

(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
7. November 2013 (07.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/164345 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
H01M 4/66 (2006.01) *H01G 9/00* (2006.01)
H01G 9/04 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/059003
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
30. April 2013 (30.04.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2012 103 834.1 2. Mai 2012 (02.05.2012) DE
- (71) **Anmelder:** **HYDRO ALUMINIUM ROLLED PRODUCTS GMBH** [DE/DE]; Aluminiumstraße 1, 41515 Grevenbroich (DE).
- (72) **Erfinder:** **HAMPEL, Ulrich**; An Lingens 7, 41516 Grevenbroich (DE). **ECKHARD, Kathrin**; Robelstraße 1, 53123 Bonn (DE). **JUPP, Simon**; Prinz-Albert-Straße 28, 53113 Bonn (DE). **SIEMEN, Andreas**; Hoppers 294, 41363 Jüchen (DE).
- (74) **Anwalt:** **ZIEBELL, Arnd**; Cohausz & Florack, Bleichstraße 14, 40211 Düsseldorf (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) **Title:** TEXTURED CURRENT COLLECTOR FOIL

(54) **Bezeichnung :** TEXTURIERTE STROMABLEITERFOLIE

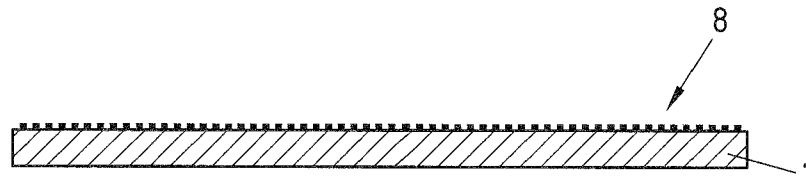


Fig.2

(57) **Abstract:** The invention relates to a current collector foil for batteries, accumulators, or capacitors, comprising a substrate material and at least one electrically conductive layer made of metal. The invention further relates to a production method for a corresponding current collector foil and advantageous use of said current collector foil. The aim of providing a current collector foil for batteries, accumulators, or capacitors that is optimized with regard to the contact surface and the adhesion properties and leads to an improvement in the service life is achieved in that the at least one electrically conductive layer is produced at least partially by means of the electrodeposition of a metal and has a texture.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Stromableiterfolie für Batterien, Akkumulatoren oder Kondensatoren mit einem Trägermaterial und mindestens einer elektrisch leitfähigen Schicht aus einem Metall. Daneben betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für eine entsprechende Stromableiterfolie sowie deren vorteilhafte Verwendung. Die Aufgabe, eine Stromableiterfolie für Batterien, Akkumulatoren oder Kondensatoren zur Verfügung zu stellen, welche im Bezug auf die Kontaktfläche und die Haftungseigenschaften optimiert ist und zu einer Verbesserung der Lebensdauer führt, wird dadurch gelöst, dass die mindestens eine elektrisch leitfähige Schicht zumindest teilweise durch Elektrodeposition eines Metalls hergestellt ist und eine Textur aufweist.



WO 2013/164345 A1

Texturierte Stromableiterfolie

Die Erfindung betrifft eine Stromableiterfolie für Batterien, Akkumulatoren oder Kondensatoren mit einem Trägermaterial und mindestens einer elektrisch leitfähigen Schicht aus einem Metall. Daneben betrifft die Erfindung ein Herstellverfahren für eine entsprechende Stromableiterfolie sowie deren vorteilhafte Verwendung.

Die Bereitstellung von effizienten, kostengünstigen und langlebigen Mitteln zur Speicherung elektrischer Energie ist eine der Schlüsseltechnologien, welche für die Umrüstung von Kraftfahrzeuge auf elektrische Antriebe sowie die Erschließung von regenerativen Energiequellen von Bedeutung ist. Als Mittel zur Speicherung elektrischer Energie werden heute Batterien, Akkumulatoren oder Kondensatoren verwendet. Insbesondere Akkumulatoren, vorzugsweise Lithium-Ionen-Akkumulatoren weisen hohe Energiedichten auf und ermöglichen damit eine effiziente Speicherung elektrischer Energie. Die Stromableiterfolien der Kathode eines Lithium-Ionen-Akkumulators können aus einer Aluminiumfolie bestehen, welche bei niedrigen Materialkosten eine sehr gute elektrische Leitfähigkeit bereitstellt. Die Stromableiterfolie der Kathode ist dabei zusätzlich mit einem Metalloxid beschichtet, beispielsweise mit einem Lithium-Kobalt-Oxid, Lithium-Mangan-Oxid, Lithium-Eisen-Phosphat oder anderen Aktivelektrodenmaterialien. Das Metalloxid bildet das Aktivelektrodenmaterial, welches Lithium-Ionen beim Entladevorgang aufnehmen und beim Ladevorgang wieder an eine Anode, deren Aktivelektrodenmaterial beispielsweise Graphit

