsweise zwischen den Verfahrensschritten d) und e), ein Homogenisieren des Separatormaterials, beispielsweise der in Verfahrensschritt c) erzeugten Mischung, erfolgt. Insbesondere durch das Durchführen eines Homogenisierens des Separatormaterials wie etwa durch ein besonders effektives Vermischen von Separatormaterial und Leitsalz kann es ermöglicht werden, dass der erzeugte Separator an jeder Position eine definierte Zusammensetzung aufweist. Das ermöglicht für eine mit einem derart hergestellten Separator erzeugte Batteriezelle ein besonders definiertes und leistungsstarkes Arbeiten.

Es kann dabei bevorzugt sein, dass ein Homogenisieren erfolgt durch das Einwirken einer insbesondere zu der Raumtemperatur (22°C) erhöhten Temperatur. Insbesondere durch das Einwirken einer erhöhten Temperatur kann ein effektives Homogenisieren des Separatormaterials und etwa eine effektive Durchmischung der in dem Gemisch umfassend das Separatormaterial und das Leitsalz enthaltenen Substanzen ermöglicht werden. Beispielsweise kann ein Homogenisieren erfolgen für einen Zeitraum in einem Bereich von größer oder gleich 1 Stunde bis kleiner oder gleich 24 Stunden, etwa in einem Bereich von größer oder gleich 5 Stunden bis kleiner oder gleich 18 Stunden, beispielsweise

in einem Bereich von größer oder gleich einer 8 Stunden bis kleiner oder gleich 12 Stunden. Geeignete Temperaturen zum Homogenisieren können beispielsweise in einem Temperaturbereich von größer oder gleich 25°C bis kleiner oder gleich 200 °C liegen.

5

Es kann ferner bevorzugt sein, dass das Homogenisieren unter wenigstens einem von einer lösungsmittelfreien Atmosphäre und einer Schutzgasatmosphäre erfolgt, wie dies nachstehend im Detail für die Verfahrensschritte b), c) oder d) beschrieben ist.

10

Es kann weiterhin bevorzugt sein, dass das Separatormaterial wenigstens eines von einem Copolymer und einem Kompositwerkstoff umfasst. Beispielsweise kann für das Separatormaterial ein Copolymer verwendet werden, das wenigstens einen Polymerbestandteil enthält aus der Gruppe bestehend aus Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol und Derivaten hiervon. Ferner kann das Separatormaterial beispielsweise einen Kompositwerkstoff aus einem anorganischen Werkstoff, wie etwa einem keramischen Material oder einem etwa sulfidischen Glas, und einem Polymer oder Copolymer, beispielsweise wie vorstehend beschrieben, aufweisen. Diese Werkstoffe ziehen Wasser aus dem System, wodurch langfristig die Zellebensdauer verbessert werden kann. Durch das vorgeschlagene Verfahren wird der in der Zelle vorhandenen Wasseranteil minimiert und eine definierte Zusammensetzung der Materialien gewährleistet. Insbesondere die Verwendung von Copolymeren und/oder Kompositwerkstoffen etwa aus der vorbezeichneten Gruppe kann das vorstehend definierte Verfahren vorteilhaft erlauben und kann einen besonders geringen Lösungsmittelanteil im System erlauben.

15

20

25

30

Es kann weiterhin bevorzugt sein, dass Verfahrensschritt b) erfolgt durch ein Mahlen. Insbesondere unter Verwendung eines Mahlvorgangs kann das Separatormaterial auf einfache Weise eine besonders kleine Partikelgröße erhalten, wie diese beispielsweise vorstehend definiert ist. Darüber hinaus kann durch ein Mahlen ein Separatormaterial in Form von Partikeln erhalten werden, die eine sehr homogene Partikelgröße aufweisen. Das kann ein Vermischen beziehungsweise Homogenisieren des Separatormaterials, etwa ein Vermischen

mit einem Leitsalz, wie dies vorstehend beschrieben ist, vereinfachen beziehungsweise besonders effektiv gestalten.

Es kann weiterhin bevorzugt sein, dass Verfahrensschritt b), beispielsweise unter Verwendung eines Mahlens, erfolgt unter einem Kühlen des Separatormaterials. Beispielsweise kann das Separatormaterial gekühlt werden unter Verwendung von flüssigem Stickstoff und/oder unter Kühlung auf eine Temperatur von kleiner als -190°C . Insbesondere unter einer zusätzlichen Kühlung kann ein Zerkleinern, wie etwa Zermahlen, des Separatormaterials effektiv gestaltet werden beziehungsweise können Partikel mit einer besonders homogenen Partikelgrößenverteilung erreicht werden.

