

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202091503** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.09.23

(51) Int. Cl. **H01L 35/22** (2006.01)
H01G 9/04 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2018.12.20

(54) АКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ И ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, СОДЕРЖАЩИЙ ЕГО

(31) PCT/EP2017/083786

(32) 2017.12.20

(33) EP

(86) PCT/EP2018/086344

(87) WO 2019/122215 2019.06.27

(71) Заявитель:
ТЕРМО-ИНД С.А. (CH)

(72) Изобретатель:

**Маганьин Лука, Иеффа Симона,
Акколья Алессандра, Панцери
Габриэле, Либерале Франческо (IT),
Тирелла Винченцо (CH), Гибертини
Эудженио, Зукка Лука, Брунетти
Симоне (IT)**

(74) Представитель:

Фелицына С.Б. (RU)

(57) Изобретение относится к генератору (EPG) электроэнергии, содержащему по меньшей мере первый электрод (11) и второй электрод (12), при этом генератор электроэнергии содержит активный материал между упомянутыми электродами (11, 12), причем упомянутый активный материал содержит по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO, ZnO, ZrOCl₂, ZrO₂, SiO₂, Bi₂O₃, Fe₃O₄, Al₂O₃, TiO₂, BeO, CaO, Ga₂O₃, In₂O₃, GeO₂, SnO₂ и PbO₂, причем средний диаметр частиц кислородсодержащего соединения находится в диапазоне от 10 нм до 40 мкм и при этом отсутствует загуститель, выбранный из группы, состоящей из агар-агара, ксантановой камеди, метилцеллюлозы и аравийской камеди.

A1

202091503

202091503

A1

АКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ И ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, СОДЕРЖАЩИЙ ЕГО

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к активному материалу, который предназначен для использования при изготовлении генератора электроэнергии, и к способу получения такого вещества. Следовательно, настоящее изобретение также относится к генератору электроэнергии, содержащему упомянутый активный материал.

Уровень техники

Широко известно применение термоэлектрических генераторов и термоионных генераторов для преобразования тепловой энергии непосредственно в электрическую энергию.

Термоэлектрические генераторы – это устройства, основанные на термоэлектрическом эффекте, а именно, на эффекте Зеебека, включающем в себя взаимодействия между потоком тепла и электричества между твердыми телами. Примеры таких устройств описаны в патенте ЕР 2521192 и в заявке на патент ЕР 2277209. В общих чертах, термоэлектрические генераторы состоят из трех основных компонентов: термоэлектрического материала, термоэлектрических модулей и термоэлектрической системы, которые взаимодействуют с источником тепла.

Термоэлектрические материалы вырабатывают энергию непосредственно из тепла путем преобразования разности температур в электрическое напряжение. В частности, эти материалы обычно обладают как высокой электропроводностью, так и низкой теплопроводностью. Низкая теплопроводность гарантирует, что, когда одна сторона становится горячей, другая остается холодной. Это помогает генерировать большое напряжение в температурном градиенте.

Термоэлектрический модуль – это цепь, содержащая термоэлектрические материалы, которые генерируют электричество непосредственно из тепла. Модуль состоит из двух разнородных термоэлектрических материалов, соединенных на концах, а именно отрицательно заряженного полупроводника и положительно заряженного полупроводника. Постоянный электрический ток будет течь в цепи, когда имеется градиент температуры между двумя этими материалами. Такой градиент обеспечивают с помощью термоэлектрической системы, которая обычно содержит теплообменники, используемые с обеих сторон модуля для обеспечения, соответственно, нагрева и охлаждения.

Термоионные генераторы, также называемые термоионными преобразователями, преобразуют тепло непосредственно в электричество. Термоионный генератор обычно

содержит два электрода, расположенных в защитной оболочке. Один из них нагревают до достаточно высокой температуры, чтобы он стал термоионным эмиттером электронов или "горячей пластиной". Другой электрод называют коллектором, потому что он принимает испущенные электроны. Коллектор работает при значительно более низкой температуре. Пространство между электродами может представлять собой вакуум или, как вариант, может быть заполнено парообразным газом при низком давлении. Тепловую энергию могут обеспечивать химические, солнечные или ядерные источники.

Термоэлектрические генераторы, а также термоионные генераторы имеют много недостатков, среди которых низкая эффективность преобразования и необходимость обеспечения температурного градиента. Кроме того, для таких генераторов требуется сравнительно постоянный источник тепла.

Следовательно, основная цель настоящего изобретения заключается в том, чтобы предложить генератор электроэнергии, способный преобразовывать часть тепловой энергии в электрическую энергию и позволяющий преодолеть недостатки устройств известного уровня техники.

В международной заявке РСТ/EP2017/069925, еще не опубликованной, уже описан активный материал, который можно наносить на один электрод, и способный генерировать ток, когда он находится между по меньшей мере двумя электродами, что удивительно, без начальной зарядки и в зависимости от температуры. В частности, материал, описанный в РСТ/EP2017/069925, содержит по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO , ZnO , ZrOCl_2 , ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Al_2O_3 и TiO , по меньшей мере один загуститель, выбранный из группы, состоящей из агар-агара, ксантановой камеди, метилцеллюлозы и аравийской камеди, и по меньшей мере один пластификатор, причем размер частиц кислородсодержащего соединения имеет определенный средний диаметр.

Авторы изобретения обнаружили, что характеристики активного материала были хуже при температурах выше 80°C , и что температура выше 90°C вызывала разложение активного материала с ухудшением характеристик устройства и снижением стабильности конечного устройства.

Следовательно, еще одной целью изобретения является создание генератора электроэнергии, способного обеспечивать электрическую энергию в широком диапазоне температур.

Таким образом, еще одна цель заключается в создании электрического устройства, способного генерировать электрическую энергию, также обладающего высокой устойчивостью к температуре.

Раскрытие изобретения

Авторы изобретения неожиданно обнаружили, что они могут предложить новый активный материал, который может быть нанесен на один электрод, и способный генерировать ток, когда он находится между по меньшей мере двумя электродами, без начальной зарядки и в зависимости от температуры, не обладающий недостатками устройств известного уровня техники.

Поэтому, изобретение относится к генератору (EPG) электроэнергии, содержащему по меньшей мере два электрода, размещенных на подходящем расстоянии друг от друга и предпочтительно выполненных из отличных друг от друга материалов, при этом между упомянутыми электродами содержится активный материал, содержащий по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO , ZnO , ZrOCl_2 , ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , BeO , CaO , Ga_2O_3 , In_2O_3 , GeO_2 , SnO_2 и PbO_2 , причем средний диаметр частиц кислородсодержащего соединения находится в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, и при этом отсутствует загуститель, выбранный из группы, состоящей из агар-агара, ксантановой камеди, метилцеллюлозы и аравийской камеди.

В частности, авторы изобретения обнаружили, что им необходимо исключить загуститель, чтобы преодолеть недостатки устройств известного уровня техники. Поэтому авторы изобретения предлагают новое устройство в по существу сухом состоянии в качестве альтернативы и усовершенствования устройств известного уровня техники.

В предпочтительном варианте осуществления в активном материале в соответствии с изобретением также отсутствует целлюлозное соединение в качестве загустителя. В еще одном предпочтительном и преимущественном варианте осуществления по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение выбранное из группы, состоящей из MgO , ZnO , ZrOCl_2 , ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , BeO , CaO , Ga_2O_3 , In_2O_3 , GeO_2 , SnO_2 и PbO_2 , или их смеси, присутствует в количестве от 0,6% до 100% (мас./мас.) по отношению к количеству активного материала, более предпочтительно в количестве от 1% до 80%, еще более предпочтительно 50-80% (мас./мас.).

Следовательно, активный материал EPG в соответствии с изобретением может быть безводным или может содержать определенное количество воды в виде координированных молекул воды для кислородсодержащего соединения, полученных в процессе получения активного материала: авторы изобретения полагают, что такая координированная вода в готовом активном материале может улучшить характеристики готовых устройств, полученных путем включения в них активного материала. Кислородсодержащее соединение может содержать координированную воду в количестве в диапазоне от 0,5 до 7,5 мас. % по отношению к кислородсодержащему соединению, предпочтительно от 0,5 до

3,5%, более предпочтительно от 0,5 до 1,5%.

Не ограничиваясь какой-либо теорией, авторы изобретения полагают, что загустители, используемые в известном уровне техники, представляют собой органические материалы, используемые для увеличения вязкости жидкой дисперсии. Однако авторы изобретения обнаружили, что эти материалы обладают низкой термической стабильностью, обусловленной обратимостью процесса гелеобразования, если была приложена температура, превышающая их температуру плавления. Например, агар-агар становится гелем и плавится при 40°C и 80°C, соответственно, а метилцеллюлоза – при 62°C и 68°C, соответственно.

Следовательно, воздействие на эти материалы высоких температур вызывало разрушение активного материала и, следовательно, ухудшало стабильность конечного устройства.

В соответствии с настоящим изобретением EPG способен обеспечивать электрическую энергию в широком диапазоне температур.

В изобретении также предложено электрическое устройство, способное генерировать электрическую энергию, также обладающее высокой устойчивостью к температуре.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения активный материал содержит порошок MgO, ZnO и ZrO₂ в качестве кислородсодержащих соединений.

