

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(10) Номер международной публикации
WO 2016/178596 A1

(43) Дата международной публикации
10 ноября 2016 (10.11.2016)

WIPO | РСТ

(51) Международная патентная классификация:
H01M 10/052 (2010.01) *H01M 4/485* (2010.01)
H01M 10/0525 (2010.01) *H01M 4/58* (2010.01)

(21) Номер международной заявки: РСТ/RU2015/000346

(22) Дата международной подачи:
02 июня 2015 (02.06.2015)

(25) Язык подачи: Русский

(26) Язык публикации: Русский

(30) Данные о приоритете:
2015117203 05 мая 2015 (05.05.2015) RU

(71) Заявитель: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
"АВТОНОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА" (ООО
"НАУЧНЫЙ ЦЕНТР "АИТ") ("SCIENTIFIC CEN-
TER "AUTONOMOUS POWER SOURCES", LIM-
ITED LIABILITY COMPANY ("SCIENTIFIC CEN-
TER "AIT" LLC)) [RU/RU]; ул. Орджоникидзе, 11,
Саратов, 410015, Saratov (RU).

(72) Изобретатели: КЛЮЕВ, Владимир Владимирович
(KLYUYEV, Vladimir Vladimirovich); Кавказский
проезд, д.22, кв.93, Саратов, 410049, Saratov (RU).
ВОЛЫНСКИЙ, Вячеслав Виталиевич (VOLYN-

SKIY, Vyacheslav Vitalievich); ул. Химическая, д.1,
кв.52, Саратов, 410048, Saratov (RU). ТЮГАЕВ,
Вячеслав Николаевич (TYUGAEV, Vyacheslav
Nikolaevich); ул. Ново-Астраханская, д.61/67, кв.141,
Саратов, 410057, Saratov (RU).

(81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), европейский патент (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).

[продолжение на следующей странице]

(54) Title: LITHIUM-ION CELL

(54) Название изобретения : ЛИТИЙ-ИОННЫЙ АККУМУЛЯТОР

(57) Abstract: The invention relates to the electrical technology industry and may be used in the production of lithium-ion cells and batteries based thereon, intended for use as energy storage devices in electric transport, alternative energy, uninterruptible power supplies, power recovery systems and in balancing network loads. The design of the proposed lithium-ion cell combines a negative-electrode active material based on $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ and a positive-electrode active material based on $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$. The negative-electrode active material based on $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ may be doped with chromium at the titanium positions and takes the form of a compound having the composition $\text{Li}_4\text{Ti}_{5-x}\text{Cr}_x\text{O}_{12}$, where $0 < x \leq 0.2$. The positive-electrode active material may be doped with sodium at the lithium positions, doped at the vanadium positions with one or more metals from a group containing magnesium, aluminum, yttrium and lanthanum, and doped at the phosphate positions with fluorine or chlorine, and takes the form of a compound having the composition $\text{Li}_{3-x}\text{Na}_x\text{V}_2\text{M}_y(\text{PO}_4)_{3-z}\text{Hal}_z/\text{C}$, where M represents one or more metals from the group containing Mg, Al, Y and La; Hal = F, Cl; $0 < x \leq 0.1$; $0 < y \leq 0.2$; and $0 < z \leq 0.16$. Crystals of the active materials of the negative and positive electrodes may be coated with a surface layer of carbon, which may be produced by introducing a carbon-containing precursor, starch, into the mixture of initial reagents. The invention allows for creating lithium-ion cell designs having high energy storage capacity, and having enhanced power, safety and stability during cycling.