ist, abgeben kann. Im Hinblick auf die Lebensdauer des Lithium-Ionen-Akkumulators sowie dessen Kapazitätserhaltung wurde festgestellt, dass die Größe der Kontaktfläche und die Haftung zwischen Aktivelektrodenmaterial und Stromableiterfolie eine Rolle spielen. Für konstante Lade- und Entladeeigenschaften des Lithium-Ionen-Akkumulators ist die Haftung zwischen der Stromableiterfolie und dem Aktivelektrodenmaterial sowie die Kontaktfläche der Stromableiterfolie mit dem Aktivelektrodenmaterial eine entscheidende Voraussetzung. Bei einem teilweisen Ablösen des Aktivelektrodenmaterials erniedrigt sich die Kapazität bis hin zum vollständigen Defekt des Akkumulators. Darüber hinaus ist zur Erzeugung einer maximalen Kapazität die Maximierung der Kontaktfläche zwischen Stromableiterfolie und Aktivelektrodenmaterial gewünscht. Gleiches gilt prinzipiell auch für andere Arten von Akkumulatoren, Batterien und Kondensatoren, welche Stromableiterfolien aufweisen und ähnlich aufgebaut sind.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 101 08 893 A1 ist ferner ein Verfahren zum elektrochemischen Abscheiden von Metallen, insbesondere von Aluminium aus ionischen Flüssigkeiten bekannt.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde eine Stromableiterfolie für Batterien, Akkumulatoren oder Kondensatoren zur Verfügung zu stellen, welche im Bezug auf die Kontaktfläche und die Haftungseigenschaften optimiert ist und zu einer Verbesserung der Lebensdauer führt.

Gemäß einer ersten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe für eine Stromableiterfolie dadurch gelöst, dass die mindestens eine elektrisch leitfähige Schicht zumindest teilweise durch Elektrodeposition von Aluminium hergestellt ist und eine Textur aufweist.

Elektrodeposition ist ein Abscheideverfahren, welches einerseits erlaubt hochreine Metalle auf eine Oberfläche abzuscheiden und gleichzeitig eine Texturierung der Oberfläche des abgeschiedenen Metalls bereitzustellen. Diese Strukturierung der Oberfläche führt zu einer deutlichen Vergrößerung der Kontaktfläche und darüber hinaus zu einem verbesserten Haftungsverhalten, beispielsweise von Aktivelektrodenmaterial eines Lithium-Ionen-Akkumulators aber auch des Elektrolyten eines Kondensators. Aufgrund der hochreinen Abscheidung von Metallen ermöglicht die Elektrodeposition gleichzeitig eine Erniedrigung der elektrischen Widerstände bei der Elektrodeposition von Aluminium.

Vorzugsweise ist gemäß einer ersten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Stromableiterfolie die Größenordnung der Textur an die Partikelgröße des Aktivelektrodenmaterials angepasst. Unter dieser Anpassung wird erfindungsgemäß verstanden, dass die Textur Eigenschaften, also eine Oberflächenrauheit, -welligkeit oder -struktur aufweist, die in der gleichen Größenordnung liegen wie die Partikelgröße des Aktivelektrodenmaterials. Weist das Aktivelektrodenmaterial beispielsweise eine Partikelgröße von 0,1 μm auf, werden unter einer gleichen Größenordnung Strukturen mit einer Größe zwischen mehr als 0,01 μm und weniger als 1 μm verstanden. Hierdurch wird erreicht, dass

das Aktivelektrodenmaterial besonders gut an der Stromableiterfolie haften kann.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist die Stromableiterfolie für die Kathode vorgesehen und die elektrisch leitfähige Schicht zumindest teilweise durch Elektrodeposition von Aluminium hergestellt. Aluminium lässt sich in ausreichender Menge auf einem Trägermaterial abscheiden, so dass eine elektrisch leitfähige Schicht mit einer Textur entsteht. Die erzeugte Textur vergrößert beispielsweise die Kontaktfläche zum Aktivelektrodenmaterial eines Akkumulators deutlich. Das abgeschiedene Aluminium weist beispielsweise eine Struktur im Nanometer-, Submikrometer- oder Mikrometer-Bereich auf, welche die Textur der Stromableiteroberfläche bestimmt.