Следовательно, EPG в соответствии с изобретением содержит кислородсодержащие соединения между по меньшей мере двумя электродами. Электроды изготовлены из металлов, сплавов и/или материалов на основе углерода, таких как графит. Толщина электродов составляет предпочтительно от 0,1 до 3000 мкм, более предпочтительно от 50 до 1000 мкм, еще более предпочтительно от 300 до 600 мкм. В другом варианте осуществления изобретения эти электроды изготовлены из порошков со средним диаметром частиц в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, предпочтительно в диапазоне от 10 нм до 20 мкм, более предпочтительно, 10-100 нм. В предпочтительном варианте осуществления EPG в соответствии с изобретением по меньшей мере два электрода выполнены из алюминия и графита в виде фольги и порошка, соответственно. В случае гибкого EPG как гибкие материалы сами по себе (среди ранее перечисленных материалов), так и металлизированные полимеры могут рассматриваться как электроды.

Авторы изобретения не исключают возможность перезарядки EPG путем подачи напряжения на EPG при постоянной температуре или во время теплового моста.

Настоящее изобретение также относится к модулю генератора энергии (PGM), содержащему множество EPG, которые могут быть соединены последовательно или

параллельно без ущерба для характеристик EPG (напряжения и тока).

Краткое описание чертежей

Дополнительные признаки и преимущества изобретения станут более понятными в свете подробного описания активного материала и предпочтительных вариантов осуществления генератора электроэнергии с помощью прилагаемых чертежей, на которых:

на фиг. 1 показана структура генератора (EPG) электроэнергии в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 1A и 1B показан, соответственно, первый вариант осуществления и второй вариант осуществления модуля (PGM) генератора энергии, содержащего множество EPG в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 2A и 2B показана электрическая схема в двух разных рабочих конфигурациях, используемая для оценки электрических характеристик EPG в соответствии с изобретением;

на фиг. 3 показана электрическая схема, используемая для оценки электрических характеристик PGM, содержащего множество EPG в соответствии с изобретением;

на фиг. 4 показана электрическая схема, используемая для оценки электрических характеристик примера 10;

на фиг. 5 показаны результаты оценки электрических характеристик примера 10;

на фиг. 6 показана электрическая схема, используемая для оценки электрических характеристик примера 11;

на фиг. 7 показаны электрические характеристики примера 11;

на фиг. 8 и 9 показаны электрические характеристики примера 12;

на фиг. 10 показаны электрические характеристики примера 13;

на фиг. 11 показана электрическая схема, используемая для оценки электрических характеристик примера 14; и

на фиг. 12 показаны электрические характеристики примера 14.

Осуществление изобретения

Следовательно, изобретение относится к генератору (EPG) электроэнергии, содержащему по меньшей мере два электрода 10, размещенных на соответствующем расстоянии друг от друга и предпочтительно выполненных из отличных друг от друга материалов, содержащему активный материал 20 между упомянутыми электродами 10. Структура EPG показана на фиг. 1. В соответствии с изобретением упомянутый активный материал содержит по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO, ZnO, ZrOCl₂, ZrO₂, SiO₂, Bi₂O₃, Fe₃O₄, Al₂O₃, TiO₂, BeO, CaO, Ga₂O₃, In₂O₃, GeO₂, SnO₂ и PbO₂, причем средний диаметр частиц кислородсодержащего

соединения находится в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, и при этом отсутствует загуститель, выбранный из группы, состоящей из агар-агара, ксантановой камеди, метилцеллюлозы и аравийской камеди.

В предпочтительном варианте осуществления в активном материале в соответствии с изобретением также отсутствует целлюлозное соединение в качестве загустителя.

В еще одном предпочтительном и преимущественном варианте осуществления по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO , ZnO , ZrOCl_2 , ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , BeO , CaO , Ga_2O_3 , In_2O_3 , GeO_2 , SnO_2 и PbO_2 , или их смеси, присутствует в количестве от 0,6% до 100% (мас./мас.) по отношению к количеству активного материала, более предпочтительно в количестве от 1% до 80%, еще более предпочтительно 50-80% (мас./мас.).

Активный материал EPG в соответствии с изобретением также может содержать по меньшей мере один пластификатор. По меньшей мере один пластификатор предпочтительно выбран из группы, состоящей из силоксанов, карнаубского воска, нафталина, поливинилиденфторида (PVDF), парилена, политетрафторэтилена (PTFE), фторэтиленпропилена (FEP), полидиметилсилоксана (PDMS), полимеров на водной основе и биополимеров.

В качестве добавки активный материал может содержать дополнительные соединения, предпочтительно антрацен, пьезоэлектрические материалы и Si_3N_4 .

Разумно предположить, что использование этих материалов совместно с кислородсодержащими соединениями в соответствии с изобретением может улучшить характеристики устройства или по меньшей мере улучшить результаты, полученные при определенных режимах.

Активный материал EPG в соответствии с изобретением может быть безводным или может содержать определенное количество воды в виде координированных молекул воды, полученных в процессе его получения: авторы изобретения полагают, что такая координированная вода в готовом активном материале может улучшить характеристики конечных устройств, полученных путем включения в них активного материала. Кислородсодержащее соединение может содержать координированную воду в количестве в диапазоне от 0,5 до 7,5 мас. % по отношению к кислородсодержащему соединению, предпочтительно от 0,5 до 3,5%, более предпочтительно от 0,5 до 1,5%.

Частицы кислородсодержащих соединений активного материала имеют средний диаметр в диапазоне от 5 нм до 40 мкм, предпочтительно от 15 нм до 10 мкм, более предпочтительно от 20 нм до 5 мкм. В другом преимущественном и предпочтительном аспекте изобретения частицы кислородсодержащих соединений имеют средний диаметр в

диапазоне 10-200 нм, более предпочтительно в диапазоне 15-100 нм, еще более предпочтительно 20-40 нм.

Активный материал EPG в соответствии с изобретением в качестве кислородсодержащего соединения предпочтительно содержит оксид магния, более предпочтительно в массовых процентах в диапазоне от 0,6% до 100%, предпочтительно от 1% до 100%, более предпочтительно от 50% до 80 % по отношению к общей массе активного материала.

Активный материал в качестве кислородсодержащего соединения предпочтительно содержит оксид циркония, более предпочтительно в массовых процентах в диапазоне от 0,6% до 100%, предпочтительно от 1% до 100%, более предпочтительно от 50% до 80 % по отношению к общей массе активного материала.

Активный материал предпочтительно содержит MgO с ZrO_2 в качестве кислородсодержащих соединений, более предпочтительно в массовых процентах в диапазоне от 0,6% до 100%, еще более предпочтительно в диапазоне от 5% до 80% по отношению к общей массе активного материала.

Активный материал предпочтительно содержит MgO вместе с ZnO и ZrO_2 в качестве кислородсодержащих соединений, более предпочтительно в массовых процентах в диапазоне от 0,6% до 90%, еще более предпочтительно в диапазоне от 5% до 80% по отношению к общей массе активного материала.

EPG в соответствии с изобретением содержит активный материал между по меньшей мере двумя электродами.

Кислородсодержащие соединения активного материала могут быть нанесены в виде порошка на по меньшей мере один электрод и прижаты к другому металлическому электроду с использованием машинного пресса. Можно использовать альтернативные методы, уже известные в данной области, например, золь-гель, струйную печать и напыление.

Электроды изготовлены из металлов, сплавов и/или материалов на основе углерода, таких как графит. Толщина электродов составляет предпочтительно от 0,1 до 3000 мкм, более предпочтительно от 50 до 1000 мкм, еще более предпочтительно от 300 до 600 мкм. В предпочтительном варианте осуществления EPG в соответствии с изобретением по меньшей мере два электрода выполнены из Cu и Al предпочтительно в виде по существу параллельных пластин или фольги. В случае гибкого EPG как гибкие материалы сами по себе (среди ранее перечисленных материалов), так и металлизированные полимеры могут рассматриваться как электроды.

В предпочтительном варианте осуществления EPG 1, схематично показанном на

фиг. 1, по меньшей мере два электрода 10 имеют форму пластины. Две пластины расположены по существу параллельно друг другу, чтобы образовать зазор, заполненный активным материалом 20 в соответствии с изобретением в виде "многослойной (сэндвич) структуры". Расстояние между электродами 10 напрямую зависит от требуемой толщины наносимого активного материала.

Форма электродов не является ограничивающей. Например, в альтернативном варианте осуществления EPG может содержать два коаксиальных цилиндрических электрода, которые образуют кольцевое пространство, заполненное активным материалом в соответствии с изобретением. В соответствии с изобретением EPG может содержать более двух электродов, при этом два соседних электрода ограничивают зазор, заполненный активным материалом.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления по меньшей мере два электрода выполнены из отличных друг от друга материалов, предпочтительно из Cu и Al. По меньшей мере два электрода предпочтительно подвергнуты очистке и травлению перед использованием в генераторе электроэнергии в соответствии с изобретением.

Активный материал EPG в соответствии с изобретением предпочтительно нанесен на электрод путем осаждения активного материала толщиной от 100 нм до 5 мм. С другой стороны, оптимальная толщина варьируется в зависимости от применения.

В дополнительном аспекте изобретение относится к модулю (PGM) генератора энергии, содержащему множество EPG, которые могут быть соединены последовательно или параллельно. В связи с этим, на фиг. 1A показана схема, содержащая PGM, в котором два EPG соединены параллельно, а на фиг. 1B показана схема, содержащая PGM, имеющий два EPG, соединенных последовательно. Обе схемы на фиг. 1A и 1B содержат нагрузочное сопротивление R_L . Напряжение относительно PGM можно контролировать, например, путем подключения потенциостата/гальваностата параллельно нагрузочному сопротивлению R_L .

