ОБЗОР ИЗОБРЕТЕНИЙ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Обзорная статья
УДК 608; 69.001.5
https://doi.org/10.15828/2075-8545-2021-13-5-311-318

Изобретения ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. Часть V[1)]

Леонид Алексеевич Иванов[1]*, Ли Да Сюй[2], Константин Эдуардович Разумеев[3], Валентина Михайловна Феоктистова[4], Пётр Сергеевич Прокопьев[5]

[1] Российская инженерная академия, Москва, Россия
[2] Университет Олд Доминион, г. Норфолк, Вирджиния, США
[3] Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Россия
[4] Российский государственный университет туризма и сервиса, Черкизово, Московская область, Россия
[5] Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

*Автор, ответственный за переписку: e-mail: L.a.ivanov@mail.ru

РЕЗЮМЕ: Введение. Высокие технологии поражают воображение людей, демонстрируя все новые и новые достижения (материалы, способы, системы, технологии, устройства и др.), кардинально меняющие окружающий мир. Это, прежде всего, можно отнести к изобретениям ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. **Основная часть.** В статье в реферативной форме проводится обзор изобретений ученых, инженеров и специалистов из разных стран: России, США, Китая, Белоруссии, Италии. Результаты творческой деятельности ученых, инженеров и специалистов, в т.ч. и изобретения в области нанотехнологий и наноматериалов позволяют при их внедрении добиться значительного эффекта в строительстве, жилищно-коммунальном хозяйстве, смежных отраслях экономики. Например, изобретение «Защитное покрытие и способ его нанесения» относится к области защиты металлов от коррозии. Для получения защитного покрытия на поверхность нелегированной стали наносят композицию, содержащую индустриальное масло с порошком модифицированного фосфором медьуглеродного нанокомпозита, и подвергают термохимической активации путем нагрева в течение 20 мин при температуре 100–200°С. В ходе образования покрытия формируются прочные донорно-акцепторные связи атомов железа с фосфором, находящимся в составе медьуглеродного нанокомпозита. В ходе экспериментов было установлено, что нагревание образцов с покрытием из масла с добавлением модифицированного фосфором медьуглеродного нанокомпозита до 100–200°С повышает химическую активность нанокомпозита, в результате чего на поверхности образуется защитное покрытие, снижающее скорость коррозии в зависимости от концентрации модифицированного металлуглеродного нанокомпозита на 70–95%. Также представляют интерес для специалистов следующие изобретения в области нанотехнологий: способ получения наноструктурированной поверхности металлической заготовки лазерной обработкой, устройство получения нанодисперсных оксидов металлов, способ получения наноструктурного композиционного материала на основе алюминия, способ модификации поверхностей пластин паяного пластинчатого теплообменника и др. **Заключение.** Одна из актуальных задач экономики любой страны – повышение конкурентоспособности промышленности за счет ее технологического переоснащения. И в этом направлении главным объектом внимания со стороны государства и компаний становятся люди или предприятия, чья основная работа связана с изобретением и внедрением новых технологий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нанотехнологии в строительстве, наноразмерные материалы, нанокомпозит, нанодисперсные оксиды металлов, наноструктурирование.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Разумеев К.Э., Феоктистова В.М., Прокопьев П.С. Изобретения ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. Часть V // Нанотехнологии в строительстве. 2021. Т. 13, № 5. С. 311–318. https://doi.org/10.15828/2075-8545-2021-13-5-311-318

ВВЕДЕНИЕ

Высокие технологии поражают воображение людей, демонстрируя все новые и новые достижения (материалы, способы, системы, технологии, устройства и др.), кардинально меняющие окружаю-

[1)] Продолжение. Часть I – Часть IV опубликованы в журнале «Нанотехнологии в строительстве». 2021. Т. 13. №№ 1–4.

© Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Разумеев К.Э., Феоктистова В.М., Прокопьев П.С., 2021

щий мир. Это, прежде всего, можно отнести к изобретениям ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Способ получения наноструктурированной поверхности металлической заготовки лазерной обработкой (RU 2752821 C1)

Наноразмерные структуры характеризуются особенностями, заключающимися в том, что рассматриваемые процессы и совершаемые действия происходят в нанометровом диапазоне пространственных размеров, где исходным материалом являются отдельные атомы, молекулы, молекулярные системы. Поэтому, в отличие от традиционной технологии, для нанотехнологии характерен «индивидуальный» подход, при котором внешнее управление достигает отдельных атомов и молекул, что позволяет создавать из них наноразмерные материалы с контролируемой структурой и принципиально новыми физико-химическими свойствами – оптическими, электрическими, магнитными, коррозионностойкими, в том числе обеспечивающими улучшение механических и триботехнических свойств поверхности. На основании вышеизложенного новый достигаемый технический результат предполагаемого изобретения обеспечивается следующими по сравнению с прототипом техническими преимуществами [1]:

1. Достигается повышение качества соединения разнородных (разных по химическому составу) металлических заготовок при диффузионной сварке – повышение не менее чем на 14% предела прочности сварного соединения за счет предварительного наноструктурирования поверхности металлической заготовки.

2. Обеспечивается при наноструктурировании изменение исходных физико-химических свойств поверхности металлической заготовки – адгезионных, оптических, электрических, магнитных, коррозионностойких, в том числе обеспечивающих улучшение механических и триботехнических свойств поверхности, за счет формирования микронных и субмикронных структур одиночным сканирующим сфокусированным лазерным лучом. Полученные поверхностные структуры имеют вид микроборозд, микропор, искривленных каналов, микроконусов с поперечными размерами от 1 до 5 мкм, а также шарообразных структур диаметром около 500 нм на цилиндрических подставках-ножках (микроджетах) шириной около 300 нм.

Пеногель (RU 2753652 C1)

Изобретение относится к области получения вспененного геля кремнезема, структурированного нанодобавками, который может быть использован в качестве низкоплотной забойки взрывных скважин или шпуров при дроблении горного массива при добыче твердых полезных ископаемых [2].

Пеногель, включающий водные растворы жидкого стекла, коагулятора и пенообразователя, смешанные сжатым воздухом, и используемый в конструкции скважинного (шпурового) заряда в качестве забойки, инертного промежутка и придонного компенсатора, отличающийся тем, что с целью повышения устойчивости он дополнительно содержит нанодобавку кремнезоль – «наносил-30».

Технический результат достигается тем, что в качестве исходных веществ используется наиболее доступный и дешевый компонент силикат натрия 10–15% масс; в качестве нанодобавки используется «наносил-30» 0,05–0,15% масс, усиливающий золь-гель процесс; ортофосфорная кислота 5–8% масс; хлорид железа 0,1–0,3% масс; пенообразователь АБСК 3–5% масс и вода 71,55–81,85% масс. Получение пеногеля осуществляется на месте его применения в качестве забойки скважинного заряда на открытых горных работах или в шахтах при механическом смешивании сжатым воздухом водных растворов указанных веществ. В зависимости от количества сжатого воздуха кратность пеногеля варьирует от 5 до 15 единиц. Известно, что пеногель средней и высокой кратности для забойки взрывных скважин недостаточно эффективен, то есть не обеспечивает запирание продуктов взрыва.

Металлический сплав с высокими эксплуатационными характеристиками для аддитивного производства деталей машин (RU 2750946 C1)

Детали двигателей внутреннего сгорания, детали газовой турбины (например, лопатки, сопла, кожухи, камеры сгорания) должны быть изготовлены из металлических сплавов, выполненных с возможностью выдерживать высокотемпературные рабочие условия. Это особенно относится к деталям, которые расположены рядом с камерами сгорания газовой турбины, такими как сопла турбины. Температура рабочего газа, образованного продуктами сгорания в соплах первой ступени, может составлять 1100°C или выше, в то время как в самой нижней по потоку ступени турбины температура падает до приблизительно 650–700°C.

