



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014120780/07, 22.05.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.05.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.05.2014

(43) Дата публикации заявки: 27.11.2015 Бюл. № 33

(45) Опубликовано: 20.01.2016 Бюл. № 2

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: JOURNAL of Power Sources 227 (2013), p.218-228. KR 2013012029 A, 04.11.2013. US 2013180091 A1,, 18.07.2013. US 6191935 A,, 20.02.2001. CN 102593415 A, 08.07.2012. JP 2009246306 A, 22.10.2009.

Адрес для переписки:

630055, г. Новосибирск-55, а/я 39, ООО МНЦТЭ,
для Марьясовой О.Н.

(72) Автор(ы):

Бобренко Олег Филиппович (RU),
Косолапов Андрей Геннадьевич (RU),
Предтеченский Михаил Рудольфович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

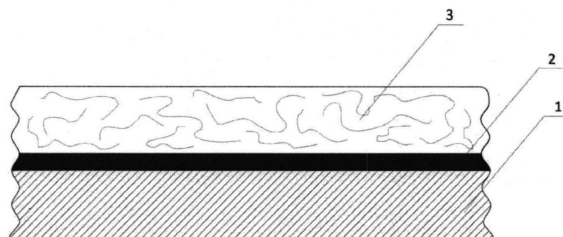
МСД Текнолоджис частная компания с
ограниченной ответственностью (LU)

(54) МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ФОЛЬГА С ПРОВОДЯЩИМ СЛОЕМ И СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники, а именно к токоємникам из металлической фольги для литий-ионных батарей и суперконденсаторов. Предложена металлическая фольга, поверхность которой снабжена проводящим слоем, включающим углеродные нанотрубки, при этом проводящий слой нанесен таким образом, что углеродные нанотрубки располагаются на поверхности фольги хаотично и в количестве 100 нг/см^2 - 10 мкг/см^2 , а также предложен способ изготовления

металлической фольги с проводящим слоем из углеродных нанотрубок, согласно которому углеродные нанотрубки смешивают с диспергентом с получением суспензии, которую наносят на поверхность металлической фольги таким образом, чтобы количество углеродных нанотрубок на названной поверхности составляло 10 - 100 нг/см^2 . Снижение контактного сопротивления между активным электродным слоем и токоємником является техническим результатом изобретения. 2 н. и 9 з.п. ф-лы, 1 ил., 2 пр.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2014120780/07, 22.05.2014**(24) Effective date for property rights:
22.05.2014

Priority:

(22) Date of filing: **22.05.2014**(43) Application published: **27.11.2015** Bull. № 33(45) Date of publication: **20.01.2016** Bull. № 2

Mail address:

**630055, g. Novosibirsk-55, a/ja 39, OOO MNTsTEh,
dlja Mar'jasovoj O.N.**

(72) Inventor(s):

**Bobrenok Oleg Filippovich (RU),
Kosolapov Andrej Gennad'evich (RU),
Predtechenskij Mikhail Rudol'fovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

MCD Technologies S.a.r.l. (LU)(54) **METAL FOIL WITH CONDUCTIVE LAYER AND MANUFACTURING METHOD THEREOF**

(57) Abstract:

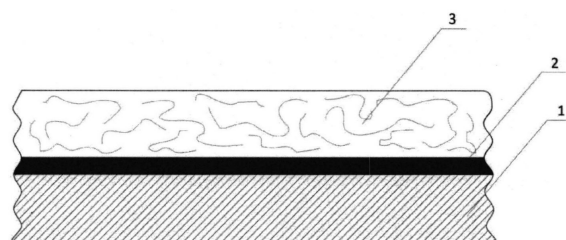
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: metal foil is suggested with surface complete with conductive layer including carbon nanotubes, at that the conductive layer is applied so that carbon nanotubes are placed at the foil surface chaotically and in quantity of 100 ng/cm^2 to 10 mcg/cm^2 ; the method for manufacturing metal foil with conductive layer of carbon nanotubes is also suggested and according to the above method carbon nanotubes are mixed up with dispersion medium until suspension is obtained, and then it is applied onto the surface of metal foil so that quantity of carbon nanotubes at the

above surface is equal to $10\text{-}100 \text{ ng/cm}^2$.

EFFECT: reduced contact resistance between active electrode layer and current collector.

11 cl, 1 dwg, 2 ex



Фиг.1

Изобретение относится к электропроводящим средствам и технологиям их изготовления. Оно может использоваться, преимущественно, в электрохимических источниках энергии в качестве токоъемников, однако этим возможности его использования не ограничиваются, очевидно, что оно может найти и иное применение.

5 Конструкция электрохимических источников энергии, например, литий-ионных батарей и суперконденсаторов, предусматривает наличие пары электродов. Эти электроды состоят из активного электродного слоя и примыкающего к нему токоъемника, который выполняют из металлической фольги.