Активный материал EPG в соответствии с изобретением может быть предпочтительно получен прессованием порошков одного или нескольких кислородсодержащих соединений, имеющих средний диаметр в соответствии с изобретением. Стадия прессования предпочтительно может быть выполнена непосредственно на одном из двух электродов EPG в соответствии с изобретением.

Как вариант, активный материал может быть нанесен в виде композиции на один из двух электродов и после этого подвергнут стадии обжига, чтобы получить по существу сухой продукт.

Не ограничиваясь какой-либо теорией, авторы изобретения полагают, что

флюсирование различных выбранных газообразных соединений во время процедуры получения активного материала может улучшить конечные характеристики полученного EPG с точки зрения потенциала разомкнутой цепи (OCV) в соответствии с последовательностью $N_2 > \text{Воздух (влажный)} > \text{Воздух (сухой)} > O_2 \text{ (сухой)} > CO_2 \text{ (сухой)}$.

В другом аспекте изобретения авторы изобретения полагают, что предложенный активный материал, содержащийся в EPG в соответствии с изобретением, может быть надлежащим образом интегрирован в смесь активных материалов, принятых для изготовления используемых обычно конденсаторов. Поэтому, в другом аспекте изобретение относится к применению активного материала, содержащего по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO , ZnO , $ZrOCl_2$, ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , BeO , CaO , Ga_2O_3 , In_2O_3 , GeO_2 , SnO_2 и PbO_2 , причем средний диаметр частиц кислородсодержащего соединения находится в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, и при этом отсутствует загуститель, выбранный из группы, состоящей из агар-агара, ксантановой камеди, метилцеллюлозы и аравийской камеди, для изготовления конденсаторов.

В еще одном аспекте изобретение относится к конденсатору, содержащему по меньшей мере первый электрод, второй электрод и активный материал, содержащий по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO , ZnO , $ZrOCl_2$, ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , BeO , CaO , Ga_2O_3 , In_2O_3 , GeO_2 , SnO_2 и PbO_2 , причем средний диаметр частиц кислородсодержащего соединения находится в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, и при этом отсутствует загуститель, выбранный из группы, состоящей из агар-агара, ксантановой камеди, метилцеллюлозы и аравийской камеди.

В предпочтительном варианте осуществления в активном материале в соответствии с изобретением также отсутствует целлюлозное соединение в качестве загустителя.

В еще одном предпочтительном и преимущественном варианте осуществления по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO , ZnO , $ZrOCl_2$, ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , BeO , CaO , Ga_2O_3 , In_2O_3 , GeO_2 , SnO_2 и PbO_2 , или их смеси, присутствует в количестве от 0,6% до 100% (мас./мас.) по отношению к количеству активного материала, более предпочтительно в количестве от 1% до 80%, еще более предпочтительно 50-80% (мас./мас.).

Предпочтительные признаки, относящиеся к EPG в соответствии с изобретением, могут быть такими же для конденсатора в соответствии с изобретением с учетом тех же технических особенностей.

Как будет видно из последующей экспериментальной части, EPG в соответствии с изобретением способен генерировать ток, сразу после сборки, и, таким образом, он

отличается от обычного конденсатора. Кроме того, что удивительно, характеристики EPG в соответствии с изобретением сильно зависят от температуры, то есть разность потенциалов увеличивается с температурой. В частности, что касается традиционных генераторов энергии известного уровня техники, EPG в соответствии с изобретением не требует градиента температуры. Действительно, генератор электроэнергии в соответствии с изобретением способен преобразовывать часть тепловой энергии в электрическую энергию даже в изотермических условиях. В частности, предпочтительно, чтобы ток, измеряемый генератором электроэнергии в соответствии с изобретением, увеличивался в 1,5-4 раза при повышении температуры от 20 до 80°C.

В соответствии с настоящим изобретением EPG преимущественно способен обеспечивать электрическую энергию в широком диапазоне температур. Преимущественно, электрическая энергия, обеспечиваемая EPG, имеет высокую устойчивость к температуре.

Были оценены характеристики EPG в соответствии с изобретением с электрической точки зрения. Сначала с помощью мультиметра был измерен потенциал разомкнутой цепи (OCV), устройство EPG показало напряжение 1 В в конфигурации, содержащей алюминий и графит в качестве электродов и смесь оксидов с MgO в качестве основного компонента. Были изготовлены другие устройства EPG в соответствии с изобретением, и в зависимости от компонентов, электродов и порошковых материалов результаты варьировались от 50 мВ до 1200 мВ.

Со ссылкой на фиг. 2А и 2В. Для того чтобы получить характеристики EPG с электрической точки зрения была выбрана специальная электрическая схема ЕС. В частности, были испытаны EPG на основе порошка смешанных оксидов. Как показано в схеме на фиг. 2А, EPG был соединен последовательно с конденсатором С с начальным напряжением $V_i = 0$ В. Более конкретно, электрическая схема ЕС содержит переключатель SW, который в первом состоянии переключения соединяет EPG с конденсатором С. Во время фазы зарядки (фиг. 2А) EPG заряжал конденсатор до равновесного напряжения. Как только конденсатор был заряжен, переключатель SW был переключен (во второе состояние переключения), тем самым подключая конденсатор к произвольному нагрузочному резистору R_L для разрядки конденсатора (фаза разряда или фаза покоя); теперь EPG был электрически изолирован (фиг. 2В). Под термином "резистор" обычно подразумевают электрический резистор, диод, их сочетание или любой электрический компонент, способный разрядить конденсатор С, когда переключатель SW находится в упомянутом втором состоянии переключения.

Энергия, запасенная в конденсаторе, была вычислена из характеристической

емкости и зарядного напряжения (V_c), измеренного с помощью мультиметра; предпочтительно в этой установке использовали электрохимический конденсатор. В одном из проведенных испытаний использовали временный переключатель для чередования заряда конденсатора и фазы покоя, когда EPG был электрически изолирован, в этой фазе происходило восстановление напряжения элемента. Во время этой фазы (фиг. 2B) конденсатор последовательно соединяли с произвольным резистором (R_L) с единственной целью – полностью разрядить его до начала следующего цикла зарядки, при этом отслеживали кривую разряда с помощью мультиметра.

На фиг. 3 показан PGM в той же тестовой электрической цепи, что и на фиг. 2.

Теперь изобретение будет проиллюстрировано некоторыми неограничивающими примерами активного материала и EPG в соответствии с изобретением.

Примеры

Пример 1. Изготовление EPG в соответствии с изобретением

В обычной процедуре алюминиевую фольгу толщиной около 100 мкм помещают на дно круглой формы диаметром 2 см. 0,1 г порошка MgO со средним диаметром в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, предпочтительно в диапазоне от 1 до 10 мкм, более предпочтительно от 2 до 5 мкм, продаваемого компанией Sigma-Aldrich, насыпают на Al и осторожно прессуют поршнем под давлением 0,01 МПа для уплотнения активного порошка. Затем на активный материал насыпают порошок графита (100 мкм, 0,05 г) или порошок меди (20 мкм, 0,03 г) и удаляют форму. Наконец, в течение 5 минут прикладывают сжимающее давление 800 МПа, а затем снимают. Полученные таким способом заготовки имеют диаметр 2 см, толщину 0,05 см и вес 0,35 г.

Не ограничиваясь какой-либо теорией, авторы изобретения полагают, что флюсирование различных выбранных газообразных соединений во время процедуры изготовления может улучшить конечные характеристики полученного EPG с точки зрения OCV в соответствии с последовательностью $N_2 > \text{Воздух (влажный)} > \text{Воздух (сухой)} > O_2 \text{ (сухой)} > CO_2 \text{ (сухой)}$.

Пример 2. Изготовление EPG в соответствии с изобретением

В обычной процедуре алюминиевую фольгу толщиной около 100 мкм помещают на дно круглой формы диаметром 1,5 см. 0,1 г порошка ZrO_2 со средним диаметром в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, предпочтительно в диапазоне от 1 до 10 мкм, более предпочтительно от 2 до 5 мкм, продаваемого компанией Sigma-Aldrich, насыпают на Al и осторожно прессуют поршнем под давлением 0,01 МПа для уплотнения активного порошка. Затем на активный материал накладывают медную фольгу (50 мкм толщиной и 1,5 см в диаметре) или порошок меди (20 мкм, 0,03 г) и удаляют форму. Наконец, в течение

5 минут прикладывают сжимающее давление 800 МПа, а затем снимают. Полученные заготовки имеют диаметр 1,5 см и активную площадь 1,76 см².

Не ограничиваясь какой-либо теорией, авторы изобретения полагают, что флюсирование различных выбранных газообразных соединений во время процедуры изготовления может улучшить конечные характеристики полученного EPG с точки зрения OCV в соответствии с последовательностью N₂ > Воздух (влажный) > Воздух (сухой) > O₂ (сухой) > CO₂ (сухой).