Es kann weiterhin bevorzugt sein, dass wenigstens einer der Verfahrensschritte b), c) oder d) in wenigstens einer von einer lösungsmittelfreien, insbesondere wasserfreien, Atmosphäre und einer Schutzgasatmosphäre, also insbesondere sauerstofffreien Atmosphäre, erfolgt. Beispielsweise kann wenigstens einer, beispielsweise sämtliche, der Verfahrensschritte b), c) und d) unter einer lösemittelfreien und/oder Schutzgasatmosphäre ausgeführt werden. In dieser Ausgestaltung kann es effektiv verhindert werden, dass bereits getrocknetes Separatormaterial vor der Herstellung des Separators wieder Lösungsmittel, beispielsweise Wasser, aufnimmt oder durch den Sauerstoff negativ verändert wird oder Sauerstoff in das System eingetragen wird. Dadurch kann insbesondere in dieser Ausgestaltung ein besonders definierter Separator erzeugt werden, der einen besonders geringen Lösungsmittelanteil und Sauerstoffanteil aufnimmt, was die vorstehend beschriebenen Vorteile besonders ausgeprägt möglich machen kann.

Als Schutzgas kann beispielsweise Stickstoff oder Argon Verwendung finden. Dabei kann eine Schutzgasatmosphäre aufweisen einen Sauerstoffanteil von gleich oder weniger als 5%, bevorzugt gleich oder weniger als 3%, weiter bevorzugt gleich oder weniger als 1%, noch weiter bevorzugt gleich oder weniger als 100ppm, beispielsweise kleiner oder weniger als 0,1 ppm, bezogen auf die Masse des Gases.

Ferner kann eine lösemittelfreie Atmosphäre aufweisen einen Lösungsmittelanteil von gleich oder weniger als 5%, bevorzugt gleich oder weniger als 3%, weiter bevorzugt gleich oder weniger als 1%, noch weiter bevorzugt gleich oder weniger als 100ppm, beispielsweise kleiner oder weniger als 0,1 ppm, bezogen auf die Masse des Lösungsmittels und des Gases.

Es kann bevorzugt sein, dass Verfahrensschritt e) erfolgt bei wenigstens einem von einer Temperatur von wenigstens 25°C, etwa von wenigstens 60°C, und einem Druck von wenigstens 50 bar. Insbesondere bei diesen Bedingungen kann ein Homogenisieren des Separatormaterials, wie etwa der Mischung aufweisend das Separatormaterial und das Leitsalz, unterstützt werden. Darüber hinaus kann in dieser Ausgestaltung in effektiver Weise der Separator mechanisch verpresst und somit an seine gewünschte Ausmaße, wie insbesondere Dicke, angepasst werden. Die oberen Grenzen können dabei prozesstechnisch bedingt sein, oder die Stabilität beziehungsweise Zersetzungstemperatur der verwendeten Materialien können in Betracht gezogen werden.

Es kann weiterhin bevorzugt sein, dass das Separatormaterial wenigstens zwei Polymerbestandteile aufweist, wobei Verfahrensschritt e) erfolgt bei einer Temperatur, die oberhalb des Schmelzpunkts wenigstens eines Polymerbestandteils und die unterhalb des Schmelzpunkts wenigstens eines weiteren Polymerbestandteils liegt. Dadurch kann sichergestellt werden, dass der Separator beziehungsweise das Separatormaterial sich nicht vollständig verflüssigt während des Pressvorgangs beziehungsweise während Verfahrensschritt e), jedoch trotzdem eine vorteilhafte Verarbeitbarkeit aufweist. Insbesondere diese Ausgestaltung kann dazu beitragen, dass ein Zurückbleiben von Lösemittelresten, wie beispielsweise Wasserresten, elimiert werden und entsprechend gegebenenfalls auf weitere Trocknungsschritte verzichtet werden kann.