(57) Реферат: Изобретение относится к электротехнической промышленности и может быть использовано при производстве литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) и батарей на их основе, предназначенных для использования в качестве накопителей энергии для электротранспорта, альтернативной энергетики, источников бесперебойного питания, систем рекуперации электроэнергии и выравнивания сетевых нагрузок. В конструкции предлагаемого литий-ионного аккумулятора сочетается активный материал отрицательного электрода на основе $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ и активный материал положительного электрода на $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$. Активный материал отрицательного электрода на основе $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ может быть допирован хромом по позициям титана и представляет собой соединение состава $\text{Li}_4\text{Ti}_{5-x}\text{Cr}_x\text{O}_{12}$, где $0 < x \leq 0.2$. Активный материал положительного электрода может быть допирован натрием по позициям лития, одним или несколькими металлами из группы, содержащей магний, алюминий, иттрий и лантан по позициям ванадия, фтором или хлором по позициям фосфата, и представляет собой

[продолжение на следующей странице]

WO 2016/178596 A1



Опубликована:

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

соединение состава $\text{Li}_{1-3-x}\text{Na}_x\text{V}_{2-y}\text{M}_y(\text{PO}_4)_{3-z}\text{Hal}_z/\text{C}$, где М - один или несколько металлов из группы, содержащей Mg, Al, Y, La; Hal = F, Cl; $0 < x \leq 0,1$; $0 < y \leq 0,2$; $0 < z \leq 0,16$. Кристаллы активных материалов отрицательного и положительного электродов могут быть покрыты поверхностным слоем углерода, который может быть получен за счет введения в смесь исходных реагентов углеродсодержащего прекурсора - крахмала. Изобретение позволяет создать конструкции высокоэнергоемких ЛИА с повышенными мощностью, безопасностью и стабильностью при циклировании.

ЛИТИЙ-ИОННЫЙ АККУМУЛЯТОР

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Изобретение относится к электротехнической промышленности и может быть использовано при производстве литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) и батарей на их основе, предназначенных для использования в качестве накопителей энергии для электротранспорта, альтернативной энергетики, источников бесперебойного питания, систем рекуперации электроэнергии и выравнивания сетевых нагрузок.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Значительный прогресс в технологии литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) сделал автономные источники электропитания этого типа наиболее энергоемкими среди перезаряжаемых электрохимических систем. Традиционным материалом отрицательного электрода (анода) в таких аккумуляторах является углерод, способный обратимо внедрять литий [1], а материалом положительного электрода (катода) – литированный оксид кобальта (кобальтат лития, оксид лития-кобальта) LiCoO_2 [2]. Несмотря на то, что ЛИА системы «углерод – оксид лития-кобальта» в настоящее время занимают значительную часть рынка источников питания для портативной электроники, их применение для питания транспорта и энергетики невозможно из-за ряда присущих им недостатков. Недостатками литированного углерода как анодного материала ЛИА являются [3-5]:

- вероятность теплового разгона и воспламенения при повышении температуры;
- резкая деградация емкости при повышенной скорости заряда/разряда;
- очень малая остаточная емкость и невозможность заряда аккумуляторов при отрицательных температурах.

Недостатками кобальтата лития при использовании в качестве катодного материала ЛИА являются [5-7]:

- пожароопасность при высоких температурах;
- деградация емкости при высоких потенциалах, температурах и скоростях циклирования;
- малый срок службы (не более 800 циклов).

Аккумуляторы для электротранспорта и энергетики должны сочетать в себе такие характеристики, как энергоемкость, мощность (т.е. способность к быстрому заряду и стойкость к воздействию высоких нагрузочных токов), широкий интервал рабочих температур, длительный срок службы и безопасность эксплуатации, поэтому их создание требует разработки и применения принципиально новых активных электродных материалов.

Известны анодные материалы на базе сплавов лития с кремнием [8]. Теоретическая емкость наиболее богатого литием соединения кремния ($\text{Li}_{22}\text{Si}_5$) достигает 4200 мА·ч/г в расчете на чистый кремний или 2011 мА·ч/г в расчете на соединение $\text{Li}_{22}\text{Si}_5$. Главным препятствием стабильной работы литий-кремниевого интеркаляционного электрода являются большие объемные изменения, происходящие в ходе циклов внедрения/экстракции лития. Эти изменения достигают 310% исходного объема кремния и являются причиной механической нестойкости материала [9].