Пример 3. Изготовление EPG в соответствии с изобретением

В обычной процедуре алюминиевую фольгу толщиной около 100 мкм помещают на дно круглой формы диаметром 1,5 см. 0,1 г порошка MgO со средним диаметром в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, предпочтительно в диапазоне от 1 до 10 мкм, более предпочтительно от 2 до 5 мкм, продаваемого компанией Sigma-Aldrich, насыпают на Al и осторожно прессуют поршнем под давлением 0,01 МПа для уплотнения активного порошка. Затем на активный материал накладывают медную фольгу (50 мкм толщиной и 1,5 см в диаметре) или порошок меди (20 мкм, 0,03 г) и удаляют форму. Наконец, в течение 5 минут прикладывают сжимающее давление 800 МПа, а затем снимают. Полученные заготовки имеют диаметр 1,5 см и активную площадь 1,76 см².

Не ограничиваясь какой-либо теорией, авторы изобретения полагают, что флюсирование различных выбранных газообразных соединений во время процедуры изготовления может улучшить конечные характеристики полученного EPG с точки зрения OCV в соответствии с последовательностью N₂ > Воздух (влажный) > Воздух (сухой) > O₂ (сухой) > CO₂ (сухой).

Пример 4. Изготовление EPG в соответствии с изобретением

В обычной процедуре алюминиевую фольгу толщиной около 100 мкм помещают на дно круглой формы диаметром 1,5 см. 0,1 г порошка In₂O₃ со средним диаметром в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, предпочтительно в диапазоне от 1 до 10 мкм, более предпочтительно от 2 до 5 мкм, продаваемого компанией Sigma-Aldrich, насыпают на Al и осторожно прессуют поршнем под давлением 0,01 МПа для уплотнения активного порошка. Затем на активный материал накладывают медную фольгу (50 мкм толщиной и 1,5 см в диаметре) или порошок меди (20 мкм, 0,03 г) и удаляют форму. Наконец, в течение 5 минут прикладывают сжимающее давление 800 МПа, а затем снимают. Полученные заготовки имеют диаметр 1,5 см и активную площадь 1,76 см².

Не ограничиваясь какой-либо теорией, авторы изобретения полагают, что флюсирование различных выбранных газообразных соединений во время процедуры изготовления может улучшить конечные характеристики полученного EPG с точки зрения

OCV в соответствии с последовательностью $N_2 > \text{Воздух (влажный)} > \text{Воздух (сухой)} > O_2 \text{ (сухой)} > CO_2 \text{ (сухой)}$.

Пример 5. Изготовление EPG в соответствии с изобретением

В обычной процедуре алюминиевую фольгу толщиной около 100 мкм помещают на дно круглой формы диаметром 1,5 см. 0,1 г порошка GeO_2 со средним диаметром в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, предпочтительно в диапазоне от 1 до 10 мкм, более предпочтительно от 2 до 5 мкм, продаваемого компанией Sigma-Aldrich, насыпают на Al и осторожно прессуют поршнем под давлением 0,01 МПа для уплотнения активного порошка. Затем на активный материал накладывают медную фольгу (50 мкм толщиной и 1,5 см в диаметре) или порошок меди (20 мкм, 0,03 г) и удаляют форму. Наконец, в течение 5 минут прикладывают сжимающее давление 800 МПа, а затем снимают. Полученные заготовки имеют диаметр 1,5 см и активную площадь 1,76 см².

Не ограничиваясь какой-либо теорией, авторы изобретения полагают, что флюсирование различных выбранных газообразных соединений во время процедуры изготовления может улучшить конечные характеристики полученного EPG с точки зрения OCV в соответствии с последовательностью $N_2 > \text{Воздух (влажный)} > \text{Воздух (сухой)} > O_2 \text{ (сухой)} > CO_2 \text{ (сухой)}$.

Пример 6. Изготовление активного материала для EPG в соответствии с изобретением

В обычной процедуре хлопья (или порошок) PVDF (поливинилденфторида) смешивают с растворителем NMP (N-метил-2-пирролидон) и перемешивают в течение периода времени, составляющего от 12 до 48 ч, до полного растворения. В предпочтительном варианте для ускорения растворения PVDF температуру растворения можно повысить до максимум 80°C.

Содержание PVDF в растворе составляло по меньшей мере 0,5%, предпочтительно в диапазоне от 4% до 10% по отношению к общей массе.

После этой стадии добавили порошки оксидов со средним диаметром в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, предпочтительно в диапазоне от 1 до 10 мкм, более предпочтительно от 2 до 5 мкм, продаваемых компанией Sigma-Aldrich, в количестве по меньшей мере 0,6%, предпочтительно от 10 до 30% по отношению к общей массе активного материала. Полученная смесь имела значение вязкости, предпочтительно находящееся в диапазоне от 1000 с·Па до 10000 с·Па, более предпочтительно от 5000 с·Па до 7000 с·Па, если измерять с помощью вращающегося вискозиметра Viscotester VTR5 со скоростью 20 об/мин при T = 25°C.

Состав приведен в следующей таблице

Химикат	Количество (г)
NMP	72
PVDF	8
MgO	15
ZrO ₂	5

Не ограничиваясь какой-либо теорией, авторы изобретения полагают, что флюсирование различных выбранных газообразных соединений во время процедуры изготовления может улучшить конечные характеристики полученного EPG с точки зрения OCV в соответствии с последовательностью N₂ > Воздух (влажный) > Воздух (сухой) > O₂ (сухой) > CO₂ (сухой).

Пример 7. Изготовление EPG в соответствии с изобретением

Генератор EPG электроэнергии был собран с использованием состава активного материала из Примера 6.

Два электрода прямоугольной формы, изготовленные, соответственно, из меди и алюминия и имеющие одинаковую площадь (около 25 см²), были очищены и протравлены для использования при сборке генератора электроэнергии. Затем, активный материал, содержащий порошки оксидов со средним диаметром в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, предпочтительно в диапазоне от 1 до 10 мкм, более предпочтительно от 2 до 5 мкм, продаваемый компанией Sigma-Aldrich, осаждали на поверхности электрода из меди с использованием технологии применения ножевого устройства. Толщина активного материала составляла около 500 мкм. Полученный таким образом продукт запекали при температуре от 60 до 100°C, предпочтительно от 70 до 90°C, в течение периода времени от 30 минут до 12 часов, предпочтительно 2 часа, чтобы высушить активный материал, тем самым, получив твердый генератор электроэнергии. После этой стадии электрод из Al помещали поверх осажженного активного материала параллельно медному электроду. Два электрода были аккуратно спрессованы, обеспечивая равномерный контакт активного материала с их поверхностью.

Использованное кислородсодержащее соединение и, следовательно, активный материал содержал координированную воду в количестве в диапазоне от 0,5 до 7,5 мас. % по отношению к кислородсодержащему соединению, предпочтительно от 0,5 до 3,5%, более предпочтительно от 0,5 до 1,5%.

Пример 8. Изготовление EPG в соответствии с изобретением

Генератор EPG электроэнергии был собран с использованием состава активного материала из Примера 6.

Два электрода прямоугольной формы, изготовленные, соответственно, из меди и алюминия и имеющие одинаковую площадь (около 25 см²), были очищены и протравлены для использования при сборке генератора электроэнергии. Затем, активный материал,

содержащий порошки оксидов со средним диаметром в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, предпочтительно в диапазоне от 1 до 10 мкм, более предпочтительно от 2 до 5 мкм, продаваемый компанией Sigma-Aldrich, осаждали на поверхности электрода из меди с использованием технологии ротационного осаждения, ускоряя подложку от 0 до 1000 об./мин. за 30 секунд и поддерживая скорость вращения 1000 об./мин. в течение следующих 60 секунд.

Полученный таким образом продукт запекали при температуре от 60 до 120°C, предпочтительно от 80 до 100°C, в течение периода времени от 30 минут до 12 часов, предпочтительно 2 часа, чтобы высушить активный материал, тем самым, получив твердый генератор электроэнергии. После этой стадии электрод из Al помещали поверх осажденного активного материала параллельно медному электроду. Два электрода были аккуратно спрессованы, обеспечивая равномерный контакт активного материала с их поверхностью.

Использованное кислородсодержащее соединение и, следовательно, активный материал содержал координированную воду в количестве в диапазоне от 0,5 до 7,5 мас. % по отношению к кислородсодержащему соединению, предпочтительно от 0,5 до 3,5%, более предпочтительно от 0,5 до 1,5%.

Пример 9. Изготовление активного материала EPG в соответствии с изобретением

В обычной процедуре в качестве исходного вещества используют метоксид Mg (6-10 мас. % раствор в метаноле). Сухой метанол, уксусную кислоту и моноэтаноламин используют, соответственно, в качестве растворителя и стабилизаторов. Метоксид Mg (2-10 мл) разбавляли в сухом метаноле (4-12 мл), а уксусную кислоту (0,02-0,1 мл, соотношение уксусная кислота/алкоксид 0,1-0,5) и моноэтаноламин (0,01-0,05 мл) добавляли к сухому метанолу (4-12 мл) в другой колбе. Затем раствор уксусной кислоты и моноэтаноламина добавляли к исходному раствору Mg с последующей реакцией в течение 0,5-4 часов. Затем раствор MgO обрабатывали ультразвуком при 50°C в течение 5-30 минут и затем нагревали, перемешивали и выдерживали в течение 12-24 часов. Полученный гель может быть нанесен на металлический электрод с помощью простых технологий нанесения покрытия погружением или ротационного осаждения и термически обработан при 180-700°C, предпочтительно, 200-500°C, более предпочтительно, 250-450°C. Продолжительность термической обработки составляет от 5 до 100 минут, предпочтительно от 5 до 30 минут, более предпочтительно от 5 до 20 минут. Противоелектрод может быть нанесен на покрытый гелем электрод перед термообработкой или после самой термообработки.

