

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201992289** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.02.28

(22) Дата подачи заявки
2018.03.28

(51) Int. Cl. *H01G 4/30* (2006.01)
C01B 31/08 (2006.01)
H01G 4/06 (2006.01)
H01G 11/36 (2013.01)

(54) СИСТЕМЫ И СПОСОБЫ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

(31) 62/478,553; 62/540,147

(32) 2017.03.29; 2017.08.02

(33) US

(86) PCT/US2018/024939

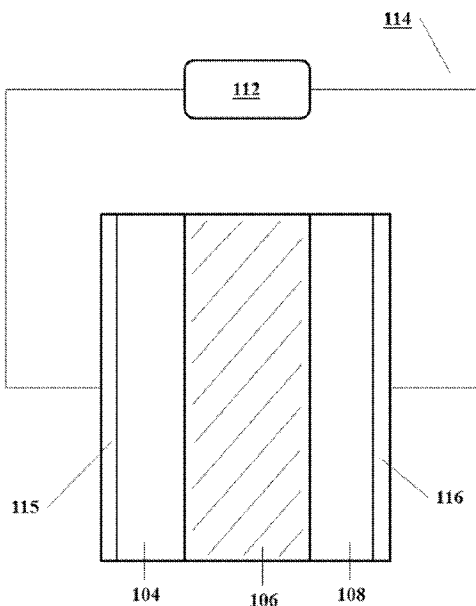
(87) WO 2018/183564 2018.10.04

(71) Заявитель:
ОХАЙ ЭНЕРДЖЕТИКС ПиБиСи (US)

(72) Изобретатель:
Клейдон Уильям (US)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Согласно настоящему раскрытию предложены конденсаторы для сохранения электрической энергии. Конденсаторы могут содержать, по меньшей мере частично, лубяное волокно, лубяной порошок, очесочное волокно, очесочный порошок или их производное. В некоторых случаях диэлектрик конденсатора может быть образован из лубяного волокна, лубяного порошка, очесочного волокна, очесочного порошка или их производного. В других случаях один или оба электрода конденсатора могут быть образованы из лубяного волокна, лубяного порошка, очесочного волокна, очесочного порошка или их производного. Получающиеся в результате конденсаторы могут быть выполнены имеющими различные плотности мощности и различные плотности энергии в течение различных минимальных количеств циклов заряда/разряда в определенном заданном диапазоне рабочих температур.



201992289 A1

201992289

A1

СИСТЕМЫ И СПОСОБЫ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Описание

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА

[01] По этой заявке испрашивается преимущество приоритета предварительной заявки № 62/478,553 на патент США, поданной 29 марта 2017 года, и предварительной заявки № 62/540,147 на патент США, поданной 2 августа 2017 года, каждая из которых полностью включена в эту заявку путем ссылки.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[02] Конденсаторы представляют собой сохраняющие энергию системы, которые могут иметь более высокие плотности мощности и поэтому способны выдавать энергию за более короткое время, чем некоторые альтернативные системы хранения энергии (например, аккумуляторные батареи). Суперконденсаторы могут быть выполнены с возможностью сохранения величины заряда (и тем самым электрической энергии), который на несколько порядков больше, чем сохраняемый обычными конденсаторами, имеющими более высокие плотности мощности. В некоторых случаях свойства материалов конденсаторов и суперконденсаторов, таких как материалы для электродов и диэлектрика конденсаторов и суперконденсаторов, могут влиять на характеристики конденсаторов. Например, в некоторых случаях можно делать электроды с большей площадью поверхности, а не электроды с меньшей площадью поверхности. Согласно другому примеру в некоторых случаях можно изготавливать диэлектрики с более высокой относительной диэлектрической проницаемостью, а не диэлектрики с более низкой диэлектрической проницаемостью.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[03] Предложены конденсаторы для сохранения электрической энергии, при этом конденсаторы содержат, по меньшей мере частично, луб и/или очес или их производное. Например, конденсаторы могут содержать лубяное волокно, лубяной порошок, очесочное волокно, очесочный порошок или их производное. В некоторых вариантах осуществления диэлектрик конденсатора может быть образован из лубяного волокна, лубяного порошка, очесочного волокна, очесочного порошка и/или их производного. В некоторых вариантах осуществления один или оба электрода конденсатора могут быть образованы из лубяного волокна, лубяного порошка, очесочного волокна, очесочного порошка или их производного. Получающиеся в результате конденсаторы могут быть выполнены имеющими различные плотности мощности и различные плотности энергии и способными выдерживать различные минимальные количества циклов заряда/разряда при рабочих температурах в определенных заданных пределах.

[04] Согласно одному аспекту предложен конденсатор для сохранения электрической энергии, при этом диэлектрик конденсатора образован из лубяного или очесочного материала или его производного. Конденсатор может содержать первый

электрод, образованный из материала, способного проводить электроны к электрической нагрузке и от нее, диэлектрик, прилегающий к первому электроду, причем диэлектрик образован из лубяного волокна, лубяного порошка или их производного, и второй электрод, прилегающий к диэлектрику, причем второй электрод образован из материала, который способен проводить электроны к электрической нагрузке или от нее, и причем второй электрод электрически изолирован от первого электрода.

[05] Электрическую энергию можно сохранять в конденсаторе, содержащем диэлектрик, образованный из лубяного или очесочного материала или его производного, путем активации конденсатора, приведения конденсатора в электрическое соединение с электрической нагрузкой и заряда или разряда конденсатора с помощью электрической нагрузки.

[06] В некоторых вариантах осуществления при температуре от 60 °С до 100 °С конденсатор может иметь плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы, 75 кВт/кг активной массы или 100 кВт/кг активной массы в течение по меньшей мере 250 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки.

[07] В некоторых вариантах осуществления при температуре от 60 °С до 100 °С конденсатор может иметь плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы в течение по меньшей мере 250 циклов заряда/разряда, 500 циклов заряда/разряда, 1000 циклов заряда/разряда или 2000 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки.

[08] В некоторых вариантах осуществления при температуре от 60 °С до 100 °С конденсатор может иметь плотность энергии по меньшей мере около 40 Вт·ч/кг активной массы или 60 Вт·ч/кг активной массы в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки.

[09] В некоторых вариантах осуществления электрическая нагрузка, к которой или от которой электроды конденсатора проводят электроны, может быть электрической сетью. В качестве альтернативы электрическая нагрузка может содержать электрическую цепь транспортного средства, самолета, поезда или корабля.

[10] В некоторых вариантах осуществления диэлектрик конденсатора может быть образован из лубяного материала, такого как конопляный луб или кенафный луб. Лубяной материал может быть в виде лубяного волокна, лубяного порошка или их производного. В некоторых вариантах осуществления диэлектрик может содержать очесочный (или костровый) материал, такой как конопляный очес или кенафный очес. Очесочный материал может быть в виде очесочного волокна или очесочного порошка.

[11] В некоторых вариантах осуществления конденсатор может иметь массу самое большее около 2 кг или 5 кг.

[12] Согласно другому аспекту предложен конденсатор для сохранения электрической энергии, в котором первый электрод, второй электрод или как первый электрод, так и второй электрод конденсатора образованы из лубяного или очесочного материала или его производного. Конденсатор может содержать первый электрод,

образованный из материала, способного проводить электроны к электрической нагрузке и от нее, диэлектрик, прилегающий к первому электроду, причем диэлектрик образован из материала, который имеет более низкую электропроводность, чем материал первого электрода, и второй электрод, прилегающий к диэлектрику, причем второй электрод образован из материала, который способен проводить электроны к электрической нагрузке или от нее, и причем второй электрод электрически изолирован от первого электрода, и причем первый электрод, второй электрод или как первый электрод, так и второй электрод образованы из лубяного или очесочного материала или его производного.

[13] Электрическую энергию можно сохранять в конденсаторе, содержащем первый и/или второй электроды, образованные из лубяного или очесочного материала или его производного, путем активации конденсатора, приведения конденсатора в электрическое соединение с электрической нагрузкой и заряда или разряда конденсатора с помощью электрической нагрузки.

[14] В некоторых вариантах осуществления при температуре от 60 °C до 100 °C конденсатор может иметь плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы, 75 кВт/кг активной массы или 100 кВт/кг активной массы в течение по меньшей мере 250 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки.

[15] В некоторых вариантах осуществления при температуре от 60 °C до 100 °C конденсатор может иметь плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы в течение по меньшей мере 250 циклов заряда/разряда, 500 циклов заряда/разряда, 1000 циклов заряда/разряда или 2000 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки.

[16] В некоторых вариантах осуществления при температуре от 60 °C до 100 °C конденсатор может иметь плотность энергии по меньшей мере около 40 Вт·ч/кг активной массы или 60 Вт·ч/кг активной массы в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки.

[17] В некоторых вариантах осуществления электрическая нагрузка, к которой или от которой электроды конденсатора проводят электроны, может быть электрической сетью. В качестве альтернативы электрическая нагрузка может содержать электрическую цепь транспортного средства, самолета, поезда или корабля.

[18] В некоторых вариантах осуществления первый электрод и/или второй электрод конденсатора могут быть образованы из лубяного материала, такого как конопляный луб или кенафный луб. Лубяной материал может быть в виде лубяного волокна, лубяного порошка или их производного. В некоторых вариантах осуществления первый электрод и/или второй электрод могут содержать очесочный (или костровый) материал, такой как конопляный очес или кенафный очес. Очесочный материал может быть в виде очесочного волокна или очесочного порошка.

[19] В некоторых случаях конденсатор может иметь массу самое большее около 2 кг или 5 кг.

[20] Согласно еще одному аспекту предложен способ изготовления конденсатора,

содержащий (a) получение лубяного и/или очесочного материала, производного растения, (b) обработку лубяного и/или очесочного материала до обработанного материала, при этом обработанный материал имеет форму волокон или частиц; (c) использование обработанного материала для образования первого электрода, второго электрода и/или диэлектрика; и (d) сборку первого электрода, второго электрода и диэлектрика для получения конденсатора, содержащего (i) первый электрод, (ii) диэлектрик, прилегающий к первому электроду, и (iii) второй электрод, прилегающий к диэлектрику, при этом второй электрод электрически изолируют от первого электрода, и причем конденсатор имеет плотность энергии по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при температуре от 60 °C до 100 °C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки.

[21] В некоторых вариантах осуществления растение представляет собой коноплю.

[22] В некоторых вариантах осуществления обработка содержит распыление лубяного и/или очесочного материала для образования частиц, содержащих лубяной и/или очесочный материал.

[23] В некоторых вариантах осуществления лубяной и/или очесочный материал содержит лубяное и/или очесочное волокно. В некоторых вариантах осуществления лубяной и/или очесочный материал представляет собой лубяной материал. В некоторых вариантах осуществления лубяной и/или очесочный материал представляет собой очесочный материал.

[24] В некоторых вариантах осуществления способ также содержит плетение конденсатора в ткань.

[25] В некоторых вариантах осуществления конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 75 кВт/кг активной массы при температуре от 60 °C до 100 °C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки. В некоторых вариантах осуществления конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 100 кВт/кг активной массы при температуре от 60 °C до 100 °C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки. В некоторых вариантах осуществления конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при температуре от 60 °C до 100 °C в течение по меньшей мере около 500 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки. В некоторых вариантах осуществления конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при температуре от 60 °C до 100 °C в течение по меньшей мере 1000 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки. В некоторых вариантах осуществления конденсатор может иметь плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при температуре от 60 °C до 100 °C в течение по меньшей мере около 2000 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки.

[26] В некоторых вариантах осуществления электрическая нагрузка представляет собой электрическую сеть. В некоторых вариантах осуществления электрическая нагрузка

содержит электрическую цепь транспортного средства.

[27] В некоторых вариантах осуществления конденсатор имеет массу самое большее около 5 кг. В некоторых вариантах осуществления конденсатор имеет массу самое большее около 2 кг.