Одной из проблем, которую необходимо учитывать при изготовлении таких
10 электродов, является наличие внутреннего сопротивления электрода, которое приводит к потерям энергии, а тем самым - к снижению производительности источников энергии. На величину внутреннего сопротивления электрода, помимо других факторов, влияет контактное сопротивление между активным электродным слоем и токоъемником.

Для снижения этого сопротивления применяют различные технологические решения,
15 в частности, прибегают к формированию на поверхности токоъемника специального проводящего слоя, контактирующего с активным электродным слоем.

Например, известен катод литий-ионного аккумулятора, выполненный из аморфного кремния, с токоъемником в форме алюминиевой фольги, на которую нанесено беспористое титановое покрытие, выполняющее роль проводящего слоя [Патент РФ
20 №135187, МПК H01M 4/12, H01M 4/20].

Известен электрод с алюминиевым токоъемником, на котором формируется оксидная пленка толщиной несколько микрон, через которую активный электродный слой из активированного углерода крепится к токоъемнику посредством внедрения твердых гранул углерода через поверхность пленки в токоъемник, тем
25 самым уменьшая контактное сопротивление между активным электродным слоем и токоъемником [Патент США №6191935, МПК H01G 9/00]. В качестве гранул используются: ацетиленовая сажа, порошок графита или кристаллический углерод.

Фирма «Showa Denko K.K.» производит металлическую фольгу, снабженную слоем из технического углерода и связующих органических материалов. Ее основным
30 недостатком является высокая стоимость, т.к. она оказывается в 2-3 раза дороже фольги без проводящего слоя, а также значительная толщина этого слоя.

Известна алюминиевая фольга, имеющая на поверхности лес из углеродных нанотрубок [Journal of Power Sources 227 (2013) p. 218-228]. Такая фольга имеет низкое контактное сопротивление (0.42-0.15 мОм/г), что делает ее исключительно
35 привлекательной для использования в качестве токоъемников, например, в суперконденсаторах высокой мощности.

Эта фольга является ближайшим аналогом предлагаемой и принята за прототип изобретения.

Недостатком прототипа является высокая стоимость фольги, обусловленная сложной
40 и высокочувствительной технологией выращивания на ее поверхности вертикально-ориентированных углеродных нанотрубок.

Изобретение решает задачу создания металлической фольги с проводящим слоем, имеющей более низкую стоимость и более простую технологию ее изготовления.

Поставленная задача решается тем, что предлагается металлическая фольга,
45 поверхность которой снабжена проводящим слоем, включающим углеродные нанотрубки, причем что проводящий слой сформирован путем нанесения на ее поверхность суспензии, содержащей углеродные нанотрубки и диспергент, и таким образом, что углеродные нанотрубки располагаются на поверхности фольги хаотично

и в количестве 100 нг/см^2 - 10 мкг/см^2 .

Углеродные нанотрубки могут быть одностенными и/или двустенными.

Фольга может быть выполнена, например, из алюминия, или меди, или никеля, или их сплавов, а также других металлов и сплавов.

Проводящий слой может быть сформирован на поверхности металлической фольги путем нанесения на нее суспензии, содержащей углеродные нанотрубки и диспергент.

Диспергентом может быть поверхностно-активное вещество, например, поливинилпирролидон.

Суспензия углеродных нанотрубок может быть приготовлена как на водной основе, так и на основе органических растворителей.

Поставленная задача решается также тем, что предлагается способ изготовления металлической фольги с проводящим слоем, включающим углеродные нанотрубки, по которому смешивают углеродные нанотрубки с диспергентом с получением суспензии, которую наносят на поверхность металлической фольги таким образом, чтобы количество углеродных нанотрубок на ней составляло 100 нг/см^2 - 10 мкг/см^2 .

Преимущественно при изготовлении фольги с проводящим слоем используют углеродные нанотрубки одностенные и/или двустенные.

Фольга может быть выполнена, например, из алюминия, или меди, или никеля, или их сплавов, а также других металлов и сплавов.

Диспергентом, т.е. веществом, формирующим и стабилизирующим суспензию, преимущественно может быть поверхностно-активное вещество, например, поливинилпирролидон.

Суспензия, включающая углеродные нанотрубки, может быть приготовлена как на водной основе, так и на основе органических растворителей, например, п-метилпирролидона.

Предлагаемая металлическая фольга с проводящим слоем изображена в виде токосъемника электрода на фиг. 1, где: 1 - металлическая фольга, 2 - проводящий слой, включающий углеродные нанотрубки, 3 - активный электродный слой.

Металлическую фольгу с проводящим слоем изготавливают следующим образом.