Известны анодные материалы на основе сплавов лития с оловом [10]. Находясь в одной подгруппе периодической системы с кремнием, олово образует схожие кристаллические структуры и аналогичные по стехиометрии соединения. Оно также сплавляется с литием с образованием $\text{Li}_{22}\text{Sn}_5$. Однако олово имеет и больший по сравнению с кремнием объем элементарной ячейки, в связи с чем оно меньше страдает от объемных изменений [11]. Недостатком предлагаемого решения является то, что олово вчетверо тяжелее кремния, и удельная интеркалируемая емкость $\text{Li}_{22}\text{Sn}_5$ во столько же раз ниже – 990 мА·ч/г против 4200 мА·ч/г у $\text{Li}_{22}\text{Si}_5$ [11].

Возможности повышения удельной емкости углеграфитовых материалов в настоящее время исчерпаны и соответствуют наиболее богатому литием соединению LiC_6 (372 мА·ч/г). Перспективным решением проблемы ограниченной емкости литированного углерода является использование литированных композитов Si-C, Sn-C или Si-Sn-C [12]. Недостатком данного решения является высокая активность лития в вышеперечисленных материалах, обуславливающая их недостаточную безопасность [13].

Перспективными анодными материалами для применения в конструкции ЛИА является группа соединений с умеренными значениями емкости, у которых активность лития и, соответственно, электродный потенциал имеют промежуточное значение между традиционными анодными и катодными материалами. Типичным примером является литий-титановая шпинель, или титанат лития, $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ [14]. Данный материал имеет теоретическую ёмкость 175 мА·ч/г и потенциал плато зарядно-разрядной кривой ~1,55 В. Этот потенциал намного выше потенциалов восстановления большинства органических растворителей, поэтому на поверхности материала не образуется твердоэлектролитных плёнок с высоким сопротивлением, а выделение металлического лития на аноде практически исключается. Другим преимуществом $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ по сравнению с соединениями кремния и олова являются малые объёмные изменения (менее 0,2%) при литировании и делитировании, что гарантирует стабильность при длительном циклировании. Кроме всего перечисленного, материал обладает высо-

кими проводящими свойствами по ионам лития: значение удельной проводимости составляет $5,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ уже при комнатной температуре [15].

Для создания работоспособной конструкции ЛИА с оптимальным сочетанием энергии, мощности, срока службы и безопасности, необходим подбор активного материала положительного электрода, имеющего достаточно высокий электродный потенциал, но в то же время лишенного всех недостатков кобальтата лития. В определенной мере этим требованиям соответствуют слоистые смешанные литированные оксиды никеля, кобальта и марганца состава $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ по патенту [16]. Этот материал обладает сопоставимой с LiCoO_2 энергоемкостью, превосходя его по мощности, безопасности и стабильности при циклировании. Недостатком данного материала является резкое падение емкости при циклировании из-за роста сопротивления реакции переноса заряда на поверхности материала вследствие его деградации [6]. Кроме того, данные реакционной калориметрии [5] свидетельствуют о хотя и значительно сниженной, но достаточно определенной вероятности возникновения теплового разгона в ЛИА на основе данного активного материала.

Известен материал положительного электрода ЛИА на основе литий-марганцевой шпинели LiMn_2O_4 [17], нетоксичный, более дешевый, мощный и безопасный в эксплуатации по сравнению с кобальтатом лития. Недостатками литий-марганцевой шпинели являются невысокое значение удельной емкости и ее необратимое падение вследствие растворения марганца в процессе циклирования, особенно при повышенной температуре [6, 7], что делает данный материал неподходящим при разработке ЛИА для транспорта и энергетики.

Известен материал положительного электрода ЛИА на основе феррофосфата лития LiFePO_4 [18], обладающий такими преимуществами, как нетоксичность, высокая емкость, стабильность и безопасность при циклировании благодаря тому, что в структуре фосфата кислород химически связан сильнее, чем в структуре оксида. С другой стороны, строение молекул феррофосфата лития обуславливает ряд присущих ему недостатков. Из-за особенностей кристаллической структуры ионы лития при заряде и разряде аккумулятора могут передвигаться только в одном измерении [19], а не в трех, как в традиционных катодных материалах на основе оксидов переходных металлов. Это является причиной низкой проводимости катодного материала, как ионной, так и электронной, что, в свою очередь, обуславливает пониженное значение удельной энергии ($380 \text{ Вт} \cdot \text{ч/кг}$). Кроме того, из-за низкой проводимости феррофосфата лития наблюдается значительное снижение емкости и мощности ЛИА в процессе эксплуатации при низких температурах [20, 21]. Кроме того, в паре с титаном лития $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ феррофосфат лития LiFePO_4 дает низкую разность потенциалов ($1,9 \text{ В}$ и ниже) [22], что отрицательно сказывается на удельных энергетических характеристиках