[28] В некоторых вариантах осуществления конденсатор может иметь плотность энергии по меньшей мере около 40 Вт·ч/кг активной массы при температуре от 60 °С до 100 °С в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки. В некоторых вариантах осуществления конденсатор имеет плотность энергии по меньшей мере около 60 Вт·ч/кг активной массы при температуре от 60 °С до 100 °С в течение по меньшей мере 250 циклов заряда/разряда с помощью электрической нагрузки.

[29] Дополнительные аспекты и преимущества настоящего раскрытия станут без труда очевидными для специалистов в данной области техники из нижеследующего подробного описания, в котором показываются и рассматриваются только иллюстративные варианты осуществления настоящего раскрытия. При реализации настоящего раскрытия допускаются другие и различные варианты осуществления, а некоторые подробности могут быть модифицированы в различных очевидных отношениях без отступления от раскрытия. В соответствии с этим чертежи и описание должны рассматриваться как иллюстративные по характеру, а не как ограничивающие.

ВКЛЮЧЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПУТЕМ ССЫЛКИ

[30] Все публикации, патенты и заявки на патенты, упоминаемые в этом описании, включаются в эту заявку путем ссылки в том же объеме, как если бы в отношении каждой отдельной публикации, патента или заявки на патент конкретно и индивидуально указывалось на включение путем ссылки. В тех случаях, когда публикации и патенты или заявки на патенты, включенные в эту заявку путем ссылки, противоречат раскрытию, содержащемуся в описании, описание предполагается превалирующим и/или имеет преимущественную силу перед любым таким противоречащим материалом.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[31] Новые признаки изобретения подробно изложены в прилагаемой формуле изобретения. Лучшего понимания признаков и преимуществ настоящего изобретения можно достигнуть при обращении к нижеследующему подробному описанию с изложением иллюстративных вариантов осуществления, в которых использованы принципы изобретения, и сопровождающим чертежам, на которых:

[32] фиг. 1 – схематичное изображение конденсатора или суперконденсатора;

[33] фиг. 2 – иллюстрация способов использования конденсаторов на основе лубяного волокна или лубяного порошка; и

[34] фиг. 3 – схематичное изображение конденсатора в электрическом соединении с электрической нагрузкой.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[35] Хотя в этой заявке показаны и описаны различные варианты осуществления,

для специалистов в данной области техники должно быть очевидно, что такие варианты осуществления представлены только для примера. Многочисленные варианты, изменения и замены без отступления от изобретения могут придти на ум специалистам в данной области техники. Следует понимать, что в дополнение к вариантам осуществления изобретения, описанным в этой заявке, могут использоваться различные альтернативные решения.

[36] Термин «лубяное волокно», используемый в этой заявке, в общем случае относится к природному (например, растительному) волокну и/или другому материалу, собираемому с флоэмы (внутренней коры), иногда называемой «оболочкой») или луба, окружающего стебель некоторых двудольных растений. Такие растения могут включать в себя, например, конопляные растения. Лубяное волокно можно получать из травянистых растений, культивируемых в сельском хозяйстве, таких как, например, лен, конопля, джут, сизаль, кенаф или рами. Лубяное волокно может быть получено из дикорастущих растений, таких как жгучая крапива и деревьев, таких как лайм, липа, глициния или шелковица. Лубяное волокно может быть получено из таких природных материалов путем, например, мочки или другого способа извлечения из внутренней ксилемы или эпидермиса (например, поверхности коры) растения. Например, выполнением процесса мочки (например, водной мочки, росяной мочки, химической мочки и т.д.) можно удалять клеящие (пектиновые) вещества из лубяных волокон для обеспечения отделения их. В некоторых случаях лубяное волокно может быть получено путем декорткации или отслаивания от растения вручную или механически. В некоторых случаях после извлечения лубяного волокна (например, путем отслаивания) могут быть получены ствол, стебель или сердцевина растения, такая как очес или костра.

[37] Термин «лубяной порошок», используемый в этой заявке, обычно относится к превращенному в порошок лубяному волокну и/или порошку из флоэмы или луба, окружающего стебель некоторых двудольных растений. В некоторых случаях лубяной порошок может содержать частицы нанометрового или микрометрового размера. Частицы могут быть частицами целлюлозы, такой как микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) и нанокристаллическая целлюлоза (НКЦ), полученной из луба или лубяного волокна. В некоторых случаях микрокристаллическая целлюлоза и нанокристаллическая целлюлоза могут быть выделенными и/или полученными из луба или лубяного волокна путем кислотного гидролиза (например, гидролиза хлористоводородной кислотой). Лубяной порошок может содержать наночастицы и/или микрочастицы. Лубяной порошок может быть конопляным лубяным порошком, кенафным лубяным порошком, сизальным лубяным порошком и/или джутовым лубяным порошком.

[38] Термин «очесочное волокно» или «костровое волокно», используемый в этой заявке обычно относится к натуральному (например, растительному) волокну и/или другому материалу, собираемому со стержня, стебля или сердцевины некоторых двудольных растений. Такие растения могут включать в себя, например, конопляные растения. Очесочное волокно может быть получено из травянистых растений,

культивируемых в сельском хозяйстве, таких как, например, лен, конопля, джут, сизаль, кенаф или рами. Очесочное волокно может быть получено из дикорастущих растений, таких как жгучая крапива и деревьев, таких как лайм, липа, глициния или шелковица. Очесочное волокно может быть получено из таких натуральных материалов путем, например, мочки или другого способа извлечения луба из внутренней ксилемы или эпидермиса (например, поверхности коры) растения и сбора с внутреннего стержня, стебля или сердцевины растения. В некоторых случаях очесочное волокно может быть получено путем декорткации или отслаивания от растения вручную или механически. В некоторых случаях после извлечения лубяного волокна (например, путем отслаивания) могут быть получены ствол, стебель или сердцевина растения, такая как очес или костра.

[39] Термин «очесочный порошок», используемый в этой заявке, обычно относится к превращенному в порошок очесочному волокну и/или порошку из стебля, стержня или сердцевины некоторых двудольных растений. В некоторых случаях очесочный порошок может содержать частицы нанометрового или микрометрового размера. Частицы могут быть целлюлозными частицами, полученными из очеса или очесочного волокна. Очесочный порошок может содержать наночастицы и/или микрочастицы.

[40] Конденсаторы представляют собой систему сохранения энергии, которая может иметь более высокие плотности мощности и поэтому способна выделять энергию в течение более коротких периодов времени, чем некоторые альтернативные системы сохранения энергии (например, аккумуляторные батареи). Суперконденсаторы, также известные как электрические двухслойные конденсаторы, электрохимические конденсаторы, или ультраконденсаторы, могут быть выполнены с возможностью накопления заряда (и тем самым сохранения электрической энергии), который по величине на несколько порядков больше, чем заряд, накапливаемый обычными конденсаторами, имеющими высокие плотности мощности. Конденсаторы широко используются и могут быть выполнены с возможностью применения для снабжения электроэнергией, когда требуются короткие, но мощные импульсы энергии (например, при запуске двигателя, для быстрого ускорения, стабилизации сигналов и т.д.).

[41] Конденсатор может содержать два электрода, изолированных друг от друга разделительным материалом. Разделительный материал может быть диэлектриком или в случае суперконденсатора разделителем, смоченным электролитом. Характеристики конденсаторов и/или суперконденсаторов могут значительно улучшаться или ухудшаться в зависимости от соответствующих материалов, выбираемых для отдельных компонентов конденсатора, таких как материал электродов и материал диэлектрика.

[42] Предложены конденсаторы, которые содержат, по меньшей мере частично, натуральное производное. В некоторых случаях натуральным производным может быть лубяное волокно, лубяной порошок или их производное. В некоторых случаях натуральное производное может содержать производное стержня, стебля и/или сердцевины трав или растений (например, льна, конопли, джута, сизаля, кенафа или рами) или растения. Например, производные могут включать в себя очес, очесочное волокно,

очесочный порошок, костру, костровое волокно или костровый порошок из конопли или льна. Например, диэлектрик конденсатора может быть образован из лубяного волокна, лубяного порошка, конопляного очеса или их производного. Согласно другому примеру один или оба электрода конденсатора могут быть образованы из лубяного волокна, лубяного порошка, конопляного очеса или их производного. Такие конденсаторы могут быть выполнены имеющими различные плотности мощности и различные плотности энергии в заданном диапазоне рабочих температур. Конденсаторы могут обладать способностью выдерживать многократные циклы заряда/разряда в заданном диапазоне рабочих температур. Конденсаторы согласно настоящему раскрытию могут быть суперконденсаторами.

[43] Конденсаторы согласно настоящему раскрытию могут иметь очень высокие плотности энергии (например, по меньшей мере около 40, 50 или 60 Вт·ч/кг) и очень высокие плотности мощности (например, по меньшей мере около 20, 40 или 60 кВт/кг). Эти конденсаторы могут найти широкое применение, такое как непрерывная или периодическая подача энергии в здания, транспортные средства (например, автомобили, грузовые вагоны, поезда, реактивные двигатели) или к электронным средствам. Конденсаторы могут быть переносными.

[44] Теперь будет сделано обращение к чертежам. Следует понимать, что чертежи и элементы на них необязательно выполнены в масштабе.

[45] На фиг. 1 показано схематичное изображение конденсатора. Такой конденсатор может быть суперконденсатором. Конденсатор может сохранять электрическую энергию путем аккумуляции электрического потенциала между двумя проводящими электродами и по меньшей мере одним непроводящим диэлектриком между ними. Показанный конденсатор включает в себя первый электрод 104, диэлектрик 106 и второй электрод 108. Диэлектрик 106 может содержать изоляционный материал. Диэлектрик 106 может содержать материал, который является менее проводящим, чем любой из двух электродов. Каждый из двух электродов 104, 108 может обладать способностью проводить электроны.

[46] Хотя показан один диэлектрик 106, конденсатор может включать в себя множество диэлектриков, например, по меньшей мере 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50 или больше диэлектриков. Диэлектрики могут быть расположены с прилеганием друг к другу в виде отдельных слоев. Диэлектрики могут иметь одинаковые профили или могут иметь неодинаковые профили. Например, диэлектрики могут иметь по существу плоские границы или криволинейные границы. Диэлектрики могут содержать один и тот же материал или разные материалы.

[47] Первый электрод 104 может содержать первый проводящий материал, который находится в электронной связи с цепью 114 через первый вывод 115. Первый вывод 115 может быть отдельным проводящим компонентом (например, металлической пластинкой) из первого проводящего материала 104 или может быть точкой соединения первого электрода 104 с цепью 114 и/или со стороны цепи 114. Второй электрод 108

может содержать второй проводящий материал, который находится в электронной связи с общей цепью 114 через второй вывод 116. Второй вывод 116 может быть отдельным проводящим компонентом из второго проводящего материала 108 или может быть точкой соединения второго проводящего материала 108 с цепью 114 и/или со стороны цепи 114.

[48] В некоторых случаях каждый электрод 104, 108 может содержать один или несколько прилегающих слоев проводящего материала. В некоторых случаях диэлектрик 106 может содержать один или несколько прилегающих слоев изоляционного материала (например, стекла, воздуха, керамики и т.д.). Первый электрод 104 и второй электрод 108 могут содержать один и тот же материал или разные материалы.

[49] Емкость конденсатора может зависеть от ряда факторов, таких как, наряду с другими факторами, расстояние между двумя электродами 104, 108, площадь поверхностей соответствующих проводящих электродов и диэлектрическая проницаемость диэлектрика. Например, емкость конденсатора может повышаться по мере уменьшения расстояния между двумя электродами и/или увеличения площади поверхностей соответствующих проводящих электродов.

[50] Конденсатор может заряжаться или разряжаться при приложении электрической нагрузки 112 к конденсатору. Например, конденсатор может заряжаться, когда на конденсатор подается напряжение с другой системы сохранения энергии или системы снабжения энергией (например, с терминала энергоснабжения, аккумуляторной батареи и т.д.). Протекание тока может прерываться непроводящим диэлектриком и в результате противоположные заряды могут накапливаться на двух электродах конденсатора. Электрический потенциал может создаваться и как следствие сохраняться на диэлектрике между двумя электродами. Согласно другому примеру конденсатор может быть разряжен привнесением электрической нагрузки 112, которая потребляет электрическую энергию при электрическом соединении с конденсатором. Электрический потенциал на электродах может быть снижен с помощью электрической нагрузки 112.