Готовые углеродные нанотрубки одностенные и/или двустенные смешивают с диспергентом, например, с поливинилпирролидоном, на водной основе, и диспергируют ультразвуком с помощью ультразвукового диспергатора, получая таким образом суспензию, содержащую нанотрубки. Далее эту суспензию наносят на поверхность фольги 1, исходя из условия, чтобы на поверхности углеродные нанотрубки

располагались хаотично и в количестве 100 нг/см^2 - 10 мкг/см^2 . Суспензия может быть нанесена распылением аэрозоля, аэрокистью, ультразвуковым спреем или любым другим известным способом, подходящим для этих целей.

После высыхания поверхности металлической фольги на ней остается тонкий слой, содержащий углеродные нанотрубки 2 в количестве, достаточном для обеспечения его хорошей проводимости. При использовании такой фольги в качестве токосъемника электрода проводящий слой позволяет понизить контактное сопротивление токосъемника и активного электродного вещества 3, к которому она присоединена.

Изготовление такой фольги требует меньших затрат, чем фольги с проводящим слоем из леса углеродных нанотрубок, и технология изготовления ее много проще. Соответственно, стоимость описанной фольги ниже, чем стоимость прототипа.

Пример 1.

Одностенные и двустенные углеродные нанотрубки смешивают с

поливинилпирролидоном в соотношении % масс. 50/50. В эту смесь добавляют воду из расчета содержания нанотрубок в полученной смеси на уровне 0.2% масс. Полученную смесь диспергируют с использованием ультразвукового диспергатора. Полученную таким образом суспензию наносят на поверхность алюминиевой фольги аэрокистью из расчета расхода названной суспензии 50-60 мл на 1 м² площади фольги. Полученный на поверхности фольги слой высушивают на воздухе. Содержание углеродных нанотрубок в нанесенном проводящем слое - 10 мкг/см².

При использовании алюминиевой фольги с полученным проводящим слоем в качестве токоъемника электрода сопротивление электрода - 40 Ом.

При использовании такой же алюминиевой фольги без проводящего слоя сопротивление электрода 300 Ом.

Пример 2.

Одностенные и двустенные углеродные нанотрубки смешивают с поливинилпирролидоном в соотношении % масс. 50/50. В эту смесь добавляют п-метилпирролидон из расчета содержания нанотрубок в полученной смеси на уровне 0.1% масс. Полученную смесь диспергируют с использованием ультразвукового диспергатора. Полученную таким образом суспензию наносят на поверхность алюминиевой фольги аэрокистью из расчета расхода названной суспензии 50-60 мл на 1 м² площади фольги.

Полученный на поверхности фольги слой высушивают. Содержание углеродных нанотрубок в нанесенном проводящем слое - 5 мкг/см².

При использовании алюминиевой фольги с полученным проводящим слоем в качестве токоъемника электрода сопротивление электрода - 42 Ом.

При использовании такой же алюминиевой фольги без проводящего слоя сопротивление электрода 300 Ом.

Формула изобретения

1. Металлическая фольга, поверхность которой снабжена проводящим слоем, включающим углеродные нанотрубки, отличающаяся тем, что проводящий слой сформирован путем нанесения на ее поверхность суспензии, содержащей углеродные нанотрубки и диспергент, и таким образом, что углеродные нанотрубки располагаются на поверхности фольги хаотично и в количестве 100 нг/см²-10 мкг/см².

2. Металлическая фольга по п. 1, отличающаяся тем, что углеродные нанотрубки - одностенные и/или двустенные.

3. Металлическая фольга по п. 1, отличающаяся тем, что она выполнена из алюминия, или меди, или никеля, или их сплавов.

4. Металлическая фольга по п. 1, отличающаяся тем, что диспергентом является поверхностно-активное вещество, например поливинилпирролидон.

5. Металлическая фольга по п. 4, отличающаяся тем, что диспергентом является поверхностно-активное вещество, например поливинилпирролидон.

6. Металлическая фольга по п. 4, отличающаяся тем, что суспензия приготовлена на водной основе или на основе органического растворителя.

7. Способ изготовления металлической фольги с проводящим слоем из углеродных нанотрубок, отличающийся тем, что углеродные нанотрубки смешивают с диспергентом с получением суспензии, которую наносят на поверхность металлической фольги таким образом, чтобы количество углеродных нанотрубок на названной поверхности

составляло 100 нг/см^2 - 10 мкг/см^2 .

8. Способ по п. 7, отличающийся тем, что используют углеродные нанотрубки - одностенные и/или двустенные.

5 9. Способ по п. 7, отличающийся тем, что фольга выполнена из алюминия, или меди, или никеля, или их сплавов.

10. Способ по п. 7, отличающийся тем, что диспергентом является поверхностно-активное вещество, например поливинилпирролидон.

10 11. Способ по п. 7, отличающийся тем, что суспензия приготовлена на водной основе или на основе органического растворителя.

15

20

25

30

35

40

45