In Fällen wo sich aufgrund der Potentialverhältnisse Aluminium auch als Anode eignet, wie beispielsweise bei Aktivanodenmaterialien wie Lithium-Titan-Oxid für Akkumulatoren mit hoher Leistung bei gleichzeitig niedriger Energie, kann die texturierte Folie selbstverständlich auch als Anodenstromableiter eingesetzt werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Stromableiterfolie ist das Trägermaterial eine Aluminiumfolie, welche aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht. Die Übergangswiderstände zwischen der Aktivelektrodenpaste und der Stromableiterfolie kann durch das abgeschiedene Aluminium deutlich verringert werden. Die Aluminiumfolie, welche das Trägermaterial bildet ist darüber hinaus ideal für die Elektrodeposition von Aluminium geeignet. Sie kann darüber hinaus mit geringem elektrischem Widerstand auch den Stromabfluss verbessern. Darüber hinaus kann eine Aluminiumfolie kostengünstig und in den notwendigen

Breiten und Dicken von 5 μm bis 50 μm , vorzugsweise 10 μm bis 25 μm hergestellt und anschließend durch Elektrodeposition plattiert werden.

5 Vorzugsweise beträgt die Kristallitgröße des abgeschiedenen Aluminiums 1 nm - 5000 nm, bevorzugt 25 nm - 500 nm. Die Kristallitgröße und die Menge der abgeschiedenen Kristallite bestimmt die Rauigkeit der abgeschiedenen elektrisch leitfähigen Schicht. Durch Anpassung der Rauigkeit der
10 Oberfläche an die jeweilige Partikelstruktur der aufzutragenden Aktivelektrodenpaste wird eine besonders gute Haftung zwischen Stromableiterfolie und Aktivelektrodenmaterial erzielt. Zusätzlich vergrößert sich durch die abgeschiedenen Aluminiumkristallite die
15 Kontaktfläche zwischen Aktivelektrodenmaterial und Stromableiterfolie.

Um die Verarbeitung der Stromableiterfolie zu einem Kondensator, einer Batterie oder eines Akkumulators zu
20 erleichtern, ist die Aluminiumfolie gemäß einer weiteren Ausführungsform walzhart. Walzhart bedeutet, dass die Aluminiumfolie keiner Endglühung oder thermischen Entfettung nach dem Kaltwalzen unterzogen wurde. Die walzharte Aluminiumfolie weist in Bezug auf die mechanische
25 Zugfestigkeit daher maximale Werte auf und ist insofern besser zur Verarbeitung geeignet.

Typischerweise besteht die Stromableiterfolie aus einer Aluminiumlegierung vom Typ ENAW 1050, ENAW 1200 oder ENAW
30 1058. Die genannten Aluminiumlegierungen sind allesamt niedrig legiert und weisen damit eine sehr gute elektrische Leitfähigkeit auf. Darüber hinaus lassen sich alle drei

Aluminiumlegierungen sehr gut zu Aluminiumfolien mit Dicken von 5 μm - 50 μm bzw. 15 - 25 μm kaltwalzen.

5 Bevorzugt kann auch eine Aluminiumfolie mit einer alkalisch oder sauer gebeizten Oberfläche für die Elektrodeposition verwendet werden. Diese Aluminiumfolien müssen nicht zur Entfettung gegläht werden und weisen deshalb maximal erreichbare mechanische Zugfestigkeiten auf. Diese liegen beispielsweise oberhalb von 135 MPa.

10

Gemäß einer zweiten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe für ein Verfahren zur Herstellung einer Stromableiterfolie dadurch gelöst, dass die elektrisch leitfähige Schicht zumindest teilweise durch
15 Elektrodeposition von Aluminium auf dem Trägermaterial hergestellt wird.