[51] Суперконденсаторы, также известные как электрические двухслойные конденсаторы, электрохимические конденсаторы или ультраконденсаторы, могут быть выполнены с возможностью накопления заряда (и тем самым сохранения электрической энергии), который по величине на несколько порядков больше, чем заряд, сохраняемый обычными конденсаторами. Конденсаторы согласно настоящему раскрытию могут сохранять заряд, величина которого по меньшей мере приблизительно в 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 200; 300; 400; 500; 1000 или 10000 раз больше, чем заряд, сохраняемый типичным конденсатором. Суперконденсатор может сохранять электрическую энергию путем обеспечения накопления электрического потенциала на диэлектрике 106 или эквиваленте диэлектрика между двумя проводящими электродами 104, 108, при этом каждый из двух проводящих электродов 104, 108 изолирован от другого диэлектриком 106, расположенным между ними.

[52] Диэлектрик 106 может содержать электролит и/или разделитель. Например, два электрода 104, 108 и разделитель могут быть смочены электролитом. Первый электрод

104 и второй электрод 108 могут находиться в ионной связи друг с другом, так что при заряде суперконденсатора противоположные заряды с помощью ионов, перемещающихся через электролит, могут образовываться на одной стороне разделителя диэлектрика между разделителем диэлектрика и каждым электродом. В отличие от аккумуляторных батарей электроды химически не реагируют с электролитом. В результате на двух парах слоев противоположных зарядов может сохраняться электрический потенциал.

[53] Каждый из двух электродов может обладать способностью проводить электроны. Первый электрод 104 суперконденсатора может содержать первый проводящий материал, который находится в электронной связи с цепью 114 через первый вывод 115. Первый вывод 115 может быть отдельным проводящим компонентом из первого проводящего материала или может быть точкой соединения первого электрода 104 с цепью 114 и/или со стороны цепи 114. Например, первый проводящий материал может быть образован из пористого проводящего материала (например, из активированного угля, графена, углеродных нанотрубок, углеродной сажи и т.д.), который находится в соединении с цепью 114 через первый вывод 115. Пористый проводящий материал может выгодно повышать реальную площадь поверхности электрода для накопления заряда (например, ионов) и тем самым увеличивать емкость конденсатора (например, суперконденсатора). Аналогично этому, второй электрод 108 суперконденсатора может содержать второй проводящий материал, который находится в электронной связи с общей цепью 114 через второй вывод 116. Второй вывод 116 может быть отдельным проводящим компонентом из второго проводящего материала или может быть точкой соединения второго электрода 108 с цепью 114 и/или со стороны цепи 114. Кроме того, например, второй проводящий материал может быть образован из пористого проводящего материала, который находится в соединении с цепью 114 через второй вывод 116.

[54] Различные материалы могут быть выбраны для образования электродов и/или диэлектрика конденсатора, чтобы изменять рабочие характеристики конденсатора, такие как плотность мощности и плотность энергии. В некоторых случаях заданные рабочие характеристики должны быть оценены в сопоставлении с другими факторами, такими как диапазон рабочих температур, термическая стабильность (например, огнестойкость), структурная стабильность, долговечность, токсичность, воздействие на окружающую среду, допуски на размеры (например, на размер, вес и т.д.), рентабельность изготовления и/или сочетание из них.

[55] В некоторых случаях использование пары материалов в конденсаторе, например, использование первого состава электролита (например, первой соли и первого растворителя и т.д.) в сочетании с электродами, выполненными из второго материала (например, из активированного углерода), может приводить к другим результатам. Например, при большей площади поверхности электрода обычно повышается емкость. Однако, когда электрод содержит пористую структуру, транспортабельность ионов (в электролите) через пористую структуру электрода и в пористой структуре электрода

может отрицательно сказываться на эффективности большей части имеющейся площади поверхности. Например, ион в конкретном составе электролита может быть слишком малым или слишком большим для эффективного сопряжения с поверхностью пористой структуры.

[56] Материалы, содержащие относительно оптимальную структуру, используемые в качестве электродов конденсатора, такие как графен (например, активированный графен, криволинейный графен, скрайбированный лазером графен, сверхтонкий планарный графен, губчатый графен и т.д.), или другие углеродные микро- или наноматериалы, содержащие большие и плоские адсорбирующие поверхности и имеющие высокую электропроводность в плоскости, могут требовать больших затрат на изготовление по сравнению с другими заменителями. Например, графеноподобные материалы могут быть синтезированы при использовании относительно затратных способов, таких как эксфолиация (например, модифицированный способ Хаммерса), химическое осаждение из паровой фазы или микроволновый синтез. В противоположность этому, углероды, получаемые из нефти или биологических отходов, могут быть синтезированы пиролизом или гидротермальными способами.

[57] В некоторых случаях биомасса, такая как лубяной волокнистый материал, лубяной порошок или конопляный очесочный материал (например, волокно или порошок), может быть использована в качестве предшественника для изготовления компонентов конденсаторов согласно настоящему раскрытию, такого как, например, графеноподобные углеродные нанолитовые структуры (например, углеродные листы, имеющие размеры от 1 нм до самое большее 1000 нм или 500 нм), при использовании обычных процессов, таких как гидротермальный синтез. Например, такие предшественники могут быть образованы в виде листов, трубок или рулонов. Лубяное волокно, лубяной порошок, конопляный очес или их производные могут быть активным материалом для одного или нескольких компонентов конденсаторов (например, электродов).

[058] Например, лубяное волокно и/или очесочное волокно можно сначала подвергать гидротермальной карбонизации для разделения исходной подобной пряже структуры на более мелкие части. Процесс гидротермального синтеза может приводить к высокому содержанию кислорода (например, в кислородсодержащих функциональных группах), что делает выход продукции восприимчивым к последующему процессу активации с использованием активирующих реагентов, таких как гидроксид калия (KOH). В таком случае после гидротермального процесса волокно может быть активировано, например, KOH, для пропитывания волокна и образования углеродных нанотрубок. Температура активации может быть по меньшей мере около 600 °C, 650 °C, 700 °C, 705 °C, 710 °C, 715 °C, 720 °C, 725 °C, 730 °C, 735 °C, 740 °C, 745 °C, 750 °C, 755 °C, 760 °C, 765 °C, 770 °C, 775 °C, 780 °C, 785 °C, 790 °C, 795 °C, 800 °C или выше. В качестве варианта температура активации может быть ниже или равна приблизительно 800 °C, 790 °C, 780 °C, 770 °C, 760 °C, 750 °C, 740 °C, 730 °C, 720 °C, 710 °C, 700 °C, 650 °C, 600 °C

или ниже. Лубяное волокно и/или очесочное волокно можно предварительно подогреть с тем, чтобы снижать размер волокнистой структуры или раскрывать ее, а можно не подогреть.

[59] В процессе гидротермальной карбонизации могут образовываться графитовые чешуйки. Графитовые чешуйки могут иметь диаметр по меньшей мере около 10 мкм, 50 мкм, 100 мкм, 200 мкм, 300 мкм, 400 мкм, 500 мкм или больше. В качестве варианта диаметр графитовых чешуек может быть меньше или равен приблизительно 500 мкм, 400 мкм, 300 мкм, 200 мкм, 100 мкм, 50 мкм, 10 мкм или меньше. Графитовые чешуйки могут иметь толщину около 0,1 мкм, 1 мкм, 10 мкм, 20 мкм, 40 мкм, 80 мкм, 100 мкм, 120 мкм, 150 мкм или больше. В качестве варианта толщина графитовых чешуек может быть меньше или равна приблизительно 150 мкм, 120 мкм, 100 мкм, 80 мкм, 40 мкм, 20 мкм, 10 мкм, 1 мкм, 0,1 мкм или меньше. В ином случае или дополнительно в процессе гидротермальной карбонизации лубяного волокна, лубяного порошка, очесочного волокна или очесочного порошкового материала можно образовать по меньшей мере один пакет углеродных наноллистов.

[60] Графитовые чешуйки или по меньшей мере один пакет углеродных наноллистов, полученных в результате выполнения процесса гидротермальной карбонизации, можно обработать одним или несколькими способами эксфолиации, чтобы образовать по меньшей мере один углеродный наноллист, имеющий толщину одного атома углерода. Способы эксфолиации могут иметь высокие значения масштабируемости, воспроизводимости, технологичности и/или низкие затраты на производство. В одном или нескольких способах эксфолиации можно использовать устройства жидкофазной эксфолиации (ЖФЭ), основанные на динамике жидкости. Подходящими растворителями для устройств жидкофазной эксфолиации могут быть органические растворители (например, N, N-диметилформамид), растворы типа поверхностно-активное вещество/вода, ароматические растворители или ионные жидкости. В устройствах жидкофазной эксфолиации динамика жидкости может использоваться для диспергирования графитовых чешуек или по меньшей мере одного пакета углеродных наноллистов в одном подходящем растворителе или в смеси растворителей под воздействием интенсивных срезающих сил. Интенсивных срезающих сил может быть достаточно для эксфолиации или отделения по меньшей мере одного углеродного наноллиста от по меньшей мере одного пакета углеродных наноллистов. Устройство жидкофазной эксфолиации, в котором используется динамика жидкости, может быть вихревым струйным устройством, гидродинамическим устройством, работающим при перепаде давления, или вращательным гидродинамическим устройством, работающим от смесителя. Рабочая скорость вращения вихревого струйного устройства может быть по меньшей мере около 10 об/мин, 100 об/мин, 1000 об/мин или 10000 об/мин или выше. В ином случае рабочая скорость вращения может быть ниже или равна приблизительно 10000 об/мин, 1000 об/мин, 100 об/мин, 10 об/мин или ниже. Давление в гидродинамическом устройстве, работающем при перепаде давления, может быть по

меньшей мере около 1 МПа, 5 МПа, 10 МПа, 20 МПа, 30 МПа, 40 МПа, 50 МПа, 100 МПа или выше. В ином случае давление может быть ниже или равно приблизительно 100 МПа, 50 МПа, 40 МПа, 30 МПа, 20 МПа, 10 МПа, 5 МПа или ниже. Скорость вращения ротора вращательного гидродинамического устройства, работающего от смесителя, может быть по меньшей мере около 10 об/мин, 100 об/мин, 1000 об/мин или 10000 об/мин или выше. В ином случае скорость вращения ротора может быть ниже или равна приблизительно 10000 об/мин, 1000 об/мин, 100 об/мин, 10 об/мин или ниже.