ЛИА. Это, в свою очередь, увеличивает массу и габариты аккумуляторных батарей, что особенно критично для электротранспорта, а также повышает стоимость 1 КВт·ч запасаемой батареями энергии вследствие необходимости установки большего количества аккумуляторов для достижения приемлемых уровней напряжения и энергии.

Наиболее близким к заявляемому аккумулятору является решение по заявке [23], согласно которому для создания аккумулятора с высокой энергоемкостью и мощностью предлагается использовать сочетание титаната лития $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ в качестве материала отрицательного электрода и фосфата лития-кобальта LiCoPO_4 в роли материала положительного электрода. Недостатком данного решения является невозможность создания стабильно работающего аккумулятора данной электрохимической системы на настоящем этапе развития техники вследствие низких значений разрядной емкости, необратимых потерь лития и ускоренного падения емкости в процессе циклирования и связанного с этим неприемлемо малого ресурса LiCoO_4 -электрода (10 циклов) [24].

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Задачей заявляемого изобретения являлась разработка ЛИА, сочетающего в своей конструкции активный материал отрицательного электрода на основе титаната лития $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ и активный материал положительного электрода, обладающий высокими значениями электрохимического потенциала и удельной емкости, и в то же время способный к длительному обратимому циклированию в широком интервале зарядно-разрядных токов и температур. Применение подобного сочетания электродных материалов позволяет сконструировать накопители энергии на основе ЛИА, пригодные для использования в электротранспорте, системах выравнивания сетевых нагрузок, аварийного энергоснабжения и бесперебойного питания.

Техническим результатом является создание конструкции высокоэнергоемких ЛИА с повышенными мощностью, безопасностью и стабильностью при циклировании.

Указанный технический результат достигается тем, что в конструкции аккумулятора применяется сочетание активного материала отрицательного электрода на основе титаната лития $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ и активного материала положительного электрода на основе фосфата лития-ванадия (фосфованадата лития) $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$. По уровню удельной энергии $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ сопоставим с оксидными активными материалами, а по уровню безопасности, благодаря фосфатной структуре, он близок к LiFePO_4 , однако имеет ряд отличительных особенностей, обуславливающих его преимущества, к числу которых относятся:

- высокое теоретическое значение удельной емкости – 198 мА·ч/г и возможность достижения практических значений удельной емкости, близких к теоретическому;
- более высокое среднее напряжение на разряде – 4,8 В отн. лития для моноклинной структурной модификации и 4,3 В для ромбоэдрического (насиконоподобного) структурного типа. Таким образом, в сочетании с титанатом лития насиконоподобный $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ дает разность потенциалов порядка 2,8 В, а моноклинный $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ – порядка 3,3 В;
- повышенный циклический ресурс – до 2500 циклов заряда-разряда;
- высокая удельная мощность – 2000 Вт/кг;
- высокие значения разрядных токов – более 40С.

Результаты испытаний макетов ЛИА системы $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ - $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ показывают их приемлемую работоспособность и циклируемость (фиг. 1 и 2).

Поставленная задача решается также тем, что активный материал отрицательного электрода на основе $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ допирован хромом по позициям титана и представляет собой соединение состава $\text{Li}_4\text{Ti}_{5-x}\text{Cr}_x\text{O}_{12}$, где $0 < x \leq 0,2$. Частичное замещение титана хромом в указанных количествах вызывает изменение структуры кристаллической решетки активного материала, приводящее к увеличению коэффициента использования, в результате сохранность емкости в ходе циклирования возрастает на 1,3%.