Als Trägermaterial kommt in der Regel eine Metallfolie in Frage. Die Elektrodeposition von Aluminium führt dazu, dass
20 strukturierte Texturen auf dem Trägermaterial erzeugt werden, welche im Bezug auf die Bereitstellung einer möglichst großen Kontaktfläche mit möglichst großer Haftung sowie aufgrund der hohen Reinheit des abgeschiedenen Metalls in Bezug auf den elektrischen Widerstand optimiert ist. Die elektrisch
25 leitfähige Schicht kann insofern optimale Eigenschaften in Verbindung beispielsweise mit dem Aktivelektrodenmaterial eines Lithium-Ionen-Akkumulators aufweisen.

Besteht das Trägermaterial aus einer Aluminiumfolie aus
30 Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, welche durch die Elektrodeposition von Aluminium texturiert wird, kann eine

die Lebensdauer einer Batterie oder Akkumulators erhöhende Stromableiterfolie bereitgestellt werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung entspricht die
5 Größenordnung der Textur des auf dem Trägermaterial
abgeschiedenen Aluminiums der Partikelgröße des
Aktivelektrodenmaterials, sodass die Haftung und die
Kontaktfläche zwischen Aktivelektrodenmaterial und
Stromableiterfolie optimiert werden kann.

10

Vorzugsweise erfolgt die Elektrodeposition aus einer
ionischen Flüssigkeit, so dass auch unedle Metalle, wie
beispielsweise Aluminium abgeschieden werden können. Als
Elektrolyt werden ionische Flüssigkeiten, niedrig schmelzende
15 Salze oder Salzgemische beispielsweise bestehend aus
Fluorophosphaten oder Sulfonaten von Imidazoliumsalzen unter
Zusatz von Metallhalogeniden verwendet.

Um die einzustellende Textur zu steuern und zu regeln, kann
20 die Elektrodeposition potentiostatisch oder galvanostatisch
durchgeführt werden. Bei der potentiostatischen
Elektrodeposition wird während der Elektrodeposition das
Elektrodenpotential konstant gehalten. Dagegen wird bei der
galvanostatischen Elektrodeposition die Stromstärke konstant
25 gehalten.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen
Verfahrens wird die Elektrodeposition durch eine galvano-
oder potentiostatische monopolare oder bipolare
30 Pulsabscheidung durchgeführt, wobei die Metallabscheidung
zumindest durch die Pulshöhe, Pulsbreite, Pausenlänge oder
Frequenz oder einer Kombination aus den genannten Größen

gesteuert wird. Aufgrund der Anzahl der genannten Parameter kann das Verfahren in Bezug auf die Formierung einer optimalen Textur auf dem Trägermaterial eingestellt werden. Damit kann die durch Elektrodeposition erzeugte Textur auf
5 das eingesetzte Aktivelektrodenmaterial hin optimiert werden.

Durch die Abscheidung vergrößert sich die Oberfläche der Stromableiterfolie und es ergibt sich eine größere Kontaktfläche zum Aktivelektrodenmaterial. Vorzugsweise wird
10 durch die Abscheideparameter wie Pulshöhe, Pulsbreite, Pausenlänge oder Frequenz in Verbindung mit den verwendeten Elektrolytmaterialien die Kristallitgröße des abgeschiedenen Aluminiums auf 1 nm - 5000 nm, bevorzugt auf 25 nm - 500 nm eingestellt. Die Kristallitgrößen und die sich daraus
15 ergebende Textur können auf die Partikelgrößen der Aktivelektrodenmasse angepasst werden, was in Bezug auf die Hafteigenschaften zwischen Aktivelektrodenmaterial und Stromableiterfolie gewünscht ist.

20 Ein besonders wirtschaftliches Verfahren zur Bereitstellung einer erfindungsgemäßen Stromableiterfolie kann dadurch erzielt werden, dass gemäß einer weiteren Ausgestaltung die Elektrodeposition in einem Coil-to-Coil-Verfahren durchgeführt wird. Entsprechende Coil-to-Coil-Verfahren sind
25 besonders effizient, da die Elektrodeposition bandweise erfolgt und das so hergestellte Coil mit einer texturierten Stromableiter auf einfache Weise weiteren Bandweisen Verarbeitungsschritten, beispielsweise dem Beschichten mit Metalloxid, zugeführt werden kann. Es können so in kurzer
30 Zeit große Mengen an Stromableiterfolie hergestellt werden.