Для производства деталей вращения, таких как лопасти первой ступени турбины, используются специальные высокотемпературные сплавы на основе никеля. Эти сплавы являются дорогостоящими, но обязательными с точки зрения необходимости выдерживать совместное стрессовое воздействие высокой температуры и высоких динамических напряжений, образованных в роторной части турбомашины.

Изобретение относится к металлургии, а именно к металлическому сплаву с высокими эксплуатационными характеристиками, и может быть использовано для аддитивного производства деталей машин, в частности сопла газовой турбины [3]. Металлический сплав для изготовления сопла газовой турбины методом аддитивного производства, состоящий из, мас.%: O 0,01–0,05, N 0,005–0,025, S менее 0,003, C 0,005–0,07, Mn 0,6–0,8, Si 0,8–1,0, P менее 0,04, Cr 27–33, Ni 11–12, W 5–9, Fe 0,4–0,7, Ta менее 0,001, B менее 0,003, Cu менее 0,001, Zr менее 0,003, Co – остальное. Сплав характеризуется высокими эксплуатационными характеристиками, а именно высокой устойчивостью к высокотемпературному окислению и коррозии, высокой стойкостью к термической усталости, а также удовлетворительной свариваемостью.

Устройство получения нанодисперсных оксидов металлов (RU 2752756 C1)

Изобретение относится к химической промышленности и металлургии [4]. Устройство для получения нанодисперсных оксидов металлов (рис. 1) содержит линию 1 приготовления прекурсоров и линию 2 гидротермального синтеза, снабженные реакторами, центрифугами и емкостями. Линия 1 включает первый реактор, 3 – для приготовления раствора осадителя, соединенный со вторым реактором 6 – для приготовления суспензии прекурсора. К реактору 3 подключены емкость 4 с осадителем и емкость 5 с дистиллированной водой. К реактору 6 подключен мерник 7 с раствором нитратной соли. Реактор 6 соединен с декантатором 8, сообщенным, в свою очередь, с емкостью для декантата 9 и с первой центрифугой 10. Линия 2 снабжена реактором 11 для гидротермального синтеза, соединенным посредством подъемника 12 с первой центрифугой 10. К входу реактора 11 подключена емкость 5 с дистиллированной водой, соединенная с декантатором 8, а к выходу реактора 11 подключена вторая центрифуга 10, выход которой соединен с сушилкой 13. Реакторы 3 и 6 выполнены в виде закрытых емкостей, с наружных сторон которых смонтированы теплообменные рубашки, а внутри – мешалки якорного типа. Реактор 11 выполнен в виде автоклава, установлен на перемешивающем устройстве и подключен к контроллеру с возможностью задания и поддержания заданного температурного режима. Устройство позволяет получать различные нанодисперсные оксиды металлов без его переоборудования, поддерживать оптимальные технологические режимы и надежно контролировать процесс.

Технический результат достигается за счет того, что к первому реактору подключены емкости с осадителем и с дистиллированной водой, ко второму реактору подключен мерник с раствором нитратной соли, при

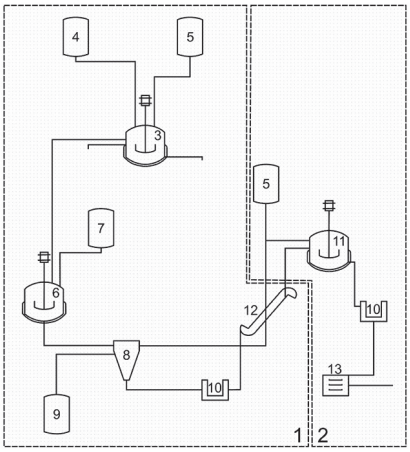

Рис.1. **Технологическая схема получения нанодисперсных оксидов металлов методом гидротермального синтеза:** 1 – линия приготовления прекурсоров, 2 – линия гидротермального синтеза, 3 – первый реактор, 4 – емкость с осадителем, 5 – емкости с дистиллированной водой, 6 – второй реактор, 7 – мерник, 8 – декантатор, 9 – емкость для декантата, 10 – центрифуги, 11 – третий реактор, 12 – подъемник, 13 – сушилка