Hinsichtlich weiterer technischer Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen eines Festkörperseparators wird hiermit explizit auf die Erläuterungen im Zusammenhang mit dem Verfahren zum Herstellen einer Batteriezelle, die Figur sowie die Figurenbeschreibung verwiesen.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ferner ein Verfahren zum Herstellen einer Batteriezelle, bei dem ein Festkörperseparator hergestellt wird und auf einer ersten Seite mit einer Anode kontaktiert wird und auf einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite mit einer Kathode kontaktiert wird, wobei der Festkörperseparator hergestellt wird, wie dies vorstehend im Detail beschrieben ist.

In diesem Verfahren kann somit zunächst ein Festkörperseparator hergestellt werden, wie dies vorstehend beschrieben ist. Ferner können Anode und Kathode bereitgestellt werden, wie dies grundsätzlich bekannt ist und zu einem entsprechenden Schichtaufbau zusammengefügt, beispielsweise laminiert werden.

Eine derart ausgestaltete Batteriezelle kann insbesondere die Vorteile aufweisen, wie diese vorstehend für den Separator beschrieben sind. Insbesondere kann die Gefahr einer Dendritbildung reduziert werden und so die Langzeitstabilität verbessert werden.

Mögliche Ausgestaltungen der Batteriezelle umfassen in nicht beschränkender Weise eine negative Elektrode, die wenigstens eins von Kohlenstoff, Silizium und metallischem Lithium umfasst und eine positive Elektrode, die umfassen kann wenigstens eins von LiCoO_2 , LiMn_2O_4 oder LiFePO_4 . Ferner kann ein Elektrolyt vorgesehen sein, wie er aus dem Stand der Technik bekannt ist, beispielsweise ausgestaltet als Flüssigelektrolyt, etwa als Gelelektrolyt. Jedoch kann auf einen flüssigen Elektrolyt auch verzichtet werden, insoweit der Separator durch das Vorsehen eines Leitsalzes in dem Separatormaterial die Eigenschaften eines Elektrolyten aufweist, wie dies vorstehend im Detail beschrieben ist.

Einsatz finden kann eine derart erzeugte Batteriezelle grundsätzlich beispielsweise in Primär- und Sekundärbatterien bei Laptops, PDAs, Mobiltelefonen und anderen Verbrauchsgütern, oder auch in Elektrowerkzeugen, Gartenwerkzeugen oder auch in elektrisch angetriebenen Fahrzeugen, wie beispielsweise in Hybrid, Plug-in Hybrid oder Elektrofahrzeugen.

Hinsichtlich weiterer technischer Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen einer Batteriezelle wird hiermit explizit auf die Erläuterungen im Zusammenhang mit dem Verfahren zum Herstellen eines Festkörperseparators, die Figur sowie die Figurenbeschreibung verwiesen.

5

Zeichnungen

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Gegenstände werden durch die Zeichnung veranschaulicht und in der nachfolgenden Beschreibung erläutert, wobei die beschriebenen Merkmale einzeln oder in einer beliebigen Kombination ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung sein können, insoweit sich aus dem Kontext nicht eindeutig das Gegenteil ergibt. Dabei ist zu beachten, dass die Zeichnung nur beschreibenden Charakter hat und nicht dazu gedacht ist, die Erfindung in irgendeiner Form einzuschränken. Es zeigt

10
15

Fig. 1 ein schematisches Prozessschema eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen einer Batterieelektrode umfassend ein Verfahren zum Herstellen eines Separatormaterials.

20

In der Figur 1 ist ein Prozessschema gezeigt, welches ein Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

25

Dabei zeigt Schritt 10 gemäß Verfahrensschritt a) das Bereitstellen von Separatormaterial. Ausgehend von dem Separatormaterial wird bei Schritt 12, entsprechend Verfahrensschritt c) das Separatormaterial zerkleinert. Dieser Schritt ist optional und insbesondere abhängig von der Ausgestaltung des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Separatormaterials. Ferner kann sich in Schritt 14 ein Trocknen des Separatormaterials anschließen, etwa an Schritt 10 oder an Schritt 12. Auch dieser Schritt ist optional und insbesondere abhängig von der Ausgestaltung des in Verfahrensschritt a) beziehungsweise Schritt 10 bereitgestellten Separatormaterials. Schritt 18, der sich anschließen kann an einen der Schritte 10, 12 oder 14 beschreibt gemäß Verfahrensschritt c) das Vermischen des gegebenenfalls zerkleinerten und gegebenenfalls getrockneten