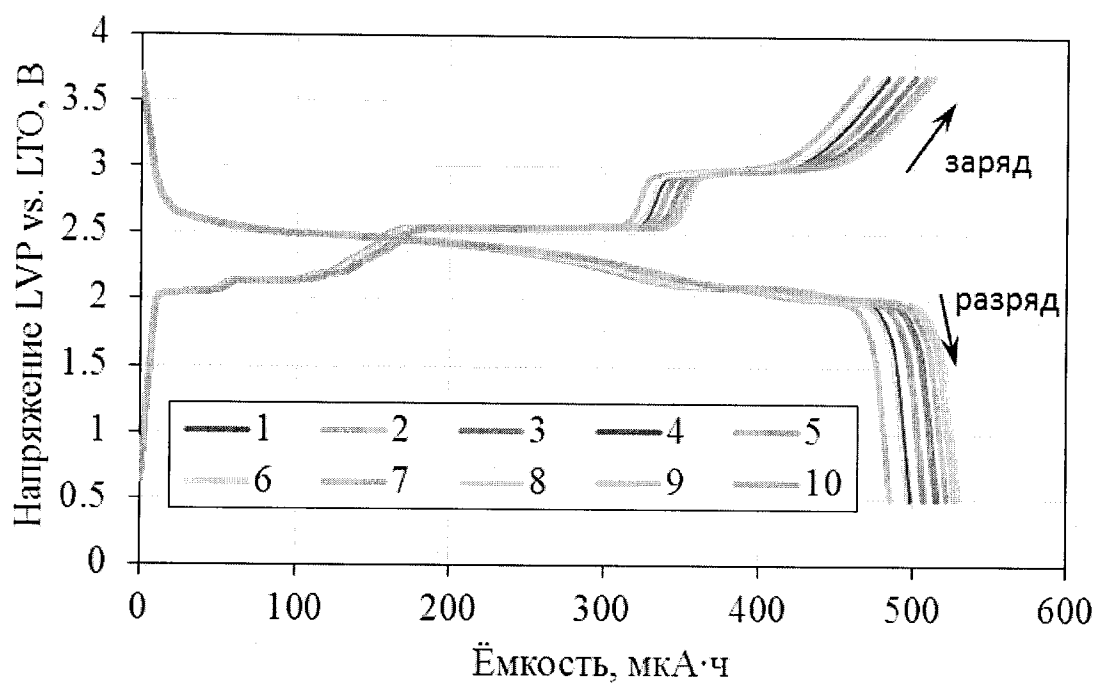
Обозначенная задача также решается за счет того, что активный материал положительного электрода допирован натрием по позициям лития, одним или несколькими металлами из группы, содержащей магний, алюминий, иттрий и лантан по позициям ванадия, фтором или хлором по позициям фосфата, и представляет собой соединение состава $\text{Li}_{3-x}\text{Na}_x\text{V}_{2-y}\text{M}_y(\text{PO}_4)_3\text{-zHal}_z/\text{C}$, где М – один или несколько металлов из группы, содержащей Mg, Al, Y, La; Hal = F, Cl; $0 < x \leq 0,1$; $0 < y \leq 0,2$; $0 < z \leq 0,16$. Модификация структуры фосфата лития указанным путем приводит к улучшению электропроводности активного материала, в результате чего возрастают его разрядная емкость и структурная стабильность, что ведет к увеличению удельной энергии, мощности и ресурса ЛИА. В качестве примера положительного воздействия допирования фосфата лития-ванадия магнием на фиг. 3 показано увеличение его разрядной емкости при циклировании током 10С.