Не ограничиваясь какой-либо теорией, авторы изобретения полагают, что

флюсирование различных выбранных газообразных соединений во время процедуры изготовления может улучшить конечные характеристики полученного EPG с точки зрения OCV в соответствии с последовательностью $N_2 > \text{Воздух (влажный)} > \text{Воздух (сухой)} > O_2 \text{ (сухой)} > CO_2 \text{ (сухой)}$.

Пример 10. Оценка электрических характеристик EPG в соответствии с изобретением

Электрические характеристики EPG из примера 2 были оценены с использованием потенциостата/гальваностата AMEL2553. Электрическая схема показана на фиг. 4. Более подробно, на фиг. 4 показан EPG, обеспечивающий ток, в сочетании с собственным внутренним сопротивлением (R_i). Последнее обычно определяют как отношение потенциала разомкнутой цепи к току короткого замыкания. EPG последовательно подключили к конденсатору 10 мкФ, и отслеживали напряжение конденсатора путем подключения параллельно к нему гальваностата. Сопротивление (R_i) источника сильно зависит от компонентов активного материала. Полученный активный материал имеет низкую проводимость. Оценку электрических характеристик генератора электроэнергии осуществляли путем проведения потенциометрического анализа с установкой нулевого тока (напряжения на выводах). Результат показан на фиг. 5. В отношении последнего видно, что через 35 с конденсатор был заряжен до 760 мВ, что соответствует $8 \cdot 10^{-10}$ Вт·ч.

Пример 11. Оценка тепловых характеристик EPG в соответствии с изобретением

Генератор электроэнергии из Примера 3 был испытан при различных температурах с использованием принципиальной схемы, показанной на фиг. 6. Испытание длилось 900 секунд. В течение первых 60 секунд проводилось измерение напряжения на выводах при температуре окружающей среды (то есть 18°C). Затем EPG нагревали до температуры 50°C. Эту температуру поддерживали постоянной в течение 100 секунд. По истечении этого промежутка времени EPG охлаждали до температуры окружающей среды (T_a). В течение всей продолжительности эксперимента отслеживали значение OCV. Эксперимент был выполнен с использованием потенциостата/гальваностата AMEL2553.

Была получена кривая, представленная на фиг. 7. Измеренное напряжение на выводах при температуре, равной 50°C, в 1,5 раза выше по сравнению с исходным значением. После интервала времени при 50°C значение OCV постепенно уменьшалось с понижением температуры.

Пример 12. Оценка электрических характеристик EPG в соответствии с изобретением

Возможность работы с попеременным разрядом была оценена для EPG, имеющего признаки, как в Примере 1, а именно толщину, активную среду, состав, материал

электродов, площадь электродов, как в Примере 1. Для этого теста использовалась электрическая схема, как на фиг. 2А и 2В. В упомянутой схеме было установлено нагрузочное сопротивление R_L 10 Ом. Попеременный разряд содержит 5 минут работы и 5 минут покоя. Однако можно применять разные моменты времени включения-отключения. В течение 5 минут работы цепь замкнута, и конденсатор заряжается от EPG. В течение 5 минут покоя цепь разомкнута, и конденсатор разряжается под действием нагрузочного сопротивления R_L . Выражение "включенное состояние" означает рабочий период, в течение которого конденсатор заряжается. В конкретном случае это условие возникало циклически каждые 5 минут. В течение следующих 5 минут конденсатор был отключен (отключенное состояние) от EPG и разряжался через R_L .

Этот вид эксперимента был выполнен на конденсаторах емкостью 10 и 50 мкФ. На фиг. 8 и фиг. 9 показаны значения OCV для конденсатора непосредственно в начале отключенного состояния для конденсатора емкостью 10 мкФ и 50 мкФ, соответственно.

Таблица 1

Конденсатор	Среднее OCV (В)	Вт·ч	Вт·ч/л	Вт·ч/кг
10 мкФ	1,25	2,16E-09	1,38E-05	6,07E-06
50 мкФ	0,9	5,66E-09	3,61E-05	1,59E-05

Рассматривая значения, приведенные в таблице 1, можно заметить, что при увеличении емкости конденсатора в пять раз относительная подводимая энергия выше почти в 2,6 раза.

Понятно, что схема сильно влияет на характеристики EPG.

Пример 13

Генератор электроэнергии из Примера 2 был испытан с использованием потенциостата/гальваностата AMEL2553 на потенциал разомкнутой цепи (OCV). Схема цепи показана на фиг. 6. Измерение OCV с течением времени показано на фиг. 10, где можно увидеть, что значение OCV стабильно во времени при 1,135 В.

Пример 14

Чтобы продемонстрировать возможность получить модуль (PGM) генератора энергии, способный обеспечивать более высокие значения мощности, последовательно соединили три EPG, изготовленные в соответствии с примером 1. Потенциал разомкнутой цепи отслеживали с помощью потенциостата/гальваностата AMEL2553. Электрическая схема показана на фиг. 11. На фиг. 12 показано, что значение OCV при комнатной температуре для трех EPG является постоянным во времени при 1,6 В, в то время как значение OCV для одного EPG на основе примера 1 составляет около 0,5 В.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Генератор (EPG) электроэнергии, содержащий по меньшей мере первый электрод (11) и второй электрод (12), при этом генератор электроэнергии содержит активный материал между упомянутыми электродами (11, 12), причем упомянутый активный материал содержит по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO , ZnO , ZrOCl_2 , ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , BeO , CaO , Ga_2O_3 , In_2O_3 , GeO_2 , SnO_2 и PbO_2 , причем средний диаметр частиц кислородсодержащего соединения находится в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, и при этом отсутствует загуститель, выбранный из группы, состоящей из агар-агара, ксантановой камеди, метилцеллюлозы и аравийской камеди.

2. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 1, в котором отсутствует загуститель в виде целлюлозного соединения.

3. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 1 или 2, в котором по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO , ZnO , ZrOCl_2 , ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , BeO , CaO , Ga_2O_3 , In_2O_3 , GeO_2 , SnO_2 и PbO_2 , или их смеси, присутствует в количестве от 0,6% до 100% (мас./мас.) по отношению к количеству активного материала, более предпочтительно в количестве от 1% до 80%, еще более предпочтительно 50-80% (мас./мас.).

4. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-3, в котором по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение активного материала имеет средний диаметр частиц в диапазоне от 5 нм до 40 мкм, предпочтительно в диапазоне от 15 нм до 10 мкм, более предпочтительно от 20 нм до 5 мкм.

5. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-3, в котором по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение активного материала имеет средний диаметр частиц в диапазоне от 10 до 200 нм, предпочтительно в диапазоне от 15 до 100 нм, более предпочтительно от 20 до 40 нм.

6. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-5, в котором по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение активного материала представляет собой MgO в количестве в диапазоне от 0,6% до 100%, предпочтительно в диапазоне от 5% до 80% по отношению к общей массе активного материала.

7. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-5, в котором по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение активного материала представляет собой ZnO или ZrO_2 .

8. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-5, в котором активный материал содержит MgO , ZnO , ZrO_2 .

9. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-8, в котором активный материал дополнительно содержит по меньшей мере один пластификатор.

10. Генератор электроэнергии по п. 9, в котором по меньшей мере один пластификатор выбран из группы, состоящей из силоксанов, карнаубского воска, нафталина, поливинилиденфторида (PVDF), парилена, политетрафторэтилена (PTFE), фторэтиленпропилена (FEP), полидиметилсилоксана (PDMS), полимеров на водной основе и биополимеров.

11. Генератор электроэнергии по любому из пп. 1-10, в котором кислородсодержащее соединение содержит координированную воду в количестве в диапазоне от 0,5 до 7,5 мас. % по отношению к кислородсодержащему соединению, предпочтительно от 0,5 до 3,5%, более предпочтительно от 0,5 до 1,5%.

12. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-11, в котором упомянутые электроды выполнены из отличных друг от друга материалов в виде порошка или металлической фольги.

13. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-11, в котором упомянутые электроды выполнены из одного и того же материала.

14. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 12, в котором упомянутый первый электрод (11) выполнен из меди, и в котором упомянутый второй электрод выполнен из алюминия.

15. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 13, в котором упомянутые электроды выполнены из меди.

16. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 13, в котором упомянутые электроды выполнены из алюминия.

17. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 13, в котором упомянутые электроды выполнены из графита.

18. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 12, в котором упомянутые электроды выполнены из материала, выбранного из группы, состоящей из металлов, сплавов и материалов на основе углерода.

19. Модуль (PGM) генератора энергии, отличающийся тем, что он содержит множество генераторов (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-18, в котором упомянутые генераторы соединены параллельно или последовательно.

20. Электрическая схема (EC), содержащая EPG по любому из пп. 1-18, причем упомянутая схема (EC) также содержит конденсатор (C), резистор (R_L) и переключатель (SW), и при этом:

- в первом состоянии переключения упомянутый переключатель (SW)

последовательно соединяет упомянутый конденсатор (C) с упомянутым EPG; и

- во втором состоянии переключения упомянутый переключатель (SW) последовательно соединяет упомянутый конденсатор (C) с упомянутым резистором (R_L).