30

35

Separatormaterials mit einem Leitsalz, das gemäß Schritt 16 bereitgestellt wurde. Auch dieser Schritt 168 ist optional und davon abhängig, ob eine Mischung eines Leitsalzes mit dem Separatormaterial bereitgestellt werden soll. Bei Schritt 20, der sich anschließen kann an einen der Schritte 10, 12, 14 oder 18, kann ein Homogenisieren des Separatormaterials erfolgen. Schließlich erfolgt bei Schritt 22, der sich anschließen kann an einen der Schritte 10, 12, 14, 18 oder 20 gemäß Verfahrensschritt e) ein Heißpressen des Separatormaterials. Nach diesem Schritt kann der Separator fertig gestellt sein. Jedoch kann sich bei Schritt 24 das Hinzufügen eines Flüssigelektrolyten, wie etwa eines Gelelektrolyten, an den Schritt 22 anschließen und kann sich gemäß Schritt 26 das Ausbilden einer Batteriezelle beziehungsweise einer Batterie mit dem erzeugten Separator an den Schritt 22 oder 24 anschließen.

5 Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Festkörperseparators für eine Batteriezelle, aufweisend die Verfahrensschritte:
 - a) Bereitstellen von Separatormaterial;
 - 10 b) gegebenenfalls Zerkleinern des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Separatormaterials;
 - c) gegebenenfalls Trocknen des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten und gegebenenfalls zerkleinerten Separatormaterials;
 - d) gegebenenfalls Mischen des Separatormaterials mit wenigstens einem
15 von einem Leitsalz und einem Bindermaterial;
 - e) Heißpressen des Separatormaterials unter Ausbilden eines Separators, und
 - f) Hinzufügen von Flüssigelektrolyt zu dem in Verfahrensschritt e) erzeugten Separator dann, wenn in Verfahrensschritt d) das
20 Separatormaterial nicht mit einem Leitsalz vermischt wurde.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Separatormaterial vor wenigstens einem der Verfahrensschritte d) und e) wenigstens eines von einem Feuchtegehalt in einem Bereich von kleiner oder
25 gleich 0,1 ppm und einer Partikelgröße in einem Bereich von kleiner oder gleich 15 µm aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Verfahrensschritten a) und e) ein Homogenisieren des
30 Separatormaterials erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Separatormaterial wenigstens eines von einem Copolymer und einem Kompositwerkstoff umfasst.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass Verfahrensschritt b) erfolgt durch ein Mahlen.
- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Verfahrensschritt b) erfolgt unter einem Kühlen des Separatormaterials.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Verfahrensschritte b), c) oder d) in wenigstens einer von einer lösungsmittelfreien Atmosphäre und einer Schutzgasatmosphäre erfolgt.
10
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Verfahrensschritt e) erfolgt bei wenigstens einem von einer Temperatur von wenigstens 25°C und einem Druck von wenigstens 50 bar.
15
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Separatormaterial wenigstens zwei Polymerbestandteile aufweist, wobei Verfahrensschritt e) erfolgt bei einer Temperatur, die oberhalb des Schmelzpunkts wenigstens eines Polymerbestandteils und die unterhalb des Schmelzpunkts wenigstens eines weiteren Polymerbestandteils liegt.
20
10. Verfahren zum Herstellen einer Batteriezelle, bei dem ein Festkörperseparator hergestellt wird und auf einer ersten Seite mit einer Anode kontaktiert wird und auf der einer ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite mit einer Kathode kontaktiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Festkörperseparator hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9.
25
30