Обозначенный технический результат достигается также за счет модифицирования применяемых в конструкции ЛИА активных материалов путем нанесения на поверхность их частиц проводящего углеродного покрытия. В результате уменьшается электрическое сопротивление на границе кристаллов активного вещества, что ведет к увеличению поверхностной электропроводности активного материала, что, в свою очередь, способствует улучшению таких его характеристик, как удельная емкость, коэффициент использования активного ма-

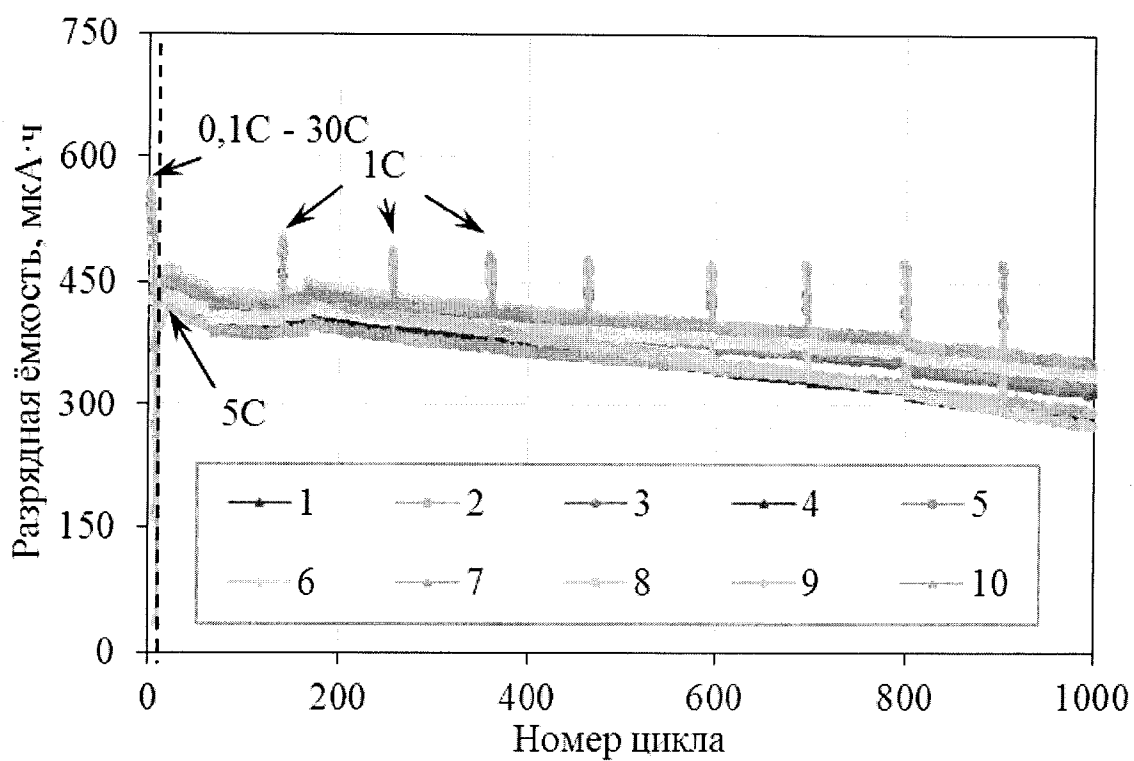
териала, мощность и циклируемость. Результат также достигается за счет использования крахмала в качестве углеродного прекурсора, который при синтезе активного материала образует вязкую среду, способствующую образованию частиц особо малого размера. В качестве иллюстрации положительного воздействия обозначенного технического решения на свойства активного материала на фиг. 4 приведены экспериментальные данные, показывающие способность композита фосфата лития-ванадия с углеродом ($\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{C}$) к циклированию экстремально высокими токами (до 320С).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