[61] Согласно другому примеру лубяной или очесочный порошок может содержать частицы целлюлозы микронного размера или наноразмера, такой как микрокристаллическая целлюлоза (МСС), нанокристаллическая целлюлоза (NCC) или нанокристалл целлюлозы (CNC), полученный из луба или очеса. Порошок может содержать наночастицы и/или микрочастицы. В некоторых случаях микрокристаллическая целлюлоза, нанокристаллическая целлюлоза и нанокристалл целлюлозы могут быть выделенными и/или полученными из луба или очеса с помощью кислотного гидролиза (например, гидролиза в хлористоводородной кислоте). Например, лубяное или очесочное волокно после сбора можно высушить до влагосодержания меньше чем 10% (например, в промышленной печи) и измельчить (например, с помощью режущей мельницы для тонкого измельчения), чтобы получить лубяной или очесочный порошок (например, конопляный лубяной порошок, кенафный лубяной порошок, конопляный очесочный порошок и т.д.). Порошок можно подвергнуть щелочной обработке и промывке. В некоторых случаях щелочная обработка и промывка могут содержать обработку 4%-ным по весу раствором гидроксида натрия (NaOH) при 80 °C в течение 2 ч, промывку дистиллированной водой и очистку. Щелочную обработку и промывку можно повторять (например, выполнять 2 цикла, 3 цикла, 4 цикла и т.д.). Вслед за щелочной обработкой и промывкой можно выполнять отбеливающую обработку. В некоторых случаях отбеливающая обработки может содержать вымачивание в растворе, содержащем равные части ацетатного буфера, 1,7%-ного по весу водного хлорида, и дистиллированной воды, промывку дистиллированной водой и очистку. Отбеливающую обработку можно повторять (например, выполнять 2 цикла, 3 цикла, 4 цикла и т.д.). Луб и очес затем можно подвергнуть кислотному гидролизу (например, гидролизу в хлористоводородной кислоте, гидролизу в серной кислоте и т.д.). В некоторых случаях кислотный гидролиз может содержать подвергание 4–6%-ных по весу отбеленных волокон воздействию предварительно нагретой 65%-ной серной кислоты при 50 °C в течение 60 мин, перемешивание суспензии (например, посредством магнитного перемешивающего устройства) и разделение посредством центрифуги при поддержании скорости вращения 4000 об/мин в течение 30 мин и проведении диализа с использованием дистиллированной воды. Суспензия нитевидных кристаллов может быть гомогенизирована для получения наноцеллюлозных нитевидных кристаллов, производных луба или очеса. Согласно другому примеру нанокристаллическая целлюлоза или нанокристаллы целлюлозы (например, наночастицы) могут быть получены при

использовании целлюлозы, отделенной от луба или очеса, например, кислотным гидролизом (например, гидролизом в хлористоводородной кислоте, гидролизом в серной кислоте). Микро– или нанопорошок, производный луба или очеса, может проявлять такие свойства, как высокое отношение размеров, большие площади поверхностей и высокий модуль упругости. В некоторых случаях лубяной порошок может содержать нанометровые или микрометровые частицы. Например, частица порошка луба или очеса может иметь диаметр по меньшей мере около 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 нм или больше. В ином случае частица лубяного или очесочного порошка может иметь диаметр самое большее около 500, 450, 350, 300, 250, 150, 100, 90, 80, 70, 60, 50 нм или меньше. В ином случае частица лубяного или очесочного порошка может иметь диаметр по меньшей мере около 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 мкм или больше. В ином случае частица лубяного или очесочного порошка может иметь диаметр самое большее около 500, 450, 400, 350, 300, 250, 200, 150, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10 мкм или меньше.

[52] В свете приведенного выше рассмотрения конденсатор может содержать, по меньшей мере частично, лубяное волокно, лубяной порошок, конопляный очес (например, волокно, порошок и т.д.) или их производное. Например, один из двух электродов или оба электрода могут содержать лубяное волокно, лубяной порошок, конопляный очес или их производное. В некоторых случаях электроды на основе лубяного волокна, на основе лубяного порошка или на основе конопляного очеса могут содержать углеродные нанолиты или углеродные нанотрубки, которые имеют высокие уровни мезопористости, которые проявляют хорошие электрохимические свойства в обычном ионном жидком электролите. В качестве варианта или дополнительно диэлектрик или по меньшей мере часть диэлектрика может содержать лубяное волокно, лубяной порошок, конопляный очес или их производное. Например, двухслойную нанопибриллированную целлюлозу и нанокристалл целлюлозы можно использовать в качестве диэлектрика в суперконденсаторе. В некоторых случаях диэлектрик на основе нанокристалла целлюлозы или нанопибриллированной целлюлозы можно осаждать на каждый электрод путем нанесения распылением тонкой пленки раствора нанокристалла целлюлозы (например, 0,8 вес.% в воде), высушивания пленки нанокристалла целлюлозы (например, при 60 °C), капельного литья геля нанопибриллированной целлюлозы (например, 0,8 вес.% в воде) и передачи геля на осушение (например, при комнатной температуре) для дегидратации. Во время осаждения можно использовать механическую маску (например, маску из полидиметилсилоксана (PDMS)).

[63] В некоторых случаях конденсатор может содержать, по меньшей мере частично, конопляное (например, *Cannabis sativa* L.) лубяное волокно, конопляный лубяной порошок, конопляный очес (волокно или порошок) или их производное. Конопляное волокно (например, лубяное волокно, очесочное волокно и т.д.) может содержать один или несколько слоев целлюлозы, полуцеллюлозы и лигнина. В частности, конопляное волокно может содержать слоистые микрофибриллы, состоящие из

кристаллических целлюлозных фибрилл. В течение гидротермального процесса (например, проводимого при приблизительно 170–200 °С) обработки конопляного волокна наряду с другими реакциями (например, гидролизом лигнина, дегидратацией, разложением, конденсацией и т.д.) кристаллическая целлюлоза может быть частично карбонизирована. При гидротермальном процессе могут отслаиваться взаимосвязанные слои целлюлозных микрофибрилл и в то же время большая часть полуцеллюлозы и часть лигнина преобразуются в растворимые органические соединения. Полуцеллюлоза и лигнин можно растворять для обособления отделившихся целлюлозных микрофибрилл.

[64] В течение последующего процесса активации (например, проводимого при приблизительно 700–800 °С) активирующие реагенты, такие как, например, КОН, могут проникать в отделившиеся слои микрофибрилл и поэтому отделяют слои в виде листов. Кроме того, КОН может карбонизировать и активировать отдельные слои для снижения соответствующей толщины их и порождать микропористость и мезопористость структуры углеродных листов. В частности, содержание кристаллической целлюлозы в предшественнике конопли позволяет образовывать производные в результате процесса активации КОН для получения степени ориентации (например, графитовой упорядоченности) структурных свойств. В ином случае процесс пиролиза может быть использован для синтеза производных лубяного или очесочного волокна.

[65] Получающееся в результате производное конопляного волокна может содержать углеродные нанолиты с показателями микропористости, мезопористости и графитовой ориентацией, подходящими для использования в системах конденсаторов. В некоторых случаях такое волокно (например, чистое конопляное) или его производные (например, графеноподобные углеродные нанолиты) можно использовать в качестве первого проводящего материала (например, материала первого электрода 104 на фиг. 1) для первого электрода, второго проводящего материала (например, материала второго электрода 108 на фиг. 1) для второго электрода или в качестве проводящего материала как для первого, так и второго электродов. Диэлектрик, электролит и/или разделитель может быть помещен между первым и вторым электродами для завершения изготовления конденсатора. В ином случае лубяное, очесочное или костровое волокно может быть получено из льна, рами, джута, кенафа, лайма, липы и/или других растений.

[66] В других случаях лубяное волокно, лубяной порошок, очес или их производные можно использовать в качестве материала диэлектрика (например, диэлектрика 106 на фиг. 1). Например, целлюлозные волокна или порошки из луба или очеса (например, волокно или порошок) могут иметь относительно высокую диэлектрическую проницаемость, которая может быть желательной для характеристик конденсатора. В некоторых случаях натуральные волокна или порошки (например, лубяное волокно, лубяной порошок, очесочное волокно, очесочный порошок и т.д.) могут быть смешаны с синтетическими волокнами или порошками в различных пропорциях для изменения электрического сопротивления и/или диэлектрической проницаемости. В некоторых случаях содержание влаги (например, влажность) можно изменять для

изменения электрического сопротивления и/или диэлектрической проницаемости лубяного или очесочного материала. Например, лубяной или очесочный материал может иметь содержание влаги по меньшей мере около 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95% или больше. В качестве варианта лубяной или очесочный материал может иметь содержание влаги меньше чем или равное приблизительно 95%, 90%, 85%, 80%, 75%, 70%, 65%, 60%, 55%, 45%, 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5% или меньше.

[67] В некоторых случаях рабочую температуру можно изменять для изменения электрического сопротивления и/или диэлектрической проницаемости. Например, рабочая температура может быть самое большее около -50°C , -40°C , -30°C , -20°C , -10°C , 0°C , 10°C , 20°C , 6830°C , 40°C , 50°C , 60°C , 70°C , 80°C , 90°C , 100°C , 110°C , 120°C , 130°C , 140°C , 150°C или выше. В качестве варианта рабочая температура может быть ниже чем или равна 150°C , 140°C , 130°C , 120°C , 110°C , 100°C , 90°C , 80°C , 70°C , 60°C , 50°C , 40°C , 30°C , 20°C , 10°C , 0°C , -10°C , -20°C , -30°C , -40°C , -50°C или ниже. В некоторых случаях лубяной материал может быть выполнен с изменяющимся электрическим сопротивлением и/или изменяющейся диэлектрической проницаемостью в пределах диапазона влажности и/или диапазона рабочих температур. В некоторых случаях толщину, поверхностную массу, плотность (например, число нитей на единицу длины) и/или другую конфигурацию (например, основу и уток) структуры плетения целлюлозных волокон из лубяного или очесочного волокна можно изменять, чтобы изменять электрическое сопротивление и/или диэлектрическую проницаемость.

[68] В некоторых случаях такой лубяной или очесочный материал (например, чистый конопляный) или его производные (например, графеноподобные углеродные наноллисты, усиленные лубяным волокном полимерные соединения, нанокристалл целлюлозы, нанокристаллическая целлюлоза и т.д.) могут быть использованы в качестве материала диэлектрика (например, диэлектрика 106 на фиг. 1). Например, полимеры (например, чистый полипропилен, чистые ненасыщенные полиэфирные материалы и т.д.) могут быть усилены одним или несколькими лубяными или очесочными волокнами или порошками (например, конопляными, джутовыми и т.д.) для образования гибридного волокна или порошковых соединений, которые имеют более высокие диэлектрические постоянные (например, проницаемость). Каждый из первого электрода и второго электрода, имеющий более высокую электропроводность по сравнению с диэлектриком, может быть помещен с прилеганием к диэлектрику, при этом первый и второй электроды остаются электрически изолированными друг от друга.

[69] В некоторых случаях лубяной материал, очесочный материал или их производные можно подвергать воздействию процессов, таких как электроформование, отливка из раствора, формование из расплава и/или локальная полимеризация для образования полимерных соединений с заданными свойствами материалов, такими как большие отношения поверхности к объему. Например, при электроформовании можно регулировать осаждение и дисперсию очень привлекательных наноматериалов, таких как

графен, углеродные наноленты, углеродные нанотрубки, графеновые наноленты и другие углеродные нановолокнистые соединения. Путем электроформования могут быть образованы углеродные волокна с диаметрами меньше одного микрометра при относительно эффективном регулировании.

[70] Установка электроформования может содержать раствор полимера, источник питания высокого напряжения, инжектирующую иглу (например, фильеру, мундштук и т.д.) и электродный коллектор. Источник питания высокого напряжения может быть любым прикладным модулем, выполненным с возможностью генерации сильного электрического поля. Раствор полимера может выходить из контейнера через инжектирующую иглу. Электродный коллектор может быть расположен на некотором расстоянии от кончика инжектирующей иглы. Раствор полимера и электродный коллектор могут подвергаться воздействию сильного электрического поля, такого как поле, прилагаемое источником питания высокого напряжения. Капелька раствора полимера может выходить из инжектирующей иглы. Когда электрические силы в электрическом поле преодолевают поверхностное натяжение капли раствора полимера, капля может растянуться большей частью по плетевидной траектории с образованием струи раствора или сфокусированного потока жидкости. Под управлением сильного электрического поля струя раствора может изгибаться или провисать, растягиваясь до более тонкой. После этого выпариванием растворителя из струи можно получить сухие или полусухие волокна, который случайным образом осажжены на электродный коллектор и образуют нановолокнистую ткань. Диаметры полученных электроформованием волокон по порядку величины могут быть от около одного микрометра до около десяти нанометров. Небольшой диаметр волокон и большое отношение размеров получающихся в результате волокон может приводить к очень высоким отношениям поверхности к объему.

[71] В некоторых случаях в дополнение к сильному электрическому полю капельку можно подвергать воздействию высокоскоростного однородного по окружности потока воздуха, например, в системе газового электроформования (GAES). Система газового электроформования может обеспечивать наиболее высокую выработку волокон, более тонких волокон, и повышение растяжение струй жидкости, а также лучшее регулирование направления волокон к коллектору при меньшем электрическом взаимодействии, например, между соседними или прилегающими форсунками.