1 / 1

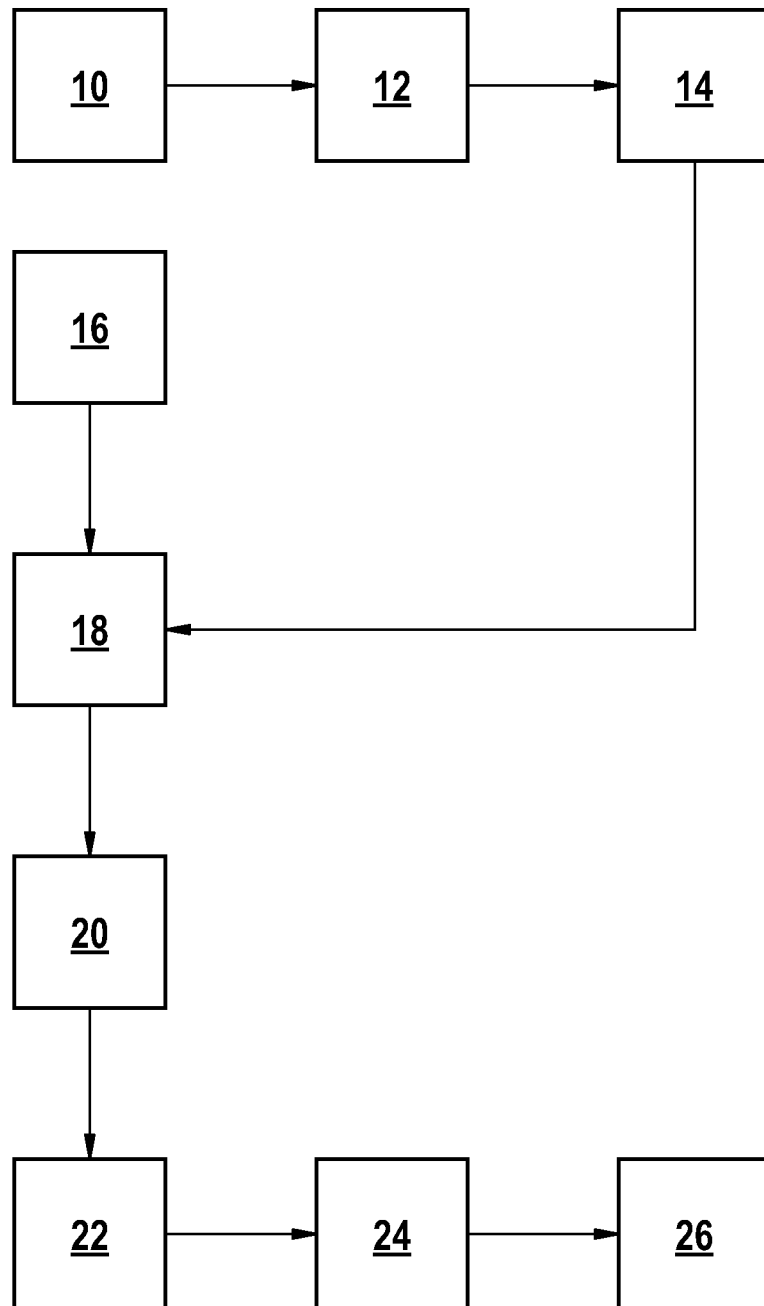


FIG. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/065850

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01M 2/14(2006.01)i; H01M 2/16(2006.01)i 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	APPETECCHI G B ET AL. "Hot-pressed, dry, composite, PEO-based electrolyte membranes - I. Ionic conductivity characterization" <i>JOURNAL OF POWER SOURCES</i> , ELSEVIER SA, CH, Vol. 114, No. 1, 25 February 2003 (2003-02-25), pages 105-112 DOI: 10.1016/S0378-7753(02)00543-8 ISSN: 0378-7753, XP004412814	1-8,10
Y	Chapter 2.1; p.107, chapter 2.2	9
X	P. HAN ET AL. "An all-solid-state lithium ion battery electrolyte membrane fabricated by hot-pressing method" <i>JOURNAL OF POWER SOURCES</i> , CH, Vol. 284, 10 March 2015 (2015-03-10), pages 459-465 DOI: 10.1016/j.jpowsour.2015.03.058 ISSN: 0378-7753, XP055504839	1-8,10
Y	Chapter 2.1, 2.2	9
X	DE 102013219602 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16 April 2015 (2015-04-16)	1-10
Y	paragraphs [0003], [0040] - [0054], [0087] - [0092]; claims 1-8; figures 1-3	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		Date of mailing of the international search report
10 September 2018		19 September 2018
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Schmidtbauer, H Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/065850