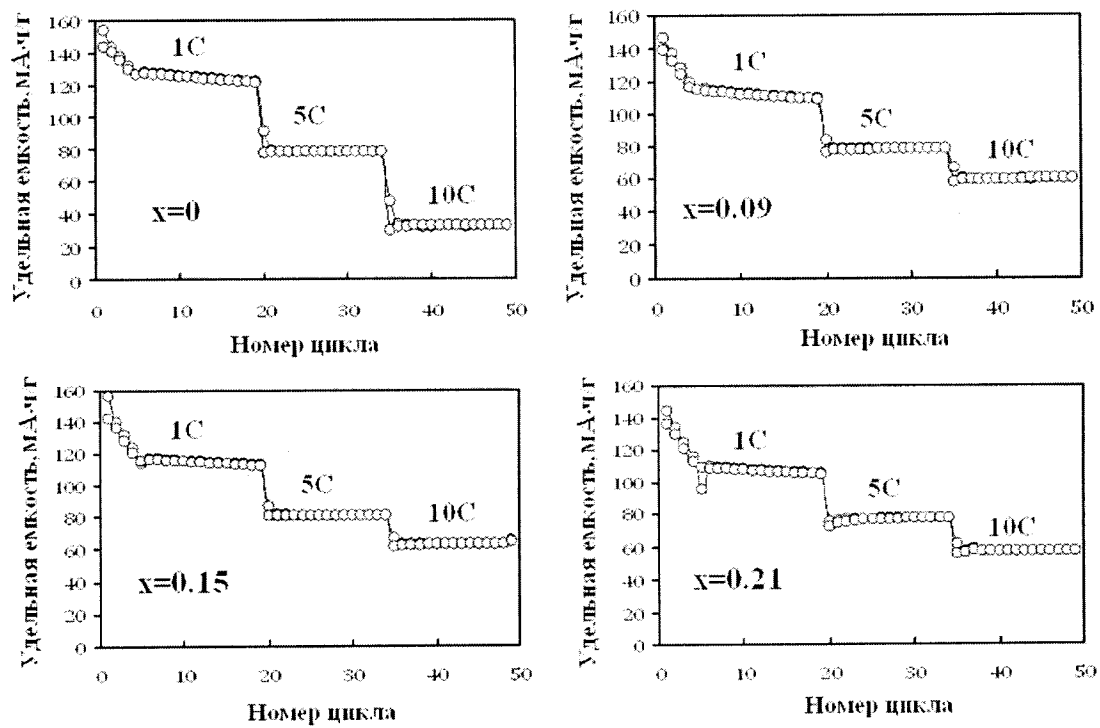
1. Литий-ионный аккумулятор, отличающийся тем, что в качестве активного материала отрицательного электрода используется литированный оксид титана $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$, а в роли активного материала положительного электрода выступает фосфат лития-ванадия $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$.
2. Литий-ионный аккумулятор по п. 1, отличающийся тем, что активный материал отрицательного электрода допирован хромом по позициям титана и представляет собой соединение состава $\text{Li}_4\text{Ti}_{5-x}\text{Cr}_x\text{O}_{12}$, где $0 < x \leq 0,2$.
3. Литий-ионный аккумулятор по п. 1, отличающийся тем, что активный материал положительного электрода допирован натрием по позициям лития, одним или несколькими металлами из группы, содержащей магний, алюминий, иттрий и лантан по позициям ванадия, фтором или хлором по позициям фосфата, и представляет собой соединение состава $\text{Li}_{3-x}\text{Na}_x\text{V}_{2-y}\text{M}_y(\text{PO}_4)_{3-z}\text{Hal}_z/\text{C}$, где М – один или несколько металлов из группы, содержащей Mg, Al, Y, La; Hal = F, Cl; $0 < x \leq 0,1$; $0 < y \leq 0,2$; $0 < z \leq 0,16$.
4. Литий-ионный аккумулятор по п.п. 1 – 3, отличающийся тем, что кристаллы активных материалов отрицательного и положительного электродов покрыты поверхностным слоем углерода.
5. Литий-ионный аккумулятор по п. 4, отличающийся тем, что поверхностный слой углерода на кристаллах активных материалов получают за счет введения в смесь исходных реагентов углеродсодержащего прекурсора – крахмала.