21. Электрическая схема (EC), содержащая PGM по п. 19, причем упомянутая схема (EC) также содержит конденсатор (C), резистор (R_L) и переключатель (SW), и при этом:

- в первом состоянии переключения упомянутый переключатель (SW) последовательно соединяет упомянутый конденсатор (C) с упомянутым PGM; и

- во втором состоянии переключения упомянутый переключатель (SW) последовательно соединяет упомянутый конденсатор (C) с упомянутым резистором (R_L).

22. Конденсатор (C), содержащий по меньшей мере первый электрод (11) и второй электрод (12), при этом конденсатор содержит активный материал между упомянутыми электродами (11, 12), причем упомянутый активный материал содержит по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO, ZnO, $ZrOCl_2$, ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , BeO, CaO, Ga_2O_3 , In_2O_3 , GeO_2 , SnO_2 и PbO_2 , причем средний диаметр частиц кислородсодержащего соединения находится в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, и при этом отсутствует загуститель, выбранный из группы, состоящей из агар-агара, ксантановой камеди, метилцеллюлозы и арабийской камеди.

ИЗМЕНЁННАЯ ПО СТ. 34 РСТ ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ,
ПРЕДЛОЖЕННАЯ ЗАЯВИТЕЛЕМ К РАССМОТРЕНИЮ

1. Генератор (EPG) электроэнергии, содержащий по меньшей мере первый электрод (11) и второй электрод (12), причем генератор электроэнергии содержит активный материал между упомянутыми электродами (11, 12), при этом активный материал содержит по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO , ZnO , ZrOCl_2 , ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , BeO , CaO , Ga_2O_3 , In_2O_3 , GeO_2 , SnO_2 и PbO_2 , причем средний диаметр частиц кислородсодержащего соединения находится в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, и при этом отсутствует загуститель, выбранный из группы, состоящей из агар-агара, ксантановой камеди, метилцеллюлозы и аравийской камеди, и в котором по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение или их смесь присутствует в количестве от 50% до 100% (мас./мас.) по отношению к количеству активного материала.

2. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 1, в котором отсутствует загуститель в виде целлюлозного соединения.

3. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 1 или 2, в котором по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO , ZnO , ZrOCl_2 , ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , BeO , CaO , Ga_2O_3 , In_2O_3 , GeO_2 , SnO_2 и PbO_2 , или их смеси, присутствует в количестве от 50% до 80% (мас./мас.) по отношению к количеству активного материала.

4. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-3, в котором по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение активного материала имеет средний диаметр частиц в диапазоне от 5 нм до 40 мкм, предпочтительно в диапазоне от 15 нм до 10 мкм, более предпочтительно от 20 нм до 5 мкм.

5. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-3, в котором по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение активного материала имеет средний диаметр частиц в диапазоне от 10 до 200 нм, предпочтительно в диапазоне от 15 до 100 нм, более предпочтительно от 20 до 40 нм.

6. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-5, в котором по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение активного материала представляет собой MgO в количестве в диапазоне от 0,6% до 100%, предпочтительно в диапазоне от 5% до 80% по отношению к общей массе активного материала.

7. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-5, в котором по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение активного материала представляет собой ZnO или ZrO_2 .

8. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-5, в котором активный материал содержит MgO, ZnO, ZrO₂.

9. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-8, в котором активный материал дополнительно содержит по меньшей мере один пластификатор.

10. Генератор электроэнергии по п. 9, в котором по меньшей мере один пластификатор выбран из группы, состоящей из силоксанов, карнаубского воска, нафталина, поливинилиденфторида (PVDF), парилена, политетрафторэтилена (PTFE), фторэтиленпропилена (FEP), полидиметилсилоксана (PDMS), полимеров на водной основе и биополимеров.

11. Генератор электроэнергии по любому из пп. 1-10, в котором кислородсодержащее соединение содержит координированную воду в количестве в диапазоне от 0,5 до 7,5 мас. % по отношению к кислородсодержащему соединению, предпочтительно от 0,5 до 3,5%, более предпочтительно от 0,5 до 1,5%.

12. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-11, в котором упомянутые электроды выполнены из отличных друг от друга материалов в виде порошка или металлической фольги.

13. Генератор (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-11, в котором упомянутые электроды выполнены из одного и того же материала.

14. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 12, в котором упомянутый первый электрод (11) выполнен из меди, и в котором упомянутый второй электрод выполнен из алюминия.

15. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 13, в котором упомянутые электроды выполнены из меди.

16. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 13, в котором упомянутые электроды выполнены из алюминия.

17. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 13, в котором упомянутые электроды выполнены из графита.

18. Генератор (EPG) электроэнергии по п. 12, в котором упомянутые электроды выполнены из материала, выбранного из группы, состоящей из металлов, сплавов и материалов на основе углерода.

19. Модуль (PGM) генератора энергии, отличающийся тем, что он содержит множество генераторов (EPG) электроэнергии по любому из пп. 1-18, в котором упомянутые генераторы соединены параллельно или последовательно.

20. Электрическая схема (EC), содержащая EPG по любому из пп. 1-18, причем упомянутая схема (EC) также содержит конденсатор (C), резистор (R_L) и переключатель

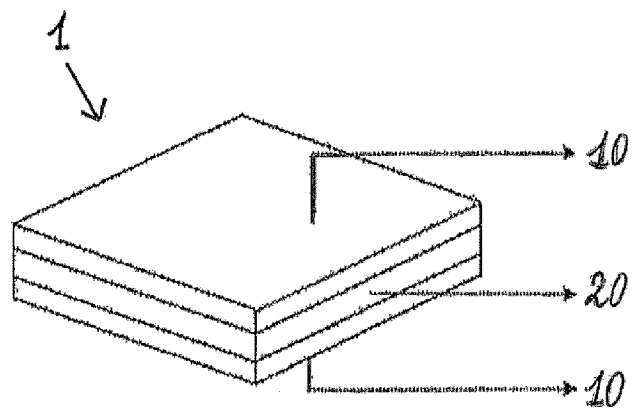
(SW), и при этом:

- в первом состоянии переключения упомянутый переключатель (SW) последовательно соединяет упомянутый конденсатор (C) с упомянутым EPG; и
- во втором состоянии переключения упомянутый переключатель (SW) последовательно соединяет упомянутый конденсатор (C) с упомянутым резистором (R_L).

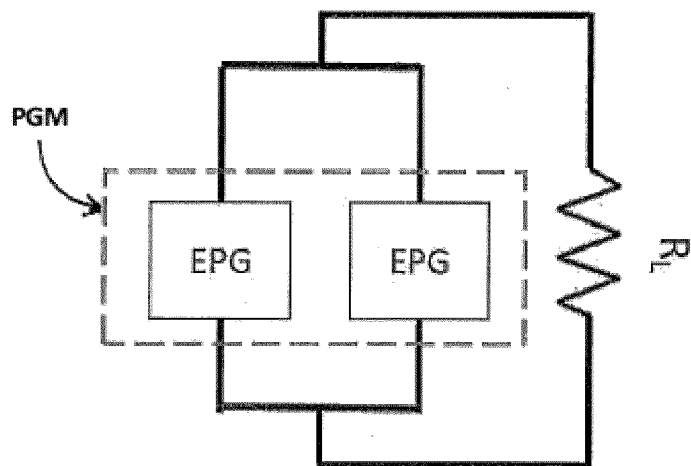
21. Электрическая схема (EC), содержащая PGM по п. 19, причем упомянутая схема (EC) также содержит конденсатор (C), резистор (R_L) и переключатель (SW), и при этом:

- в первом состоянии переключения упомянутый переключатель (SW) последовательно соединяет упомянутый конденсатор (C) с упомянутым PGM; и
- во втором состоянии переключения упомянутый переключатель (SW) последовательно соединяет упомянутый конденсатор (C) с упомянутым резистором (R_L).

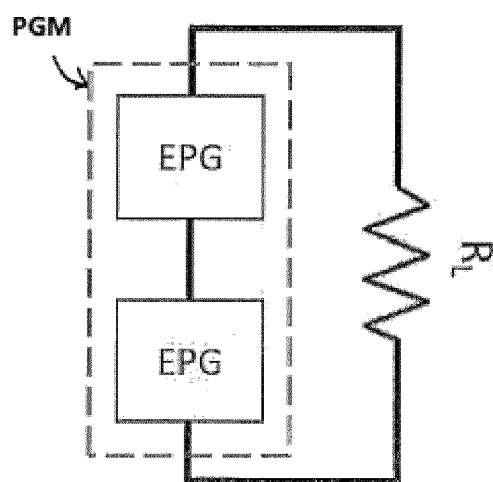
22. Конденсатор (C), содержащий по меньшей мере первый электрод (11) и второй электрод (12), причем конденсатор содержит активный материал между упомянутыми электродами (11, 12), при этом активный материал содержит по меньшей мере одно кислородсодержащее соединение, выбранное из группы, состоящей из MgO, ZnO, $ZrOCl_2$, ZrO_2 , SiO_2 , Bi_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , BeO, CaO, Ga_2O_3 , In_2O_3 , GeO_2 , SnO_2 и PbO_2 , причем средний диаметр частиц кислородсодержащего соединения находится в диапазоне от 10 нм до 40 мкм, и при этом отсутствует загуститель, выбранный из группы, состоящей из агар-агара, ксантановой камеди, метилцеллюлозы и аравийской камеди,