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SHENG SHUI ZHANG. "A review on the separators of liquid electrolyte Li-ion batteries" <i>JOURNAL OF POWER SOURCES</i> , Vol. 164, No. 1, January 2007 (2007-01), pages 351-364 DOI: 10.1016/j.jpowsour.2006.10.065 ISSN: 0378-7753, XP055185408 Chapter 3.2 on p.356 - p.357, left column; p.359	1-10
X	ZHANG S S ET AL. "An inorganic composite membrane as the separator of Li-ion batteries" <i>JOURNAL OF POWER SOURCES</i> , ELSEVIER SA, CH, Vol. 140, No. 2, 02 February 2005 (2005-02-02), pages 361-364 DOI: 10.1016/J.JPOWSOUR.2004.07.034 ISSN: 0378-7753, XP004714233 Chapter 2	1-8,10
X	EP 2498320 A2 (AMOGREENTECH CO LTD [KR]) 12 September 2012 (2012-09-12) paragraphs [0032] - [0038], [0086] - [0100], [0120] - [0127]; figure 1	1-8,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/065850

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102013219602	A1	16 April 2015	CN	105556730	A	04 May 2016
				DE	102013219602	A1	16 April 2015
				US	2016226097	A1	04 August 2016
				WO	2015043917	A1	02 April 2015
EP	2498320	A2	12 September 2012	CN	102668173	A	12 September 2012
				EP	2498320	A2	12 September 2012
				JP	5924540	B2	01 June 2016
				JP	2013510389	A	21 March 2013
				KR	20110049715	A	12 May 2011
				RU	2012120695	A	10 December 2013
				US	2012225358	A1	06 September 2012
				WO	2011055967	A2	12 May 2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M2/14 H01M2/16 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE 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	APPETECCHI G B ET AL: "Hot-pressed, dry, composite, PEO-based electrolyte membranes - I. Ionic conductivity characterization", JOURNAL OF POWER SOUR, ELSEVIER SA, CH, Bd. 114, Nr. 1, 25. Februar 2003 (2003-02-25), Seiten 105-112, XP004412814, ISSN: 0378-7753, DOI: 10.1016/S0378-7753(02)00543-8	1-8,10
Y	Kapitel 2.1; S.107, Kapitel 2.2 ----- -/--	9
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
10. September 2018		19/09/2018
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 Schmidtbauer, H

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	P. HAN ET AL: "An all-solid-state lithium ion battery electrolyte membrane fabricated by hot-pressing method", JOURNAL OF POWER SOURCES, Bd. 284, 10. März 2015 (2015-03-10), Seiten 459-465, XP055504839, CH ISSN: 0378-7753, DOI: 10.1016/j.jpowsour.2015.03.058	1-8,10
Y	Kapitel 2.1, 2.2 -----	9
X	DE 10 2013 219602 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16. April 2015 (2015-04-16)	1-10
Y	Absätze [0003], [0040] - [0054], [0087] - [0092]; Ansprüche 1-8; Abbildungen 1-3 -----	9
X	SHENG SHUI ZHANG: "A review on the separators of liquid electrolyte Li-ion batteries", JOURNAL OF POWER SOURCES, Bd. 164, Nr. 1, Januar 2007 (2007-01), Seiten 351-364, XP055185408, ISSN: 0378-7753, DOI: 10.1016/j.jpowsour.2006.10.065 Kapitel 3.2 auf S.356 - S.357, li. Spalte; S.359 -----	1-10
X	ZHANG S S ET AL: "An inorganic composite membrane as the separator of Li-ion batteries", JOURNAL OF POWER SOUR, ELSEVIER SA, CH, Bd. 140, Nr. 2, 2. Februar 2005 (2005-02-02), Seiten 361-364, XP004714233, ISSN: 0378-7753, DOI: 10.1016/J.JPOWSOUR.2004.07.034 Kapitel 2 -----	1-8,10
X	EP 2 498 320 A2 (AMOGREENTECH CO LTD [KR]) 12. September 2012 (2012-09-12) Absätze [0032] - [0038], [0086] - [0100], [0120] - [0127]; Abbildung 1 -----	1-8,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/065850

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013219602 A1	16-04-2015	CN 105556730 A	04-05-2016
		DE 102013219602 A1	16-04-2015
		US 2016226097 A1	04-08-2016
		WO 2015043917 A1	02-04-2015

EP 2498320 A2	12-09-2012	CN 102668173 A	12-09-2012
		EP 2498320 A2	12-09-2012
		JP 5924540 B2	01-06-2016
		JP 2013510389 A	21-03-2013
		KR 20110049715 A	12-05-2011
		RU 2012120695 A	10-12-2013
		US 2012225358 A1	06-09-2012
		WO 2011055967 A2	12-05-2011