[72] Входной раствор полимера может содержать хорошо диспергированное волокно (например, лубяное, очесочное и т.д.) или его производные, такие как графен, углеродные наноленты, углеродные нанотрубки, графеновые наноленты и другие углеродные нановолокнистые композиты. В некоторых случаях этот раствор полимера/дисперсии можно получать путем приготовления раствора полимера отдельно от раствора дисперсии и смешивания их друг с другом. Раствор полимера/дисперсии может быть однородным раствором. В результате электроформования этого раствора полимера/дисперсии можно образовать нанокомпозитные волокна, которые имеют

хорошо диспергированные встроенные наноструктуры. Например, результатом подвергания композита типа углеродная нанотрубка (CNT)/полимер воздействию электроформования может быть лучшее выравнивание нанокомпозитных волокон при ориентации углеродных нанотрубок по существу параллельно оси нановолокон. В некоторых случаях стабильная дисперсия углеродных нанотрубок может быть получена путем использования поверхностно-активных веществ (например, додецилсульфата натрия), амфифильных полимеров (например, поливинилпирролидона) и/или натуральных макромолекул (например, полисахарида, гуммиарабика), которые можно адсорбировать на гидрофобные нанотрубки. В некоторых случаях дисперсию можно стимулировать путем воздействия ультразвуком.

[73] Выгодно, что полученные электроформованием композиты на основе лубяного волокна/полимера (например, композиции CNT/полимер) могут проявлять значительно улучшенные механические или электрические свойства, которые являются подходящими для конденсаторов и/или суперконденсаторов, описанных в этой заявке. Улучшенная дисперсия и ориентация нанотрубок в полимерном волокне и сильная межфазная адгезия, обусловленная модификацией поверхности нанотрубок, может значительно повысить прочность на растяжение и модуль Юнга полимеров. Кроме того, композит на основе волокна/полимера может иметь повышенную стойкость к механической деформации (например, деформации излома), например, вследствие наличия нанопор на поверхности волокна, предохраняющих от сдвига и напряжения, а также хорошо выровненные нанотрубки вдоль оси волокна, принимающего механическую нагрузку от полимерной матрицы. Кроме того, наличие проводящего натурального волокна (например, лубяного волокна, очесочного волокна и т.д.) или производных волокна в композитах на основе волокна/полимера может обеспечить получение полимеров с относительно меньшим снижением проводимости для повышения удельной проводимости при различных применениях.

[74] Нановолокнистые композиты на основе натуральных нановолокон/полимера можно использовать в качестве материала, например, для электродов и/или диэлектриков в конденсаторах или суперконденсаторах, описанных в этой заявке.

[75] В некоторых случаях электрод, диэлектрик и/или весь конденсатор можно изготовить и/или собрать с помощью трехмерной (3М) печати, при этом лубяной или очесочный материал (например, конопля, лен и т.д.), волокно или порошок, является исходным и/или исходящим материалом. Трехмерная печать может быть трехмерной нанопечатью. Например, отдельные компоненты конденсатора можно печатать послойно на заданное место (например, на панель, крыло, ткань и т.д.) при высокой модульности и гибкости.

[76] Конденсатор, содержащий, по меньшей мере частично, лубяное волокно, лубяной порошок, очесочное волокно, очесочный порошок или их производное, может иметь массу самое большее 10 г, 20 г, 30 г, 40 г, 50 г, 100 г, 200 г, 300 г, 400 г, 500 г, 600 г, 700 г, 800 г, 900 г, 1 кг, 1,1 кг, 1,2 кг, 1,3 кг, 1,4 кг, 1,5 кг, 2 кг, 3 кг, 4 кг, 5 кг, 6 кг, 7 кг, 8

кг, 9 кг, 10 кг, 15 кг, 20 кг, 30 кг или больше. В некоторых случаях массу конденсатора можно подгонять для удовлетворения потребности в мощности электрической нагрузки конкретного вида (электрической сети, интеллектуальной сети или электрической цепи транспортного средства, автомобиля с газовым двигателем, электроавтомобиля, самолета, реактивного двигателя, поезда, вагона, корабля, катера, электронного устройства, системы извлечения возобновляемой энергии и/или системы сбора и т.д.), электрически соединенной с конденсатором.

[77] На фиг. 2 показан способ использования конденсаторов на основе натурального волокна или порошка для сохранения электрической энергии. При выполнении первого действия 201 активируют конденсатор, содержащий лубяное волокно, лубяной порошок, очес или их производное. Конденсатор может содержать, по меньшей мере частично, лубяное волокно, лубяной порошок, очес или их производное. В некоторых случаях первый электрод, второй электрод или как первый, так и второй электроды конденсатора могут содержать лубяное волокно, лубяной порошок, очес или их производное. В других случаях диэлектрик конденсатора может содержать лубяное волокно, лубяной порошок, очес или их производное. В некоторых других случаях как диэлектрик, так и один или оба электрода конденсатора могут содержать лубяное волокно, лубяной порошок, очес или их производное. Например, конденсатор может содержать полностью лубяной материал (например, волокно, порошок), полученный из луба материал, очесочный материал (например, волокно, порошок) или полученные из очеса продукты. В некоторых случаях один или оба электрода могут содержать производные луба или очеса (например, графеноподобные производные конопляного луба или очесочного волокна) и диэлектрик может содержать чистый лубяной или очесочный материал (например, чистое конопляное волокно) или смесь лубяного или очесочного материала (например, с синтетическими волокнами или порошками и т.д. или без них).

[78] Первый и второй электроды могут быть электрически изолированы друг от друга, так что электроны не могут переноситься непосредственно между электродами. Диэлектрик может быть помещен с прилеганием к каждому из первого электрода и второго электрода и между двумя электродами. В некоторых случаях диэлектрик в суперконденсаторах может содержать электролит и/или разделитель, пропитанный электролитом. Каждый из первого и второго электродов может находиться в контакте с электролитом и выполнен так, что не может химически реагировать с электролитом. Например, множество ионов, присутствующих в электролите, могут собираться на поверхности раздела электрода и электролита.

[79] После активации конденсатора при выполнении следующего действия 202 конденсатор может быть приведен в состояние электрического соединения с электрической нагрузкой и/или источником питания. Например, вывод первого электрода, и вывод второго электрода, и электрическая нагрузка, и/или источник питания могут быть электрически соединены с одной и той же цепью (например, посредством проводов). При выполнении следующего действия 203 конденсатор можно заряжать или разряжать с

помощью электрической нагрузки и/или источника питания. В некоторых случаях конденсатор может быть электрически соединен с источником питания, который заряжает конденсатор. Например, источник питания может быть альтернативной системой сохранения энергии (например, аккумуляторной батареей) или электростанцией. В других случаях конденсатор может быть электрически соединен с электрической нагрузкой, которая потребляет электрическую энергию и разряжает конденсатор.

[80] На фиг. 3 показано схематичное изображение конденсатора 304, находящегося в электрическом соединении с электрической нагрузкой 302. В некоторых случаях первый электронный компонент (например, конденсатор, электрическая нагрузка и т.д.) может находиться в электрическом соединении с вторым электронным компонентом, когда первый и второй электронные компоненты являются компонентами одной и той же электрической цепи. Электрическая нагрузка 302 может быть электрической сетью или электрической цепью транспортного средства, самолета, реактивного двигателя, поезда, вагона, корабля, электронного устройства, электрической сети, интеллектуальной сети или другого устройства, которое способно потреблять или генерировать электрическую энергию. Примеры транспортных средств включают в себя автомобили с газовыми двигателями, электромобили, гибридные транспортные средства с газовыми/электрическими двигателями, катера или другие электрические или неэлектрические транспортные средства. Электронное устройство может быть персональным компьютером (например, портативным персональным компьютером, настольным персональным компьютером и т.д.), планшетом или планшетным персональным компьютером (например, Apple® iPad, Samsung® Galaxy Tab и т.д.), телефоном, смартфоном (например, Apple® iPhone, устройство с поддержкой Android, Blackberry® и т.д.) или персональным цифровым ассистентом. Например, конденсатор 304 можно использовать для снабжения электрической энергией нагрузок, для которых требуются короткие, но мощные импульсы энергии, например, для запуска двигателя, торможения и/или обеспечения ускорения механизма транспортного средства или другой транспортной единицы (например, самолета). Например, самолет, находящийся в электрическом соединении с конденсатором 304 может получать импульс энергии, достаточный для ускорения во время отрыва от земли и/или перед отрывом от земли, так что для взлета потребуется меньшая протяженность взлетно-посадочной полосы.

[81] Конденсатор 304 можно использовать для снабжения электрической энергией различных высокопроизводительных вычислительных систем. Например, вычислительные системы, применяемые при любой тяжелой технологической работе, например, блокчейн системы майнинга (например, для получения криптовалюты и т.д.), системы искусственного интеллекта, квантовые системы, системы машинного обучения, криптографические системы (включающие любой способ дешифрования), сетевые операционные системы, высококачественные графические системы или другие крупные системы могут снабжаться электрической энергией от конденсаторов согласно настоящему раскрытию. В качестве варианта или дополнительно конденсатор можно

использовать для значительного охлаждения и предотвращения перегрева упомянутых выше систем.

[82] Конденсатор 304 можно использовать для снабжения электрической энергией летательных аппаратов с горизонтальными взлетом и посадкой (HOTOL) или с вертикальными взлетом и посадкой (VTOL). Например, несущие винты, поворотные несущие винты и воздушные винты, которые используются при взлете, полете или посадке, могут снабжаться электрической энергией от конденсаторов согласно настоящему раскрытию. Несущие винты, поворотные несущие винты или воздушные винты могут быть электрическими или гибридными, газоэлектрическими. Летательный аппарат с горизонтальными взлетом и посадкой может иметь распределенную электрическую двигательную установку. Летательный аппарат с вертикальными взлетом и посадкой может быть беспилотным летательным аппаратом (БПЛА), таким как «дрон». Беспилотный летательный аппарат может управляться на расстоянии по радио пилотом, находящемся на удаленном месте, или он может летать автономно в соответствии с заранее запрограммированным полетом. Летательные аппараты, снабжаемые электрической энергией от конденсатора 304, можно использовать в качестве устройств транспортировки для перевозки по меньшей мере одного пассажира, груза или того и другого.

[83] Конденсатор 304 может быть заключен в носимые текстильные изделия в качестве носимого накопителя энергии. В некоторых случаях лубяной или очесочный материал или его производные (например, углеродные нанотрубки) могут быть образованы как часть диэлектрического материала в двумерном суперконденсаторе с высоким отношением размеров (например, в виде нитей, пряжи т.д.). Двумерный суперконденсатор может быть гибким. Двумерный суперконденсатор может быть помещен в носимые текстильные изделия в качестве носимого накопителя энергии для снабжения электрической энергией и/или зарядки различных вычислительных систем или электронных устройств. Носимые текстильные изделия могут включать в себя перчатки, носки, рубашки, галстуки, ремни и бронежилеты. Различные вычислительные системы или электрические устройства могут быть частью носимых текстильных изделий (например, датчики температуры, нагреватели, светодиодные дисплеи, датчики частоты пульса, фитнес-браслеты и т.д.) или отдельными портативными устройствами (например, мобильными устройствами, умными часами, умными очками, фитнес-браслетами и т.д.). Двумерные суперконденсаторы могут быть микроминиатюрными суперконденсаторами, имеющими в поперечном сечении размер по меньшей мере 0,1; 1, 10, 100, 1000 мкм или больше. Двумерные суперконденсаторы могут иметь, но без ограничения этим, иерархически структурированный состав проводящего материала и лубяного материала или его производных. Иерархически структурированный состав может быть послойной (LBL) сборкой. Например, двухслойная мембрана, включающая проводящий слой с по меньшей мере одним проводящим полимером и диэлектрический слой с по меньшей мере лубяным и/или очесочным материалом или их производными, может быть скручена для образования пряжи двумерного суперконденсатора. Актуатор можно использовать для

скручивания двухслойной мембраны в пряжу двумерного суперконденсатора. Диэлектрический слой может включать в себя мачтовые волокна, которые выровнены на всем протяжении длины пряжи двумерного суперконденсатора. Кроме того, диэлектрический слой может содержать жидкие или твердые электролиты и/или разделитель. Диэлектрический слой может иметь подходящие степени микропористости и/или мезопористости для воздуха в качестве разделителя. Пряжа двумерного суперконденсатора может содержать многочисленные послойные сборки проводящего слоя и диэлектрического слоя. Пряжа двумерного конденсатора может иметь по меньшей мере около 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 100 или больше послойных сборок проводящего слоя и диэлектрического слоя.