Schließlich wird die oben aufgezeigte Aufgabe durch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Stromableiterfolie für Batterien, Akkumulatoren, Lithium-Ionen-Akkumulatoren oder Kondensatoren gelöst. Bei der Verwendung der

5 erfindungsgemäßen Stromableiterfolie für die genannten Mittel zur Speicherung elektrischer Energie wird erwartet, dass aufgrund der Submikrometer-Textur der erfindungsgemäßen Stromableiterfolie die Lebensdauer von Batterien, Akkumulatoren, Lithium-Ionen-Akkumulatoren oder Kondensatoren
10 deutlich positiv beeinflusst wird. Darüber hinaus ermöglicht die Elektrodeposition eine Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Stromableiterfolie und Aktivelektrodenmaterial bzw. Elektrolyt, so dass eine vergrößerte Kapazität der Batterie, des Akkumulators oder des Kondensators die Folge ist.

15

Im Weiteren soll die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung näher erläutert werden. Die Zeichnung zeigt in

20 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Lithium-Ionen-Akkumulators,

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Stromableiterfolie in einer
25 schematischen Darstellung und

Fig. 3 in einer schematischen Darstellung eine Vorrichtung zur Durchführung eines Coil-to-Coil-Verfahrens zur Herstellung einer Stromableiterfolie.

30

Fig. 1 zeigt den typischen Aufbau eines Lithium-Ionen-Akkumulators 1, welcher eine Stromableiterfolie 2 an der

Kathode und eine Stromableiterfolie 3 an der Anode aufweist. Die kathodische Stromableiterfolie 2 ist zusätzlich mit einem Metalloxid, beispielsweise einem Lithium-Kobalt-Oxid 4 beschichtet. Ein Separator 5, welcher lediglich durchlässig für Lithium-Ionen Li^+ ist, trennt die Metalloxidbeschichtung der Kathode von dem aktiven Elektrodenmaterial der Anode, welches beispielsweise durch Graphit 6 gebildet wird. Die Anode 3 ist beispielsweise durch eine Stromableiterfolie aus Kupfer bereitgestellt. Für die Kapazität eines Lithium-Ionen-Akkumulators aber auch für einen Kondensator bzw. eine entsprechende Batterie ist die zur Verfügung stehende Fläche, auf welcher Ladung gespeichert werden kann, ein wichtiges Kriterium. Die in Fig. 1 dargestellten Stromableiterfolien der Anode und der Katode können daher eine elektrisch leitfähige Schicht aufweisen, welche zumindest teilweise durch Elektrodeposition eines Metalls hergestellt ist und eine Textur aufweist. Die durch Elektrodeposition von Aluminium erzeugte Textur auf der Stromableiterfolie führt zu einer Vergrößerung der Oberfläche der Stromableiterfolie und damit zu der Kontaktfläche zwischen dem Aktivelektrodenmaterial 4, 6 und den zugehörigen Stromableiterfolien 2, 3. Es hat sich gezeigt, dass die Haftungseigenschaften des aktiven Elektrodenmaterials 4, 6 aufgrund der Textur der Stromableiterfolien 2, 3 ebenfalls verbessert werden kann. Die Textur der Stromableiterfolien 2, 3 weist aufgrund des Herstellverfahrens durch Elektrodeposition Dimensionen beispielsweise im Mikrometer- bzw. im Submikrometer-Bereich auf.

Die Struktur der abgeschiedenen Aluminiumschicht ist bevorzugt im Hinblick auf die Größenordnung an die Partikelgröße des Metalloxids angepasst, um eine besonders

gute Haftung des Metalloxids zu gewährleisten. In diesem Fall liegt die Größe beispielsweise der Oberflächenwelligkeit, -rauheit oder -struktur in der Größenordnung, d.h. der Unterschied beträgt maximal Faktor 10, der Partikelgröße des
5 Metalloxids.