этом данный реактор соединен с декантатором, сообщенным, в свою очередь, с емкостью для декантата и с первой центрифугой, причем устройство дополнительно содержит линию гидротермального синтеза, снабженную третьим реактором – для гидротермального синтеза, соединенным посредством подъемника с выходом указанной центрифуги, к входу третьего реактора подключена емкость с дистиллированной водой, соединенная с декантатором, а к выходу третьего реактора подключена вторая центрифуга, выход которой соединен с сушилкой. В частности, первый и второй реакторы выполнены в виде закрытых емкостей. В частности, с наружной стороны первого и второго реактора смонтированы теплообменные рубашки. В частности, в первом и втором реакторах смонтированы мешалки якорного типа. В частности, третий реактор выполнен в виде автоклава. В частности, третий реактор установлен на перемешивающем устройстве. В частности, третий реактор подключен к контроллеру с возможностью задания и поддержания заданного температурного режима.

Способ сварки деталей из жаропрочных сплавов на никелевой основе с использованием лазерного излучения (RU 2752822 C1)

В энергетических установках часто используются двухслойные сварные трубы из жаропрочного никелевого сплава и жаропрочной бронзы, обладающей высокой теплопроводностью, причем соединяют-

ся они между собой диффузионной сваркой. Хотя осуществление диффузионной сварки в вакууме или в инертной газовой среде расширяет технологические возможности данного способа сварки, в настоящее время проблема повышения качества соединения и расширение допустимого температурного режима сварки по-прежнему остается актуальной.

Улучшение механических характеристик сварных соединений при диффузионной сварке возможно за счет формирования на свариваемых поверхностях разных упорядоченных структур, в том числе микронного и субмикронного масштаба. Для их создания могут применяться такие технологические приемы, как лазерная модификация свариваемых поверхностей заготовок. Перспективным методом формирования наноструктуры на металлической поверхности может стать прямое лазерное наноструктурирование наносекундными импульсами. Ультрафиолетовая область спектра лазерного излучения более предпочтительна вследствие более высокого поглощения излучения металлами по сравнению с видимой и инфракрасной областями спектра. Эффективное воздействие лазерного излучения на тонкий (~1 мкм) приповерхностный слой металла позволяет получать разные микро- и наноструктуры с заданными параметрами.

Изобретение относится к способу сварки деталей из жаропрочных сплавов на никелевой основе и может найти применение в разных секторах машиностроения и металлургии [5]. Технический результат изобретения состоит в повышении качества соединения свариваемых деталей. Способ включает обработку лазерным излучением наносекундного импульсного лазера со скоростью охлаждения наноструктурируемой поверхности, обеспечивающей формирование на ней рельефных структур с размером менее 100 нм. Коэффициент перекрытия пятен лазерного луча определяют как отношение площади, обработанной двумя лазерными импульсами, к площади одного пятна от лазерного луча. После наноструктурирования поверхностей деталей из жаропрочных сплавов на никелевой основе осуществляют их диффузионную сварку в герметичной камере воздействием давления и нагрева свариваемых деталей из жаропрочных сплавов на никелевой основе в вакууме или в среде инертного газа.

Способ получения наноструктурного композиционного материала на основе алюминия (RU 2751401 C2)

Изобретение относится к способу получения наноструктурного композиционного материала на основе алюминия, модифицированного фуллереном C60, с улучшенными физико-механическими свойствами, для применения в области машиностроения и авиакосмической отрасли [6].