[84] В некоторых случаях конденсатор 304 может быть выполнен как часть электрической сети или интеллектуальной сети для района величиной до города или множества городов. В некоторых случаях электрическая нагрузка 302 может быть системой получения альтернативной и/или возобновляемой энергии или системой сохранения энергии, такой как, но без ограничения, системы с использованием солнечной энергии, энергии ветра, гидроэнергии, геотермальной энергии и генерации энергии с использованием гравитационных сил. В некоторых случаях конденсатор 304 может действовать как энергетический буфер для систем сбора энергии или систем сохранения энергии.

[85] В некоторых случаях одна и та же электрическая нагрузка (например, транспортное средство, система сбора или сохранения энергии и т.д.) может как заряжать, так и разряжать конденсатор, например, при различных применениях электрической нагрузки. В некоторых случаях первая электрическая нагрузка может заряжать конденсатор и вторая электрическая нагрузка может разряжать конденсатор. Цепь, содержащая конденсатор 304 и электрическую нагрузку 302, может содержать другие электрические компоненты (например, переключатели, транзисторы, регуляторы и т.д.) для содействия электрическому соединению между конденсатором 304 и электрической нагрузкой 302. В некоторых случаях конденсатор 304 может находиться в электрическом соединении с множеством электрических нагрузок. В некоторых случаях электрическая нагрузка 302 может находиться в электрическом соединении с множеством конденсаторов 304, которые соединены последовательно, последовательно-параллельно и/или не в последовательном порядке. В некоторых случаях цепь может содержать множество конденсаторов и множество электрических нагрузок. В некоторых случаях цепь может содержать множество источников питания (например, топливные элементы, аккумуляторные батареи, другие конденсаторы и т.д.), включающих конденсатор 304. Архитектура любой цепи, описанной выше и также ниже, не ограничена архитектурой, показанной на схематичном изображении на фиг. 3.

[86] Конденсатор, содержащий лубяное волокно, лубяной порошок, очес или их производное, может заряжаться или разряжаться при температуре по меньшей мере около -100°C , -50°C , -40°C , -30°C , -20°C , -10°C , 0°C , 10°C , 20°C , 30°C , 40°C , 50°C , 60°C , 70°C ,

80°C, 90°C, 100°C, 110°C, 120°C, 130°C, 140°C, 150°C, 200°C, 250 °C, 300 °C, 350 °C или выше. В качестве варианта конденсатор может заряжаться или разряжаться при температуре ниже чем или равной 350°C, 300°C, 250°C, 200°C, 150°C, 100°C, 90°C, 80°C, 70°C, 60°C, 50°C, 40°C, 30°C, 20°C, 10°C, 0°C, -10°C, -20°C, -30°C, -40°C, -50°C, -100°C или ниже. В некоторых случаях конденсатор может заряжаться или разряжаться при температурах в диапазоне около 60–100°C. Например, ниже определенной температуры скорость заряда и/или разряда может быть ограниченной. Например, выше определенной температуры конденсатор может становиться нестабильным (например, вследствие недостаточной температурной стабильности, огнестойкости материала электрода и/или материала диэлектрика). В некоторых случаях конденсатор может иметь лучшие характеристики (например, более высокую плотность мощности, более высокую плотность энергии и т.д.) в определенном диапазоне температур (например, 60–100°C), чем в другом диапазоне температур.

[87] В некоторых случаях при температурах в диапазоне около 60–100°C конденсатор может быть выполнен имеющим плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы. При относительно более высокой плотности мощности конденсатор может повторно заряжаться и/или подводить определенное количество электрической энергии в течение относительно более короткого периода времени. В качестве варианта конденсатор может иметь плотность мощности по меньшей мере около 1 кВт/кг, 5 кВт/кг, 10 кВт/кг, 15 кВт/кг, 20 кВт/кг, 25 кВт/кг, 50 кВт/кг, 55 кВт/кг, 60 кВт/кг, 65 кВт/кг, 70 кВт/кг, 75 кВт/кг, 80 кВт/кг, 85 кВт/кг, 90 кВт/кг, 95 кВт/кг, 100 кВт/кг, 110 кВт/кг, 120 кВт/кг, 130 кВт/кг, 140 кВт/кг, 150 кВт/кг, 200 кВт/кг, 250 кВт/кг, 300 кВт/кг, 350 кВт/кг, 400 кВт/кг или выше. В некоторых случаях конденсатор может иметь более высокую плотность мощности в определенном диапазоне температур, чем в другом диапазоне температур.

[88] В некоторых случаях в диапазоне температур около 60–100°C конденсатор может быть выполнен имеющим плотность энергии по меньшей мере около 40 ватт·час на килограмм (Вт·ч/кг) активной массы. При относительно более высокой плотности энергии конденсатор может сохранять относительно более высокое количество энергии при фиксированной величине активной массы (например, в расчете на конденсатор). В качестве варианта конденсатор может иметь плотность энергии по меньшей мере около 1 Вт·ч/кг, 5 Вт·ч/кг, 10 Вт·ч/кг, 15 Вт·ч/кг, 20 Вт·ч/кг, 25 Вт·ч/кг, 50 Вт·ч/кг, 55 Вт·ч/кг, 60 Вт·ч/кг, 65 Вт·ч/кг, 70 Вт·ч/кг, 75 Вт·ч/кг, 80 Вт·ч/кг, 85 Вт·ч/кг, 90 Вт·ч/кг, 95 Вт·ч/кг, 100 Вт·ч/кг, 110 Вт·ч/кг, 120 Вт·ч/кг, 130 Вт·ч/кг, 140 Вт·ч/кг, 150 Вт·ч/кг, 200 Вт·ч/кг, 250 Вт·ч/кг, 300 Вт·ч/кг, 350 Вт·ч/кг, 400 Вт·ч/кг или выше. При таких плотностях энергии может быть по меньшей мере около 10, 25, 50, 75, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000 или больше циклов заряда/разряда конденсатора. В некоторых случаях конденсатор может иметь более высокую плотность энергии в определенном диапазоне температур, чем в

другом диапазоне температур.

[89] В некоторых случаях конденсатор может быть выполнен с возможностью выдерживания по меньшей мере 250 циклов заряда/разряда в диапазоне температур около 60–100 °С при сохранении плотности мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы и/или плотности энергии по меньшей мере около 40 Вт·ч/кг активной массы. Чем больше циклов заряда/разряда может выдерживать конденсатор, тем дольше конденсатор может оставаться в цепи без необходимости замены. В качестве варианта конденсатор может сохранять плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы и/или плотность энергии по меньшей мере около 40 Вт·ч/кг активной массы через по меньшей мере около 10, 25, 50, 75, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000 циклов заряда/разряда или большего количества циклов. В качестве варианта конденсатор может сохранять плотность мощности по меньшей мере около 75 кВт/кг активной массы и/или плотность энергии по меньшей мере около 60 Вт·ч/кг активной массы через по меньшей мере около 10, 25, 50, 75, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000 циклов заряда/разряда или большего количества циклов. В качестве варианта конденсатор может сохранять плотность мощности по меньшей мере около 100 кВт/кг активной массы и/или плотность энергии по меньшей мере около 80 Вт·ч/кг активной массы через по меньшей мере около 10, 25, 50, 75, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000 циклов заряда/разряда или большего количества циклов. В некоторых случаях конденсатор может выдерживать больше циклов заряда/разряда в определенном диапазоне температур, чем в другом диапазоне температур.

[90] В некоторых случаях конденсатор может быть выполнен с возможностью заряда и/или разряда в течение меньше чем 10 с в диапазоне температур около 60–100 °С. В качестве варианта конденсатор может иметь время заряда/разряда самое большее около 60, 55, 50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1; 0,1, 0,01 с или меньше. В некоторых случаях конденсатор может иметь более высокую плотность энергии в определенном диапазоне температур, чем в другом диапазоне температур.

[91] Один или несколько компонентов конденсатора, описанного в этой заявке, такие как электрод или материал диэлектрика, содержащий лубяное волокно, лубяной порошок, очес или их производное, могут быть использованы в качестве компонентов других систем энергоснабжения или сохранения энергии, таких как аккумуляторные батареи (например, твердотельные аккумуляторные батареи), топливные элементы, электрохимические элементы, перезаряжаемые элементы (например, вторичные элементы) или другие системы сохранения энергии. Например, аккумуляторная батарея может содержать один или несколько электродов, содержащих лубяное волокно, лубяной

порошок, очес или их производное, например, электродов, описанных в других местах этой заявки, предназначенных для использования в конденсаторе. Лубяное волокно, лубяной порошок, очес и их производное могут быть активным материалом для электродов. В некоторых случаях аккумуляторная батарея может содержать один электрод, содержащий лубяное волокно, лубяной порошок, очес или их производное. В некоторых случаях аккумуляторная батарея может содержать два электрода, при этом каждый содержит одну и ту же или разные композиции лубяного волокна, лубяного порошка, очеса или их производного. Система энергоснабжения или сохранения энергии может содержать другой материал, полученный из растения (например, полученный из конопли, полученный из льна и т.д.).

[92] ПРИМЕР

[93] Применительно к примеру электроды, предназначенные для использования в конденсаторах, формировали карбонизацией и активацией гидротермального продукта конопляного лубяного волокна. Конопляное лубяное волокно и разбавленную серную кислоту герметизировали внутри стального автоклава. Автоклав нагревали при 180°C в течение 24 ч и затем обеспечивали возможность охлаждения до комнатной температуры (например, около 20–25°C). Содержимое автоклава фильтровали, промывали дистиллированной водой и высушивали для получения углеродсодержащего твердого вещества (например, биологического древесного угля). Биологический древесный уголь и гидроксид калия (KOH) смешивали при массовом соотношении 1:1 и смесь нагревали при 700–800°C (например, со скоростью 3°C/мин) в течение 1 ч в потоке аргона. Затем активированный образец промывали 10%-ной по весу хлористоводородной кислотой (HCl) и дистиллированной водой. Углеродный материал сушили в печи при 100°C в течение 12 ч. Углеродная нанотрубка, активированная при 700°C (CNS-700) в течение рассмотренного выше процесса, имела плотность площади поверхности 1690 м²/г, углеродная нанотрубка, активированная при 750 °C (CNS-750) в течение рассмотренного выше процесса, имела плотность площади поверхности 2287 м²/г и углеродная нанотрубка, активированная при 800°C в течение рассмотренного выше процесса, имела плотность площади поверхности 1505 м²/г. Электропроводность CNS-700, CNS-750 и CNS-800 составила 217 См/м, 211 См/м и 226 См/м, соответственно. При температуре эксплуатации 20°C углеродные нанотрубки CNS-750 и CNS-800 имели плотность энергии 19 Вт·ч/кг и 18 Вт·ч/кг, соответственно. При температуре эксплуатации 60°C углеродные нанотрубки CNS-750 и CNS-800 имели плотность энергии 34 Вт·ч/кг и 31 Вт·ч/кг, соответственно. При температуре эксплуатации 100°C углеродные нанотрубки CNS-750 и CNS-800 имели плотность энергии 40 Вт·ч/кг и 34 Вт·ч/кг, соответственно. Максимальная плотность мощности для CNS-800 при температурах эксплуатации 20°C, 60°C и 100°C составляла 28 кВт/кг, 49 кВт/кг и 77 кВт/кг, соответственно. CNS-800 могла сохранять 96% начальной емкости после 10000 циклов.