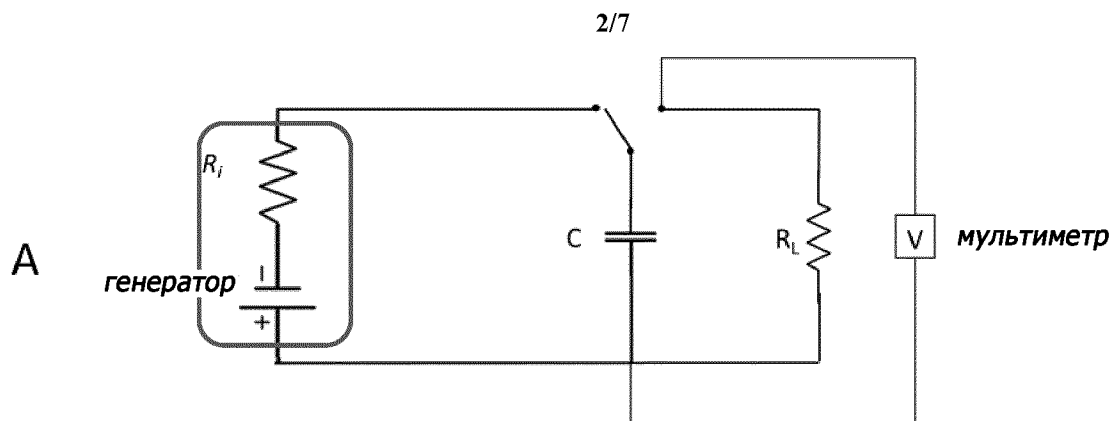
Фиг. 1



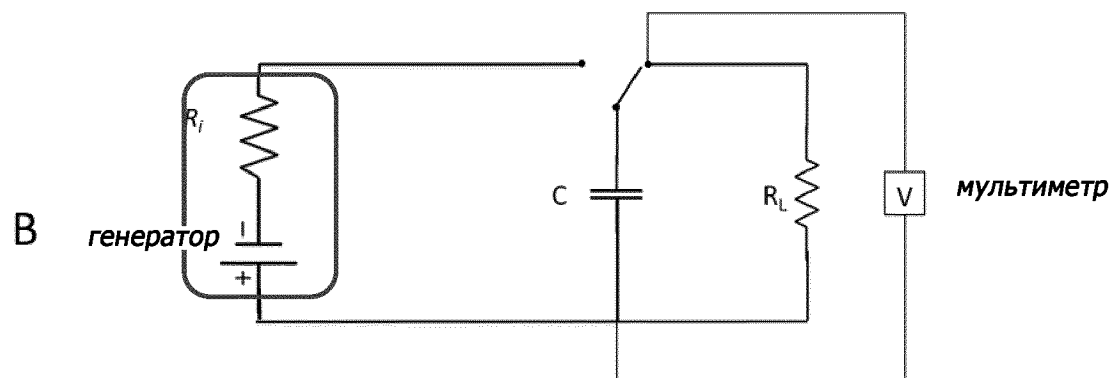
Фиг. 1A



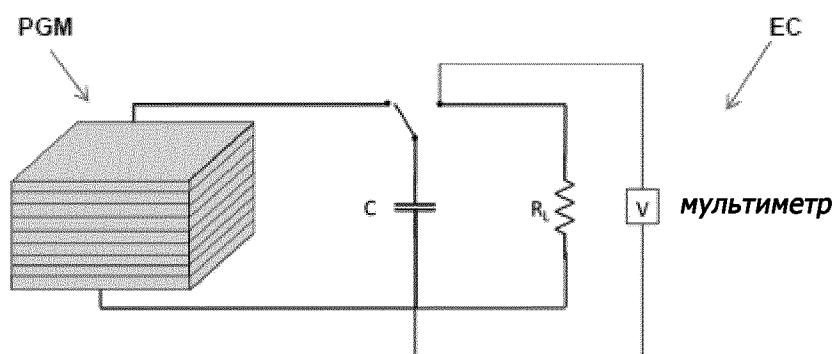
Фиг. 1B



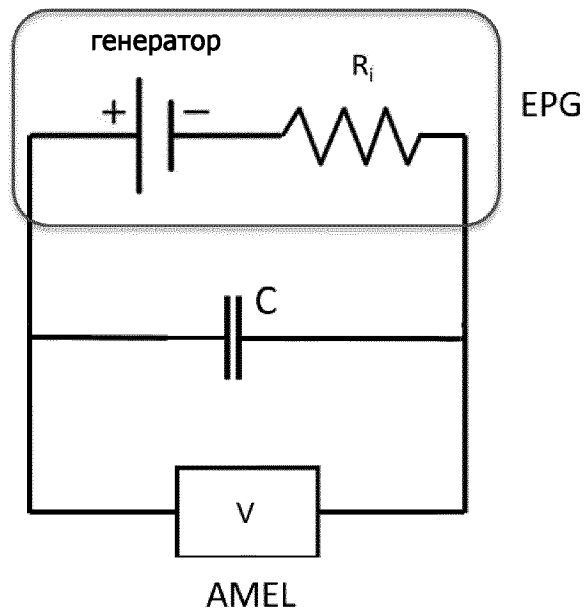
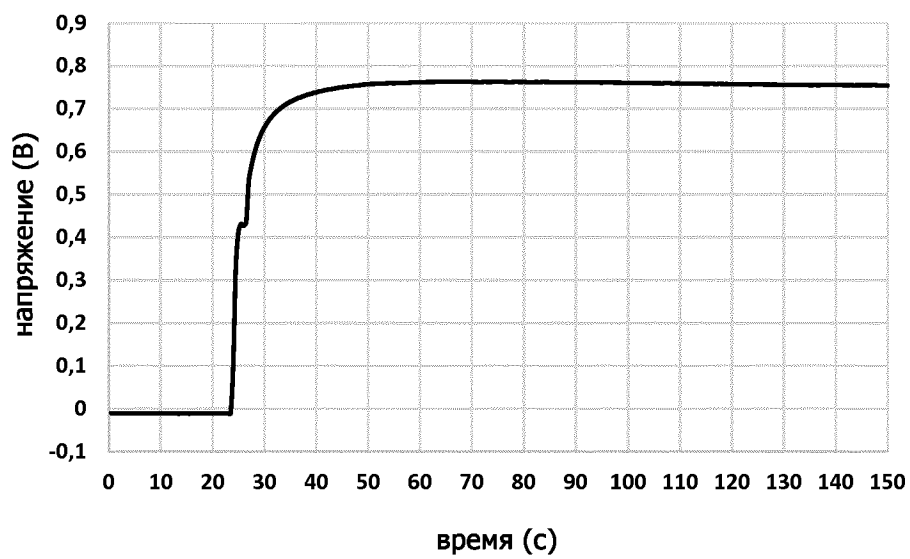
Фиг. 2А

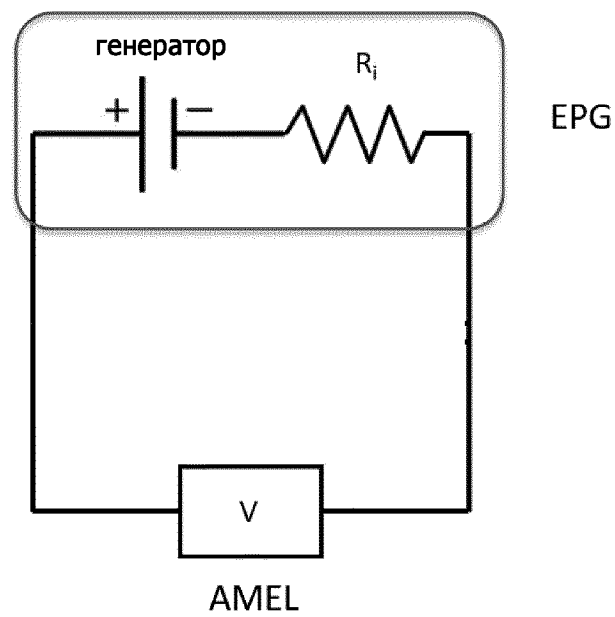
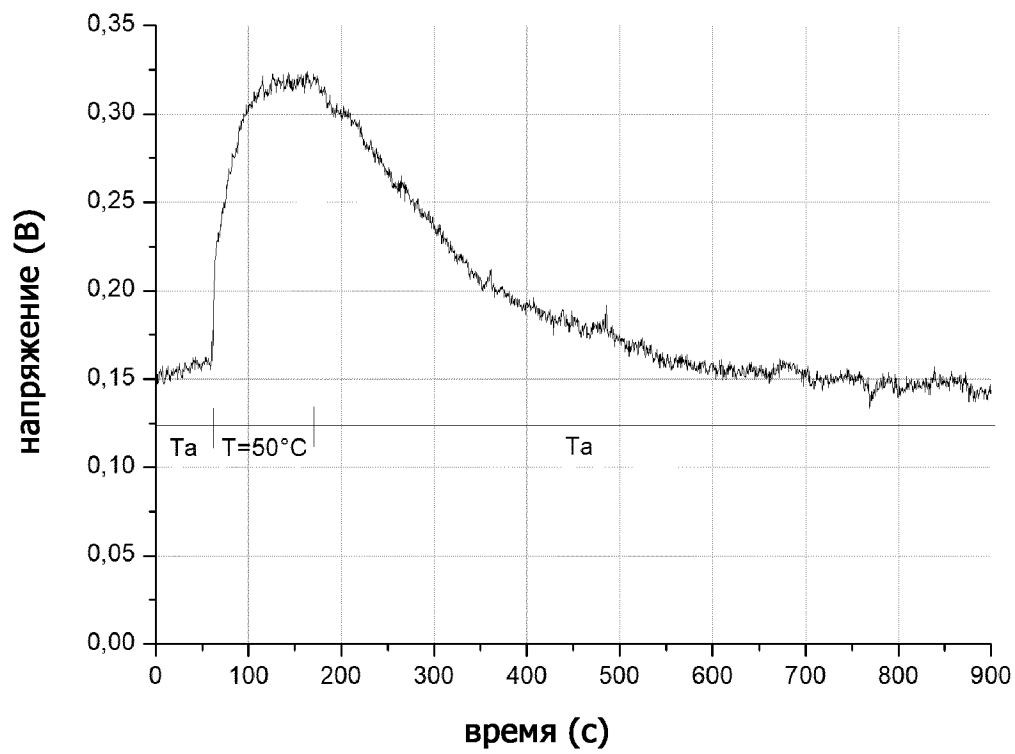