Наноструктурные композиционные материалы на основе алюминия, модифицированные фуллереном C60, демонстрируют повышенный уровень механических свойств. Для такого рода наноструктурных композитов известно, что при уменьшении среднего размера кристаллитов матрицы прочностные свойства возрастают, при этом на начальных стадиях происходит ламинарное снижение пластичности, пропорциональное уменьшению среднего размера кристаллитов, а затем, при достижении критического значения среднего размера кристаллитов, происходит резкое снижение пластичности почти до нулевых значений. Поэтому управление свойствами объемных наноструктурных композиционных материалов лишь за счет уменьшения структурных элементов материала сильно ограничено.

Задача, на решение которой направлено данное изобретение, нацелена на создание наноструктурного композиционного материала с дуплексной структурой на основе алюминия, модифицированного фуллереном C60, с улучшенными физико-механическими свойствами для использования в машиностроении и авиакосмической отрасли. Поставленная задача решается благодаря точному контролю химического и фазового состава порошков, обеспечению среднего размера кристаллитов алюминия ⩽ 70 нм в мелкокристаллическом порошке и в диапазоне 70–150 нм в крупнокристаллическом, за счет строго соблюдения соотношения 1:1 порошков двух типов в конечном материале, а также за счет их смешивания на уровне отдельных кристаллитов. В качестве модифицирующей углеродной фазы используется порошок фуллерена C60 в кристаллической форме в количестве 0,1–5–0,5 вес.%.

Техническим результатом является увеличение пластичности наноструктурного композиционного материала с дуплексной структурой на основе алюминия, модифицированного фуллереном C60, при незначительных потерях в прочностных характеристиках. Способ получения наноструктурного композиционного материала с дуплексной структурой на основе алюминия включает в себя несколько стадий подготовки компонентов: 1 – подготовка крупнокристаллических порошков; 2 – подготовка мелкокристаллических порошков; 3 – смешивание крупно и мелкокристаллических порошков; 4 – консолидация полученной порошковой смеси методом интенсивной пластической деформации – прямой горячей экструзии.

Способ получения композиционного материала с ориентированными углеродными нанотрубками (RU 2751882 C1)

Изобретение относится к области производства композиционных материалов, состоящих из армирующего материала, полимерной матрицы и напол-

нителя, в роли которого выступают углеродные нанотрубки, и может быть использовано при создании композиционных материалов с повышенной прочностью за счет использования однородного постоянного электрического поля, разрушающего агломераты углеродных нанотрубок и ориентирующего нанотрубки [7]. Способ получения композиционного материала с ориентированными углеродными нанотрубками, заключающийся в создании полимерного композиционного материала с ориентированными нанотрубками с помощью электрического поля, где армирующий материал пропускается через пропиточную ванну, содержащую полимерное связующее и углеродные нанотрубки в направлении вектора напряженности однородного постоянного электрического поля, возникающего при подаче постоянного электрического тока, разрушающего агломераты углеродных нанотрубок и ориентирующего нанотрубки вдоль направления движения армирующего материала.

Технический результат достигается тем, что в способе получения композиционного материала с ориентированными углеродными нанотрубками, заключающемся в создании полимерного композиционного материала с ориентированными нанотрубками с помощью электрического поля, армирующий материал пропускается через пропиточную ванну, содержащую полимерное связующее и углеродные нанотрубки в направлении вектора напряженности однородного постоянного электрического поля, возникающего при подаче постоянного электрического тока, разрушающего агломераты углеродных нанотрубок и ориентирующего нанотрубки вдоль направления движения армирующего материала.

Изобретение поясняется рис. 2 и рис. 3.