[94] Хотя в этой заявке были показаны и описаны предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения, для специалистов в данной области техники

должно быть очевидно, что такие варианты осуществления представлены только для примера. Не предполагается, что изобретение ограничено конкретными примерами, представленными в описании. Хотя изобретение было рассмотрено с обращением к упомянутому выше описанию, рассмотрения и иллюстрации вариантов осуществления в этом описании не должны пониматься в ограниченном смысле. Скорее, различные варианты, изменения и замены должны приходить на ум специалистам в данной области техники без отступления от изобретения. Кроме того, следует понимать, что все аспекты изобретения не ограничены конкретными изображениями, конфигурациями или относительными пропорциями, отраженными в этой заявке, которые зависят от ряда условий и переменных. Следует понимать, что различные альтернативы вариантов осуществления изобретения, описанных в этой заявке, могут использоваться при применении изобретения на практике. Поэтому предполагается, что изобретение также будет охватывать все такие альтернативы, модификации, изменения или эквиваленты. Предполагается, что нижеследующей формулой изобретения определяется объем изобретения и что тем самым охватываются способы и структуры в объеме этой формулы изобретения и эквиваленты их.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Конденсатор для сохранения электрической энергии, содержащий:
первый электрод, образованный из материала, способного проводить электроны к электрической нагрузке или от нее;
диэлектрик, прилегающий к упомянутому первому электроду, причем упомянутый диэлектрик образован из лубяного или очесочного материала или его производного, и
второй электрод, прилегающий к упомянутому диэлектрику, причем упомянутый второй электрод образован из материала, который способен проводить электроны к электрической нагрузке или от нее, и причем упомянутый второй электрод электрически изолирован от первого электрода,
причем конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при температуре от 60 °С до 100 °С в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.
2. Конденсатор по п. 1, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 75 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°С до 100°С в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.
3. Конденсатор по п. 2, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 100 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°С до 100°С в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.
4. Конденсатор по п. 1, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°С до 100°С в течение по меньшей мере около 500 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.
5. Конденсатор по п. 4, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°С до 100°С в течение по меньшей мере около 1000 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.
6. Конденсатор по п. 5, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°С до 100°С в течение по меньшей мере около 2000 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.
7. Конденсатор по п. 1, причем упомянутая электрическая нагрузка представляет собой электрическую сеть.
8. Конденсатор по п. 1, причем упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь транспортного средства.
9. Конденсатор по п. 1, причем упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь самолета.
10. Конденсатор по п. 1, причем упомянутая электрическая нагрузка содержит

электрическую цепь поезда.

11. Конденсатор по п. 1, причем упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь корабля.

12. Конденсатор по п. 1, в котором упомянутый диэлектрик образован из упомянутого лубяного материала.

13. Конденсатор по п. 12, в котором упомянутый лубяной материал представляет собой конопляный луб или кенафный луб.

14. Конденсатор по п. 1, в котором упомянутый диэлектрик образован из упомянутого очесочного материала.

15. Конденсатор по п. 14, в котором упомянутый очесочный материал представляет собой конопляный очес или кенафный очес.

16. Конденсатор по п. 1, в котором диэлектрик содержит очес или его производное.

17. Конденсатор по п. 1, причем упомянутый конденсатор имеет массу самое большее около 5 кг.

18. Конденсатор по п. 17, причем упомянутый конденсатор имеет массу самое большее около 2 кг.

19. Конденсатор по п. 1, причем упомянутый конденсатор имеет плотность энергии по меньшей мере около 40 Вт·ч/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

20. Конденсатор по п. 1, причем упомянутый конденсатор имеет плотность энергии по меньшей мере около 60 Вт·ч/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

21. Конденсатор по п. 1, в котором лубяной и/или очесочный материал представляет собой лубяное и/или очесочное волокно, или лубяной и/или очесочный порошок.

22. Способ сохранения электрической энергии, содержащий этапы, на которых:

(а) активируют конденсатор, содержащий (i) первый электрод, образованный из материала, способного проводить электроны к электрической нагрузке или от нее; (ii) диэлектрик, прилегающий к упомянутому первому электроду, причем упомянутый диэлектрик образован из лубяного волокна, лубяного порошка или их производного; и (iii) второй электрод, прилегающий к упомянутому диэлектрику, причем упомянутый второй электрод образован из материала, который способен проводить электроны к электрической нагрузке или от нее, и причем упомянутый второй электрод электрически изолирован от упомянутого первого электрода, причем конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда;

(b) приводят упомянутый конденсатор в электрическое соединение с упомянутой электрической нагрузкой; и

(с) заряжают или разряжают упомянутый конденсатор с помощью упомянутой электрической нагрузки.

23. Способ по п. 22, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 75 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

24. Способ по п. 23, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 100 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

25. Способ по п. 22, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 500 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

26. Способ по п. 25, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 1000 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

27. Способ по п. 26, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 2000 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

28. Способ по п. 22, в котором упомянутая электрическая нагрузка представляет собой электрическую сеть.

29. Способ по п. 22, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь транспортного средства.

30. Способ по п. 22, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь самолета.

31. Способ по п. 22, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь поезда.

32. Способ по п. 22, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь корабля.

33. Способ по п. 22, в котором упомянутый диэлектрик образован из лубяного волокна.

34. Способ по п. 33, в котором упомянутое лубяное волокно представляет собой конопляное лубяное волокно.

35. Способ по п. 22, в котором упомянутый диэлектрик образован из лубяного порошка.

36. Способ по п. 35, в котором упомянутый лубяной порошок представляет собой конопляный лубяной порошок или кенафный лубяной порошок.

37. Способ по п. 22, в котором упомянутый диэлектрик содержит очес или его производное.

38. Способ по п. 22, в котором упомянутый конденсатор имеет массу самое большее около 5 кг.

39. Способ по п. 38, в котором упомянутый конденсатор имеет массу самое большее около 2 кг.

40. Способ по п. 22, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность энергии по меньшей мере около 40 Вт·ч/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

41. Способ по п. 40, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность энергии по меньшей мере около 60 Вт·ч/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

42. Конденсатор для сохранения электрической энергии, содержащий:

первый электрод, образованный из материала, способного проводить электроны к электрической нагрузке или от нее;

диэлектрик, прилегающий к упомянутому первому электроду, причем упомянутый диэлектрик образован из материала, который имеет более низкую электропроводность, чем упомянутый материал упомянутого первого электрода; и

второй электрод, прилегающий к упомянутому диэлектрику, причем упомянутый второй электрод образован из материала, который способен проводить электроны к электрической нагрузке и от нее, и причем упомянутый второй электрод электрически изолирован от упомянутого первого электрода,

причем упомянутый первый электрод, упомянутый второй электрод или как упомянутый первый электрод, так и упомянутый второй электрод образованы из лубяного и/или очесочного материала, и

причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

43. Конденсатор по п. 42, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 75 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

44. Конденсатор по п. 43, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 100 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

45. Конденсатор по п. 42, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре

от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 500 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

46. Конденсатор по п. 45, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 1000 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

47. Конденсатор по п. 46, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 2000 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

48. Конденсатор по п. 42, в котором упомянутая электрическая нагрузка представляет собой электрическую сеть.

49. Конденсатор по п. 42, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь транспортного средства.

50. Конденсатор по п. 42, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь самолета.

51. Конденсатор по п. 42, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь поезда.

52. Конденсатор по п. 42, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь корабля.

53. Конденсатор по п. 42, в котором упомянутый первый электрод образован из лубяного волокна.

54. Конденсатор по п. 53, в котором упомянутое лубяное волокно представляет собой конопляное лубяное волокно.

55. Конденсатор по п. 42, в котором упомянутый первый электрод образован из лубяного порошка.

56. Конденсатор по п. 55, в котором упомянутый лубяной порошок представляет собой конопляный лубяной порошок или кенафный лубяной порошок.

57. Конденсатор по п. 42, в котором упомянутый первый электрод содержит очес или его производное.

58. Конденсатор по п. 42, причем упомянутый конденсатор имеет массу самое большее около 5 кг.

59. Конденсатор по п. 58, причем упомянутый конденсатор имеет массу самое большее около 2 кг.

60. Конденсатор по п. 42, причем упомянутый конденсатор имеет плотность энергии по меньшей мере около 40 Вт·ч/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

61. Конденсатор по п. 60, причем упомянутый конденсатор имеет плотность энергии по меньшей мере около 60 Вт·ч/кг активной массы при температуре от 60°C до

100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

62. Способ сохранения электрической энергии, содержащий этапы, на которых:

(а) активируют конденсатор, содержащий (i) первый электрод, образованный из материала, способного проводить электроны к электрической нагрузке или от нее; (ii) диэлектрик, прилегающий к упомянутому первому электроду, причем упомянутый диэлектрик образован из материала, который имеет более низкую электропроводность, чем упомянутый материал упомянутого первого электрода; и (iii) второй электрод, прилегающий к упомянутому диэлектрику, причем упомянутый второй электрод образован из материала, который способен проводить электроны к электрической нагрузке и от нее, и причем упомянутый второй электрод электрически изолирован от упомянутого первого электрода, причем упомянутый первый электрод, упомянутый второй электрод или как упомянутый первый электрод, так и упомянутый второй электрод образованы из лубяного волокна, лубяного порошка или их производного, и причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки;

(b) приводят упомянутый конденсатор в электрическое соединение с упомянутой электрической нагрузкой; и

(c) заряжают и разряжают упомянутый конденсатор с помощью упомянутой электрической нагрузки.

63. Способ по п. 62, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 75 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

64. Способ по п. 63, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 100 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

65. Способ по п. 62, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 500 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

66. Способ по п. 65, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 1000 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

67. Способ по п. 66, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 2000 циклов заряда/разряда с

помощью упомянутой электрической нагрузки.

68. Способ по п. 62, в котором упомянутая электрическая нагрузка представляет собой электрическую сеть.

69. Способ по п. 62, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь транспортного средства.

70. Способ по п. 62, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь самолета.

71. Способ по п. 62, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь поезда.

72. Способ по п. 62, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь корабля.

73. Способ по п. 62, в котором упомянутый первый электрод образован из лубяного волокна.

74. Способ по п. 73, в котором упомянутое лубяное волокно представляет собой конопляное лубяное волокно.

75. Способ по п. 62, в котором упомянутый первый электрод образован из лубяного порошка.

76. Способ по п. 75, в котором упомянутый лубяной порошок представляет собой конопляный лубяной порошок или кенафный лубяной порошок.

77. Способ по п. 62, в котором упомянутый первый электрод содержит очес или его производное.

78. Способ по п. 62, в котором упомянутый конденсатор имеет массу самое большее около 5 кг.

79. Способ по п. 78, в котором упомянутый конденсатор имеет массу самое большее около 2 кг.

80. Способ по п. 62, в котором упомянутый конденсатор имеет плотность энергии по меньшей мере около 40 Вт·ч/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 500 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

81. Способ по п. 80, в котором конденсатор имеет плотность энергии по меньшей мере около 60 Вт·ч/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 500 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

82. Способ изготовления конденсатора, содержащий этапы, на которых:

(a) получают лубяной и/или очесочный материал, извлекаемый из растения;

(b) обрабатывают упомянутый лубяной и/или очесочный материал до обработанного материала, при этом обработанный материал имеет форму волокон или частиц;

(c) используют упомянутый обработанный материал для образования первого электрода, второго электрода и/или диэлектрика; и

(d) собирают упомянутые первый электрод, второй электрод и упомянутый диэлектрик, чтобы произвести упомянутый конденсатор, содержащий (i) упомянутый первый электрод, (ii) упомянутый диэлектрик, прилегающий к упомянутому первому электроду, и (iii) упомянутый второй электрод, прилегающий к упомянутому диэлектрику, при этом упомянутый второй электрод электрически изолирован от упомянутого первого электрода, и при этом упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

83. Способ по п. 82, в котором упомянутое растение представляет собой коноплю.

84. Способ по п. 82, в котором упомянутая обработка содержит распыление лубяного и/или очесочного материала для образования частиц, содержащих лубяной и/или очесочный материал.