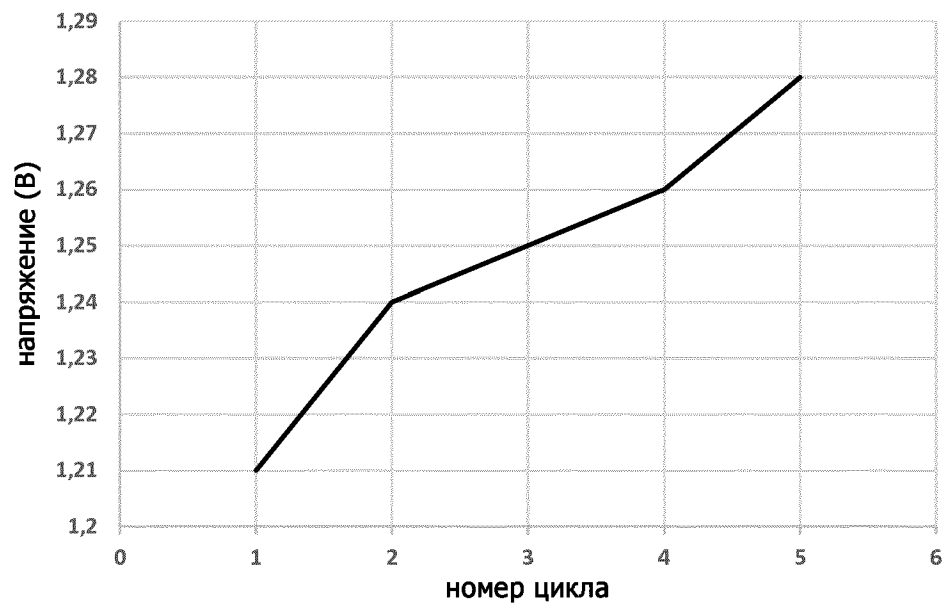
Фиг. 2В



Фиг. 3

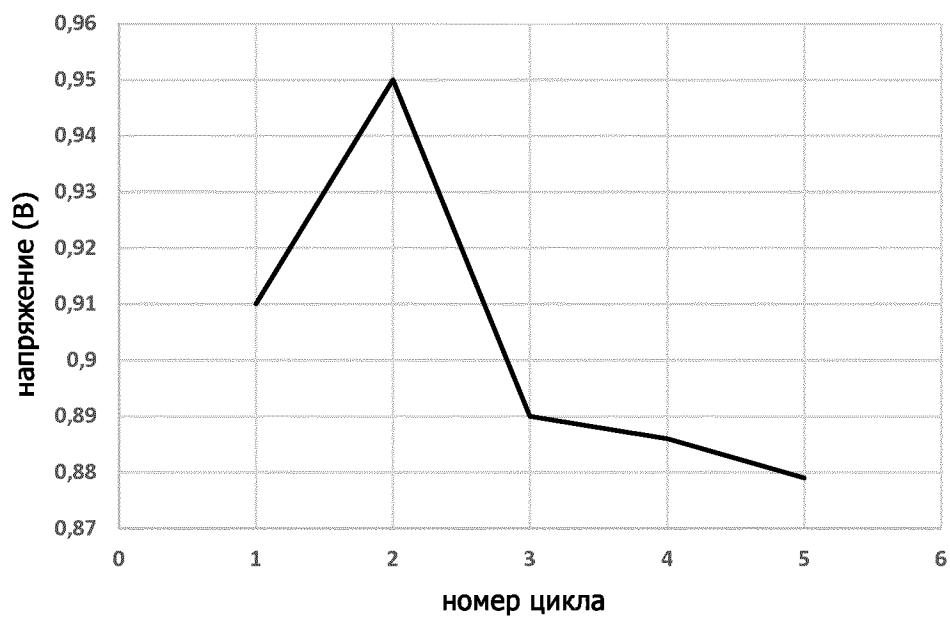
**Фиг. 4****Фиг. 5**

**Фиг. 6****Фиг. 7**



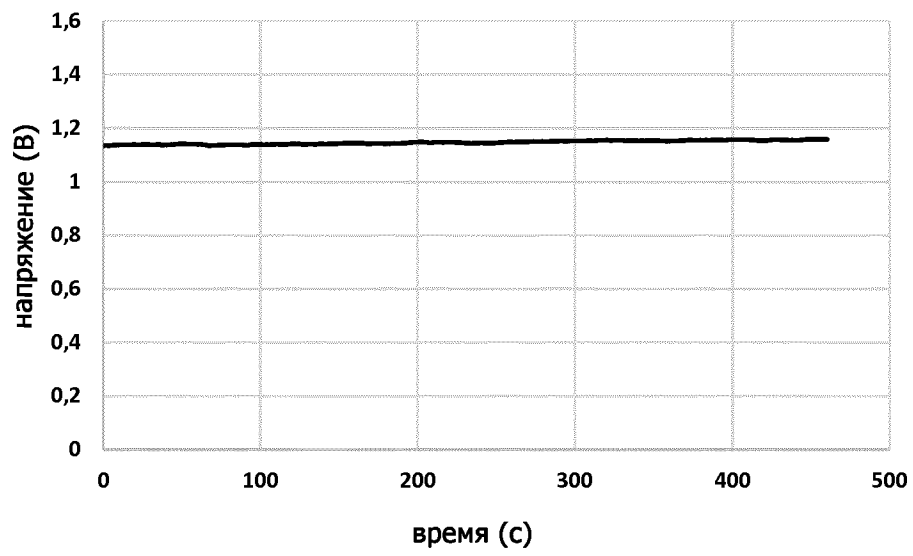
конденсатор 10 мкФ

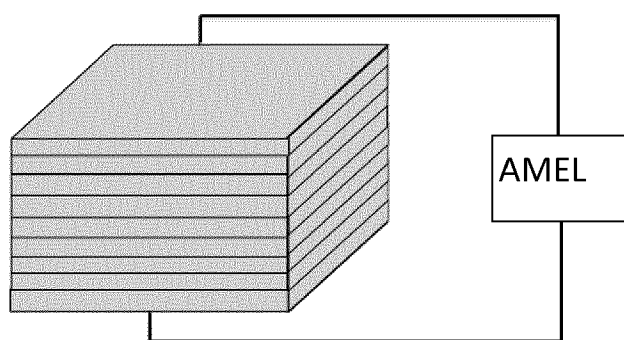
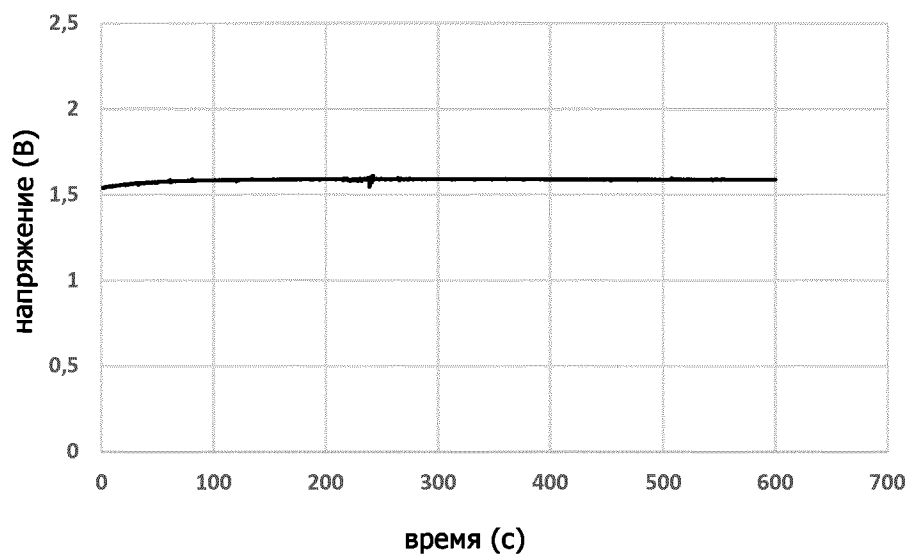
Фиг. 8



конденсатор 50 мкФ

Фиг. 9

**Фиг. 10**

**Фиг. 11****Фиг. 12**