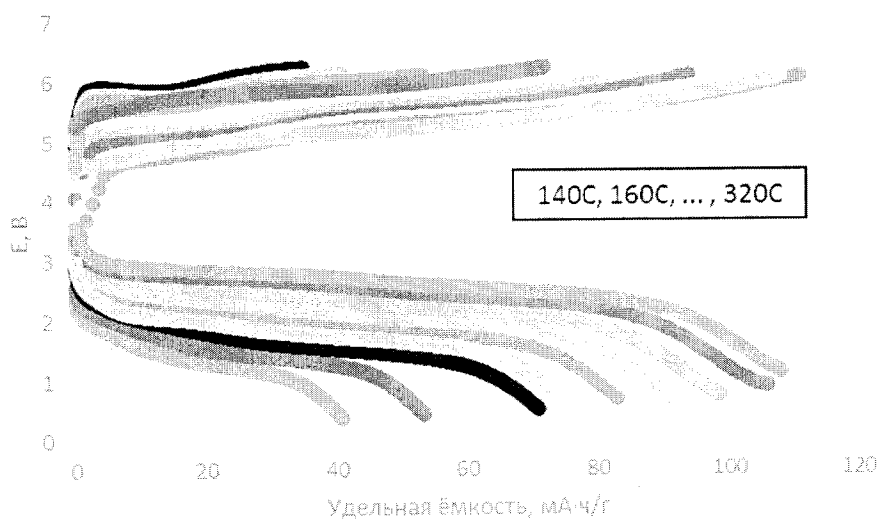
Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2015/000346

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 10/052 (2010.01); H01M 10/0525 (2010.01); H01M 4/485 (2010.01); H01M 4/58 (2010.01)

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 10/52, 10/0525, 4/485, 4/58

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)

PatSearch (RUPTO internal), Espacenet, PAJ, USPTO, Information Retrieval System of FIPS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	CN 102468515 A (OCEANS KING LIGHTING SCIENCE et al.) 23.05.2012, the abstract, para. [0007]-[0009], [0022]-[0029], [0044]-[0046], fig. 1-2	1, 4-5 2-3
Y	CN 103456932 A (HUNAN PROVINCE ZHENGYUAN ENERGY STORAGE MATERIALS AND DEVICE INSTITUTE) 18.12.2013, the abstract, para. [0007]-[0009], [0022]-[0029], [0044]-[0046], fig. 1-2	1, 4-5
Y	JP 2006221847 A (SII MICRO PARTS LTD) 24.08.2006, the abstract	5
A	US 2009/017364 A1 (ALTAIRNANO INC) 15.01.2009, para. [0035], [0057], [0064], fig. 1-23	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search

28 December 2015 (28.12.2015)

Date of mailing of the international search report

11 February 2016 (11.02.2016)

Name and mailing address of the ISA/

RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2015/000346

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ <i>H01M 10/052 (2010.01)</i> <i>H01M 10/0525 (2010.01)</i> <i>H01M 4/485 (2010.01)</i> <i>H01M 4/58 (2010.01)</i> Согласно Международной патентной классификации МПК		
В. ОБЛАСТЬ ПОИСКА Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации) H01M 10/52, 10/0525, 4/485, 4/58 Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины) PatSearch (RUPTO internal), Espacenet, PAJ, USPTO, Information Retrieval System of FIPS		
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
Y A	CN 102468515 A (OCEANS KING LIGHTING SCIENCE et al.) 23.05.2012, реферат, параграфы [0007] - [0009], [0022] - [0029], [0044] - [0046], фиг. 1-2	1, 4-5 2-3
Y	CN 103456932 A (HUNAN PROVINCE ZHENGYUAN ENERGY STORAGE MATERIALS AND DEVICE INSTITUTE) 18.12.2013, реферат, параграфы [0007] - [0009], [0022] - [0029], [0044] - [0046], фиг. 1-2	1, 4-5
Y	JP 2006221847 A (SH MICRO PARTS LTD) 24.08.2006, реферат	5
A	US 2009/017364 A1 (ALTAIRNANO INC) 15.01.2009, параграфы [0035], [0057], [0064], фиг. 1-23	1-5
☐ последующие документы указаны в продолжении графы С. ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* “А” “Е” “L” “О” “Р”	Особые категории ссылочных документов: документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано) документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д. документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета	“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение “Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности “У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста “&” документ, являющийся патентом-аналогом
Дата действительного завершения международного поиска 28 декабря 2015 (28.12.2015)		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске 11 февраля 2016 (11.02.2016)
Наименование и адрес ISA/RU: Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., 30-1, Москва, Г-59, ГСП-3, Россия, 125993 Факс: (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37		Уполномоченное лицо: Н. Рыгалина Телефон № (495)531-64-81