85. Способ по п. 82, в котором упомянутый лубяной и/или очесочный материал содержит лубяное и/или очесочное волокно.

86. Способ по п. 82, в котором упомянутый лубяной и/или очесочный материал представляет собой лубяной материал.

87. Способ по п. 82, в котором упомянутый лубяной или очесочный материал представляет собой очесочный материал.

88. Способ по п. 82, дополнительно содержащий плетение упомянутого конденсатора в ткань.

89. Конденсатор по п. 82, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 75 кВт/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

90. Конденсатор по п. 89, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 100 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

91. Конденсатор по п. 90, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 500 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

92. Конденсатор по п. 91, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 1000 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

93. Конденсатор по п. 92, причем упомянутый конденсатор имеет плотность мощности по меньшей мере около 55 кВт/кг активной массы при упомянутой температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 2000 циклов заряда/разряда с

помощью упомянутой электрической нагрузки.

94. Конденсатор по п. 82, в котором упомянутая электрическая нагрузка представляет собой электрическую сеть.

95. Конденсатор по п. 82, в котором упомянутая электрическая нагрузка содержит электрическую цепь транспортного средства.

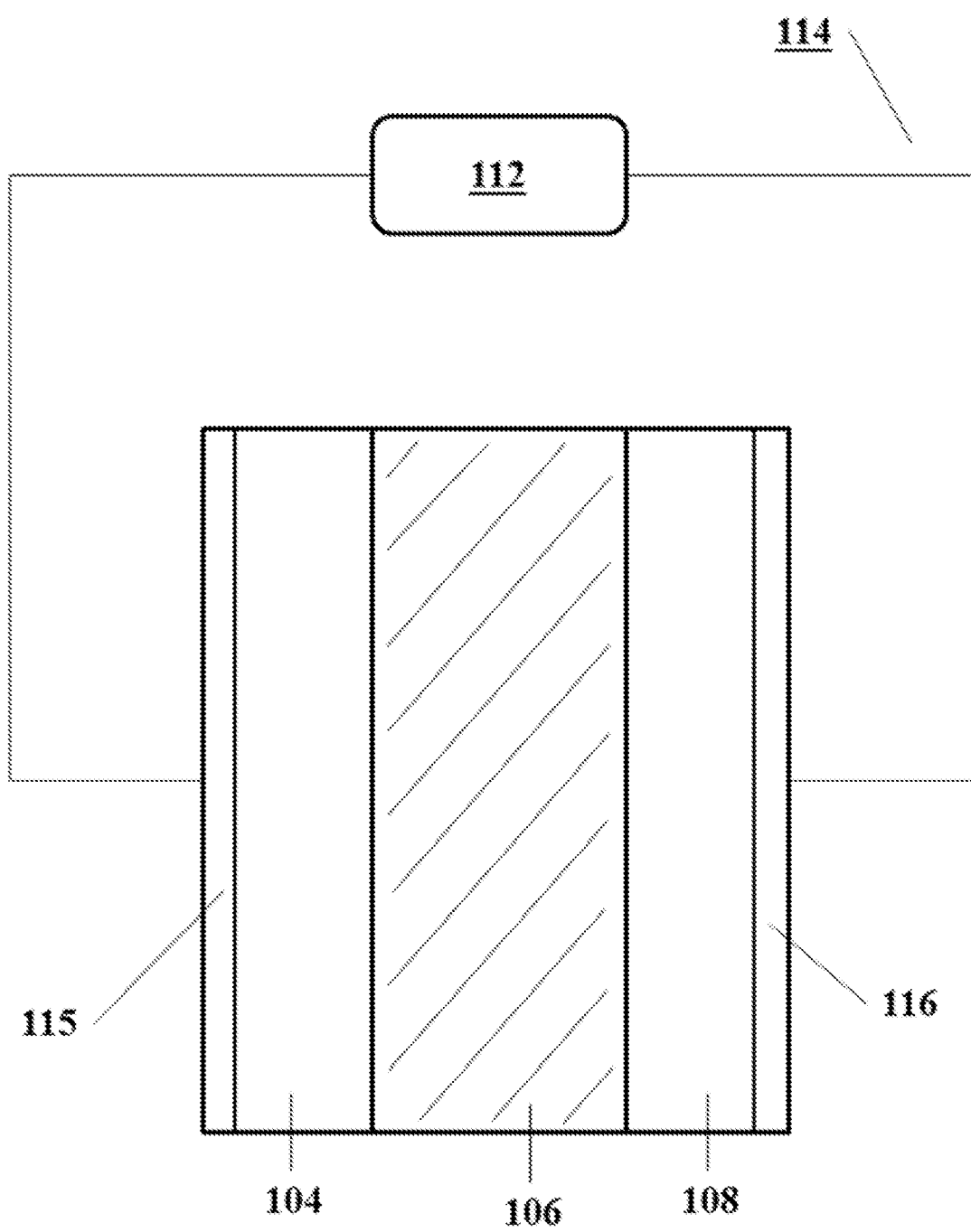
96. Конденсатор по п. 82, причем упомянутый конденсатор имеет массу самое большее около 5 кг.

97. Конденсатор по п. 96, причем упомянутый конденсатор имеет массу самое большее около 2 кг.

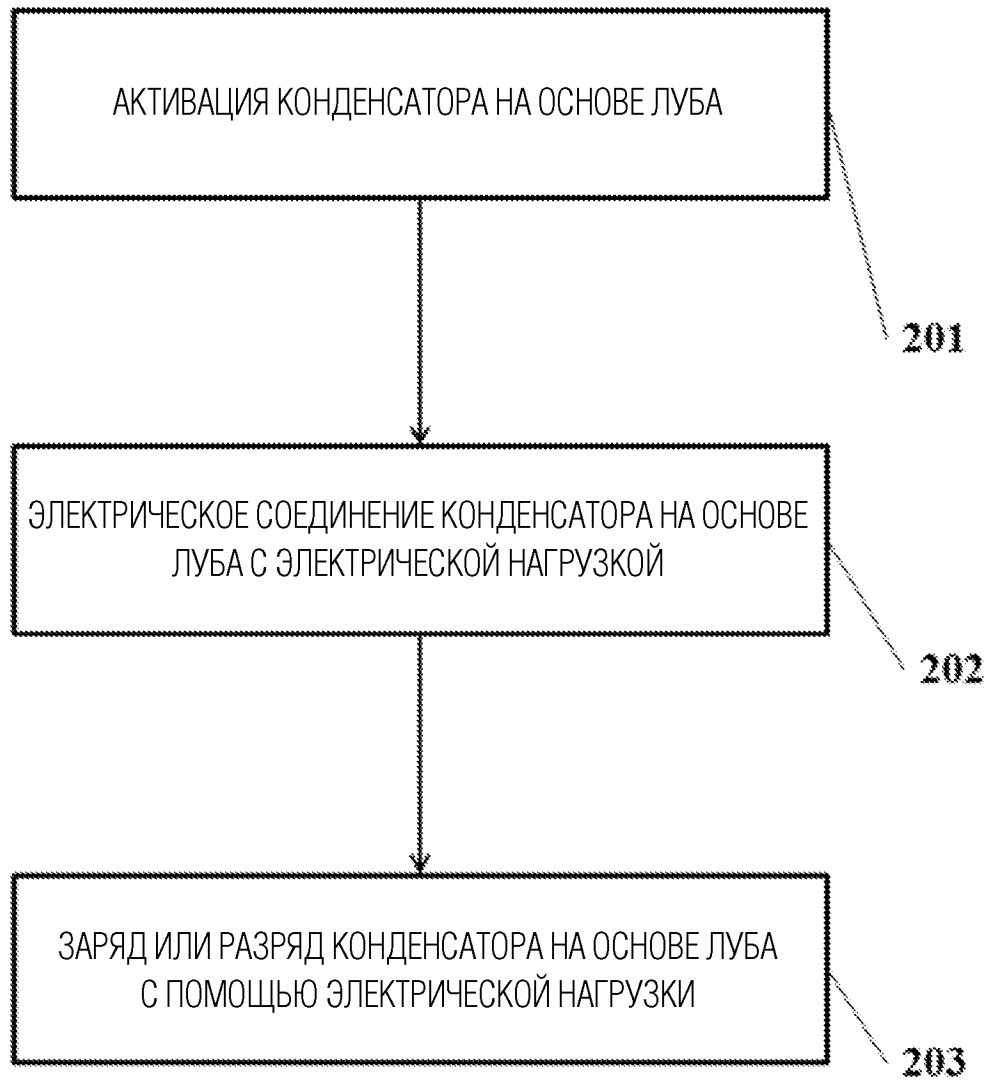
98. Конденсатор по п. 82, причем упомянутый конденсатор имеет плотность энергии по меньшей мере около 40 Вт·ч/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

99. Конденсатор по п. 98, причем упомянутый конденсатор имеет плотность энергии по меньшей мере около 60 Вт·ч/кг активной массы при температуре от 60°C до 100°C в течение по меньшей мере около 250 циклов заряда/разряда с помощью упомянутой электрической нагрузки.

По доверенности

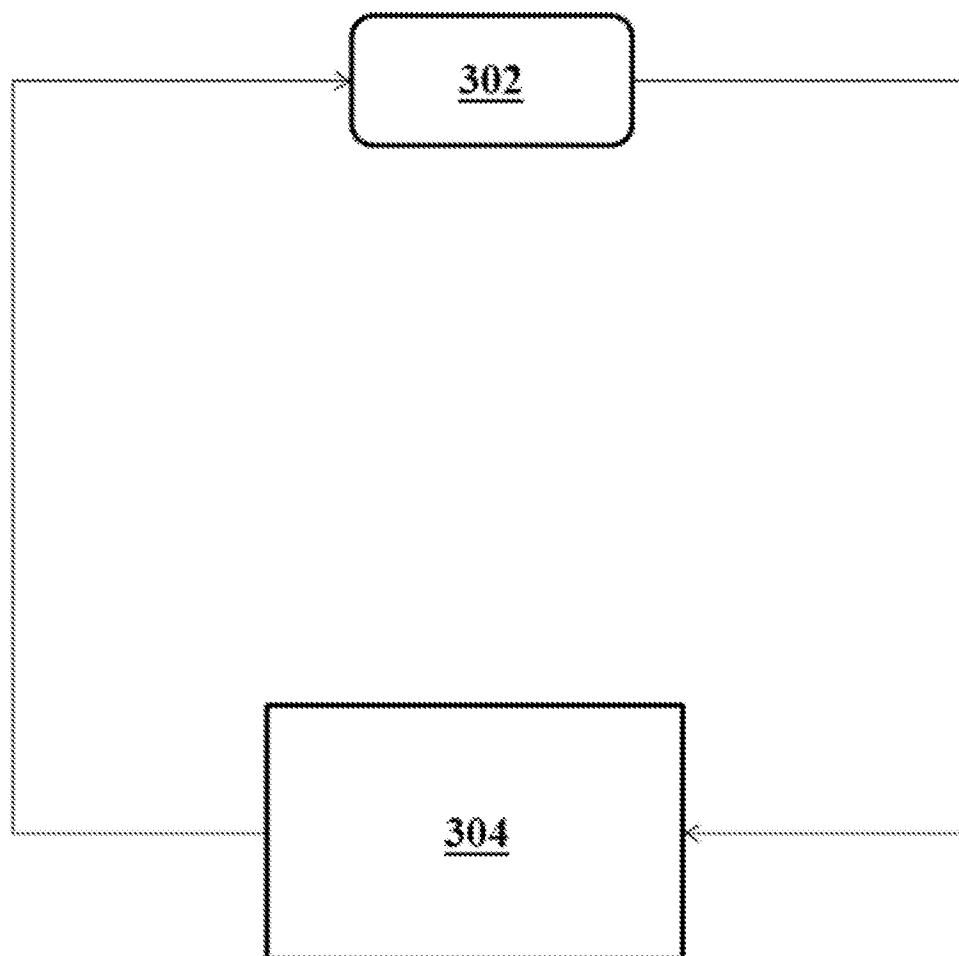


ФИГ. 1



ФИГ. 2

3/3



ФИГ. 3