Способ получения композиционного материала с ориентированными углеродными нанотрубками заключается в создании полимерного композиционного

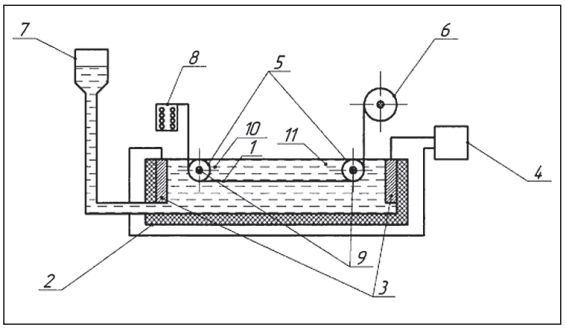

Рис. 2. **Принципиальная схема установки:** 1 – армирующий материал, 2 – пропиточная ванна, 3 – обкладки, 4 – ориентирующий блок, 5 – ролики, 6 – оправка, 7 – емкость со связующим, 8 – шпулярник, 9 – оси, 10 – углеродные нанотрубки, 11 – полимерное связующее

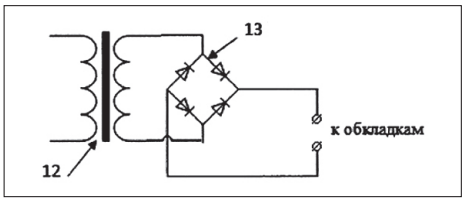

Рис. 3. **Принципиальная схема ориентирующего блока:** 12 – трансформатор, 13 – диодный мост

материала с ориентированными нанотрубками с помощью электрического поля, при этом армирующий материал 1 пропускается через пропиточную ванну 2, содержащую полимерное связующее 11 и углеродные нанотрубки 10 в направлении вектора напряженности однородного постоянного электрического поля, возникающего при подаче постоянного электрического тока, разрушающего агломераты углеродных нанотрубок 10 и ориентирующего нанотрубки вдоль направления движения армирующего материала 1.

Защитное покрытие и способ его нанесения (RU 2752488 C1)

Изобретение относится к области защиты металлов от коррозии [8]. Защитное покрытие поверхности нелегированной стали содержит 5–75 мас.% порошка модифицированного фосфором медьуглеродного нанокомпозита, распределенного в индустриальном масле И-20. Для получения защитного покрытия на поверхность нелегированной стали наносят композицию, содержащую индустриальное масло И-20 с 5–75 мас.% порошка модифицированного фосфором медьуглеродного нанокомпозита, и подвергают термохимической активации путем нагрева в течение 20 мин при температуре 100–200°С. В ходе образования покрытия формируются прочные донорно-акцепторные связи атомов железа с фосфором, находящимся в составе медьуглеродного нанокомпозита, которые, согласно спектрам рентгеноэлектронной спектроскопии, устойчивы при комнатной температуре и при нагреве до 500°С и выше. Изобретение обеспечивает высокую степень защиты поверхности нелегированной стали от коррозии за счет получения прочных химических связей между атомами противокоррозионного покрытия и его прочного химического сцепления с поверхностью стали.

Задачей заявляемого изобретения является максимально упростить по числу компонентов состав получаемого покрытия и использовать высокую химическую и адсорбционную активность модифицированных фосфором металлуглеродных нанокомпозитов. Для достижения поставленной задачи нами был использован модифицированный фосфором металлуглеродный нанокомпозит, полученный

методом механохимического взаимодействия медьуглеродных наноструктур с полифосфатом аммония. Медьуглеродный нанокомпозит представляет собой наноразмерный медьсодержащий кластер, стабилизированный углеродными волокнами, состоящими из фрагментов полиацетилена и карбина с неспаренными электронами на стыках фрагментов. Благодаря такому строению исходный нанокомпозит легко вступает в реакцию с полифосфатом аммония, в результате которой фосфор восстанавливается и входит в углеродную оболочку медьуглеродного нанокомпозита между фрагментами углеродных волокон. При этом фосфор может быть связывающим звеном (линкером) с веществами поверхности металла.