Fig. 2 zeigt nun in einer schematischen Schnittansicht ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Stromableiterfolie, welche aus einem Trägermaterial 7 und
10 einer auf dem Trägermaterial angeordneten elektrisch leitfähigen Schicht 8 besteht. Vorzugsweise besteht das Trägermaterial aus einer Aluminiumfolie, beispielsweise einer walzharten Aluminiumfolie aus einer Aluminiumlegierung vom Typ ENAW 1085. Entsprechende Aluminiumlegierungsfolien können
15 in einer Dicke von vorzugsweise 5 - 50 μm , insbesondere 10 - 25 μm in walzhartem Zustand bereitgestellt werden, so dass diese eine relativ hohe Zugfestigkeit aufweisen. Hierdurch wird die Verarbeitung der Aluminiumfolien zur Stromableiterfolie erleichtert. Die in Fig. 2 dargestellte
20 Stromableiterfolie weist zudem eine durch Elektrodeposition aufgebrachte elektrisch leitfähige Schicht 8 auf, welche eine Textur im Submikrometer-Bereich aufweist. Die bei der Elektrodeposition aufgebrachte Aluminiumschicht weist abhängig von den verwendeten Parametern bei der
25 Elektrodeposition eine Kristallitgröße von 1 nm - 5000 nm, vorzugsweise 25 nm - 500 nm auf. Die Kristallitgröße beeinflusst die erzeugte Textur, wobei die Anpassung der Oberflächentextur an die Partikelgröße des Aktivelektrodenmaterials derzeit als günstiger für die
30 Lebensdauer eines Lithium-Ionen-Akkumulators angesehen wird.

Grundsätzlich ist auch denkbar die Trägerschicht aus einem anderen Material als die durch Elektrodeposition aufgebraachte elektrisch leitfähige Schicht herzustellen. Vorzugsweise wird jedoch ein identisches Materialsystem, also beispielsweise bei einer Aluminiumdeposition eine Aluminiumlegierung gewählt, um Korrosionsproblemen vorzubeugen.

Fig. 3 zeigt in einer sehr schematischen Darstellung eine Vorrichtung zur Herstellung einer Stromableiterfolie in einem Coil-to-Coil-Verfahren. Zunächst zeigt Fig. 3 eine Abwickelhaspel 9, auf welcher ein Coil 10, welches beispielsweise aus einer Aluminiumfolie bestehend aus der Aluminiumlegierung vom Typ ENAW 1085 besteht, angeordnet ist. Die Folie wird abgewickelt und einer Vorrichtung zur Durchführung der Elektrodeposition 11 zugeführt. In der Vorrichtung 11 wird das Trägermaterial, vorliegend hier die Aluminiumfolie durch Elektrodeposition aus einer ionischen Flüssigkeit potentiostatisch oder galvanostatisch mit Aluminium beschichtet. Als ionische Flüssigkeit kommt beispielsweise 1-Ethyl-3Methyl-1H-Imidazoliumchlorid (EMIC) gemischt mit wasserfreiem Aluminiumchlorid in Frage. Durch Anlegen einer Spannung zwischen der als Kathode fungierenden Aluminiumfolie und einer Gegenelektrode, beispielsweise aus Glaskohlenstoff kann eine Beschichtung der Aluminiumfolie mit Aluminium aus der ionischen Flüssigkeit erreicht werden. Anschließend wird die beschichtete Aluminiumfolie wieder zu einem Coil mit einer Aufwickelhaspel 12 aufgewickelt.

Die erfindungsgemäße Stromableiterfolie ermöglicht es, die Lebensdauer und Kapazitätserhaltung von Akkumulatoren, Batterien und Kondensatoren erheblich zu steigern. Gleichzeitig kann durch Elektrodeposition auch großflächig

ein Trägermaterial beschichtet werden, so dass die Stromableiterfolie auch wirtschaftlich hergestellt werden kann.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Stromableiterfolie (2,3) für Batterien, Akkumulatoren
oder Kondensatoren mit einem Trägermaterial (7) und
mindestens einer elektrisch leitfähigen Schicht (8) aus
5 einem Metall,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die mindestens eine elektrisch leitfähige Schicht (8)
zumindest teilweise durch Elektrodeposition von Aluminium
hergestellt ist und eine Textur aufweist.
10
2. Stromableiterfolie nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Größenordnung der Textur an die Partikelgröße des
Aktivelektrodenmaterials angepasst ist.
15
3. Stromableiterfolie nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Stromableiterfolie (2) für die Kathode vorgesehen ist
und die elektrisch leitfähige Schicht (8) zumindest
20 teilweise durch Elektrodeposition von Aluminium
hergestellt ist.
4. Stromableiterfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
25 das Trägermaterial (7) eine Aluminiumfolie ist, welche
aus Aluminium- oder einer Aluminiumlegierung besteht.

5. Stromableiterfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kristallitgröße des abgeschiedenen Aluminiums 1 nm
5 bis 5000 nm, bevorzugt 25 nm bis 500 nm beträgt.
6. Stromableiterfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stromableiterfolie (2) eine walzharte Aluminiumfolie
10 ist.
7. Stromableiterfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stromableiterfolie (2) aus einer Aluminiumlegierung
15 vom Typ EN AW 1050, EN AW 1200 oder EN AW 1085 besteht.
8. Verfahren zur Herstellung einer Stromableiterfolie gemäß
einem der Ansprüche 1 bis 7, welche aus einem
Trägermaterial und mindesten einer elektrisch leitfähigen
20 Schicht aus einem Metall besteht,
dadurch gekennzeichnet, dass
die elektrisch leitfähige Schicht zumindest teilweise
durch Elektrodeposition von Aluminium auf dem
Trägermaterial hergestellt wird.
25
9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Trägermaterial eine Aluminiumfolie bestehend aus
Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ist, welche durch
30 die Elektrodeposition von Aluminium texturiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Größenordnung der Textur des auf dem Trägermaterial
abgeschiedenen Aluminiums der Partikelgröße des
5 Aktivelektrodenmaterials entspricht.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Elektrodeposition aus einer ionischen Flüssigkeit
10 erfolgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Elektrodeposition potentiostatisch oder
15 galvanostatisch durchgeführt wird.
13. Verfahren nach einem 8 bis 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Elektrodeposition durch eine monopolare oder bipolare
20 Pulsabscheidung erfolgt, wobei die Abscheidung zumindest
durch die Pulshöhe, Pulsbreite, Pausenlänge oder Frequenz
oder einer Kombination aus den genannten Größen gesteuert
wird.
- 25 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Kristallitgröße des abgeschiedenen Aluminiums auf 1
bis 5000 nm, bevorzugt auf 50 bis 500 nm eingestellt
30 wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Elektrodeposition in einem Coil-to-Coil-Verfahren
5 durchgeführt wird.

16. Verwendung einer Stromableiterfolie gemäß einem der der
Ansprüche 1 bis 7 für Batterien, Akkumulatoren, Lithium-
Ionen-Akkumulatoren und Kondensatoren.

10

1/1

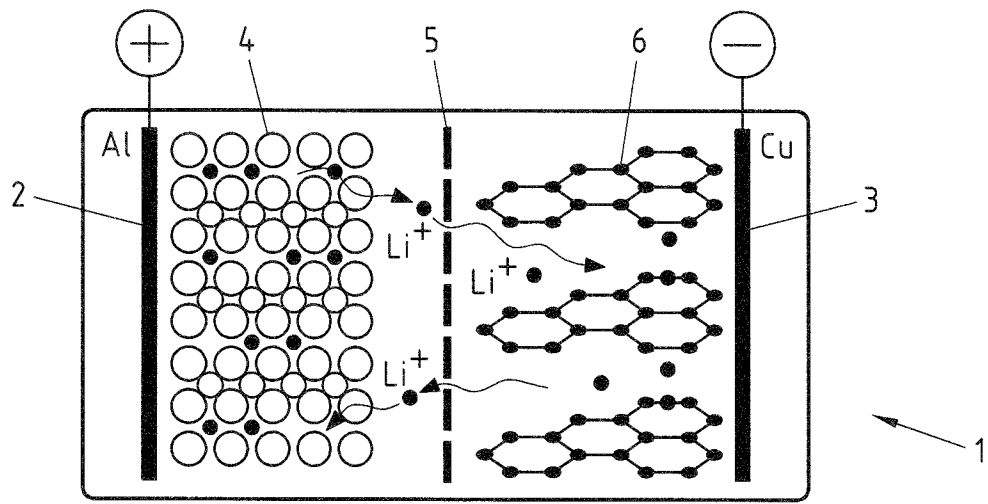


Fig.1

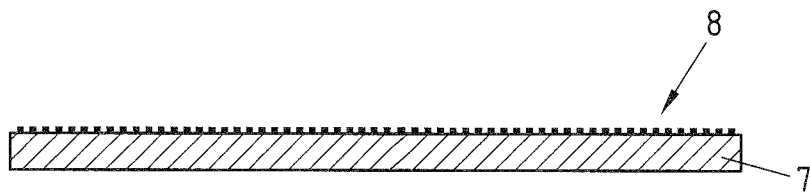


Fig.2

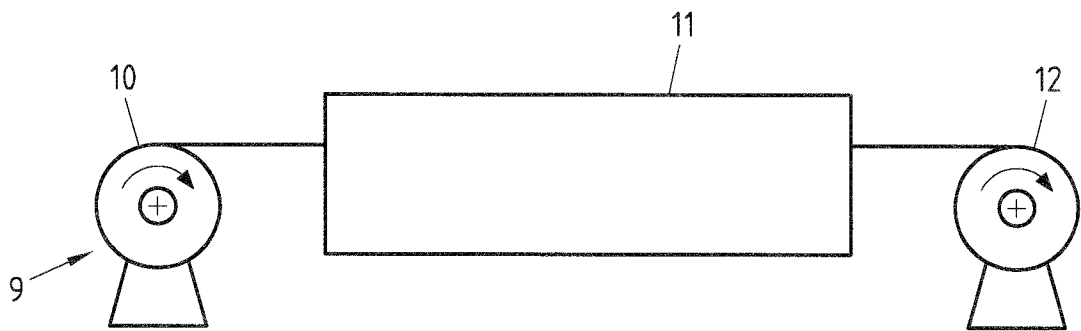


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/059003

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01M4/66 H01G9/04 H01G9/00
 ADD.
 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)
 H01G 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	EP 0 397 523 A2 (MHB JOINT VENTURE [US]) 14 November 1990 (1990-11-14)	1-5, 8-10,12, 14,16
Y	paragraph [0024]; claims 1,3-5,15,16; figure 2 the whole document	6,7,11, 13,15
Y	----- DE 101 08 893 A1 (HEMPELMANN ROLF [DE]) 24 October 2002 (2002-10-24) cited in the application the whole document	11,13,15
Y	----- US 2009/269609 A1 (HIRAYAMA KATSUHISA [JP]) 29 October 2009 (2009-10-29) paragraphs [0063], [0064], [0068], [0069] -----	6,7

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 15 July 2013	Date of mailing of the international search report 24/07/2013
---	--

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 Fitzpatrick, John
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/059003

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0397523	A2	14-11-1990	CA 2016517 A1 11-11-1990
			DE 69028240 D1 02-10-1996
			DE 69028240 T2 23-01-1997
			EP 0397523 A2 14-11-1990
			ES 2092490 T3 01-12-1996
			JP 3046323 B2 29-05-2000
			JP H02312160 A 27-12-1990
			US 5436091 A 25-07-1995

DE 10108893	A1	24-10-2002	NONE

US 2009269609	A1	29-10-2009	KR 20060127031 A 11-12-2006
			US 2009269609 A1 29-10-2009
			WO 2005066389 A1 21-07-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/059003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01M4/66 H01G9/04 H01G9/00
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01G 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	EP 0 397 523 A2 (MHB JOINT VENTURE [US]) 14. November 1990 (1990-11-14)	1-5, 8-10,12, 14,16
Y	Absatz [0024]; Ansprüche 1,3-5,15,16; Abbildung 2 das ganze Dokument	6,7,11, 13,15
Y	DE 101 08 893 A1 (HEMPELMANN ROLF [DE]) 24. Oktober 2002 (2002-10-24) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	11,13,15
Y	US 2009/269609 A1 (HIRAYAMA KATSUHISA [JP]) 29. Oktober 2009 (2009-10-29) Absätze [0063], [0064], [0068], [0069]	6,7

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
15. Juli 2013	24/07/2013

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 Fitzpatrick, John
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/059003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0397523	A2	14-11-1990	CA 2016517 A1 11-11-1990
			DE 69028240 D1 02-10-1996
			DE 69028240 T2 23-01-1997
			EP 0397523 A2 14-11-1990
			ES 2092490 T3 01-12-1996
			JP 3046323 B2 29-05-2000
			JP H02312160 A 27-12-1990
			US 5436091 A 25-07-1995

DE 10108893	A1	24-10-2002	KEINE

US 2009269609	A1	29-10-2009	KR 20060127031 A 11-12-2006
			US 2009269609 A1 29-10-2009
			WO 2005066389 A1 21-07-2005