Технический результат достигается тем, что порошок данного модифицированного медьуглеродного нанокомпозита смешивали с базовым минеральным маслом И-20, которое в исходном состоянии (в чистом виде) не обладает заметными защитными свойствами.

При смешивании масло И-20 с порошком модифицированного фосфором медьуглеродного нанокомпозита были получены масляные композиции, содержащие от 5 до 75% нанокомпозита. Предварительные опыты показали, что введение модифицированного фосфором медьуглеродного нанокомпозита в минеральное масло хотя и повышает эффективность защитного покрытия, однако способствует снижению скорости коррозии стали на 10–30%. В ходе экспериментов было установлено, что нагревание образцов с покрытием из масла с добавлением модифицированного фосфором медьуглеродного нанокомпозита до 100–200°С повышает химическую активность нанокомпозита, в результате чего на поверхности образуется защитное покрытие, снижающее скорость коррозии в зависимости от концентрации модифицированного металлуглеродного нанокомпозита на 70–95%.

Полупроводниковый фотоэлектрический преобразователь (RU 2750366 C1)

Солнечная фотоэнергетика является одной из наиболее быстрорастущих отраслей мировой экономики, среднегодовые темпы роста которой оцениваются в 20%. И поскольку стоимость генерируемого фотоэлектрическими модулями электричества пока еще остается достаточно высокой (установленная мощность ~$1/Вт, стоимость электроэнергии 0,07 $1/Вт), способы ее удешевления за счет увеличения эффективности преобразования солнечного излучения в электричество и увеличения произведенной электроэнергии являются весьма актуальными задачами.

Изобретение относится к области прямого преобразования света в электрическую энергию [9]. Солнечный элемент представляет собой многослойную структуру для преобразования света и слой с нанесенными наночастицами на или внутри, или под слоем просветляющего покрытия, обладающими свойствами фотолюминесценции под действием УФ излучения. Поскольку фотолюминесценция происходит в области видимого света с меньшей энергией квантов, то поток тепла внутрь солнечного элемента сокращается. Для сохранения или улучшения эффективности преобразования света наночастицы должны обладать квантовой эффективностью фотолюминесценции $K \geqslant 1$, где K определяется по предложенной расчетной формуле, связывающей край поглощения УФ диапазона наночастицами; длину волны спектра фотолюминесценции на полуширине пика фотолюминесценции и спектральный отклик полупроводникового фотоэлектрического преобразователя на длине волны света λ. Конструкция солнечного элемента согласно изобретению обеспечивает увеличение выработки электроэнергии солнечным элементом за счет снижения рабочей температуры элемента.

Техническим результатом изобретения является увеличение эффективности преобразования энергии светового излучения в электроэнергию в рабочих условиях, когда температура солнечного элемента повышается и эффективность преобразования падает. Технический результат достигается за счет того, что в полупроводниковом фотоэлектрическом преобразователе, содержащем барьерный слой для разделения носителей заряда в виде p–n перехода или гетероперехода, просветляющее покрытие, слой наночастиц и металлизированные контакты, где наночастицы, нанесенные на или внутри, или под слоем просветляющего покрытия, обладают возможностью фотолюминесценции под воздействием света УФ диапазона с длиной волны в диапазоне оптимальной чувствительности фотоэлектрического преобразователя и квантовой эффективностью фотолюминесценции K не менее 1, где K определяется по предложенной расчетной формуле.

Способ модификации поверхностей пластин паяного пластинчатого теплообменника (RU 2754338 C1)

Изобретение относится к нанотехнологии и наноструктурам, в частности, к способу получения модифицированного слоя, содержащего наноразмерные алмазные фазы, и может быть использовано для машиностроения и энергетики [10]. Задача изобретения – оптимизация параметров техпроцесса улучшенной модификации выборочных областей поверхностей пластин ППТО за счет применения трафаретов в вакуумной камере перед дальнейшим соединением пластин друг с другом пайкой или спеканием.

Технический результат достигается за счет упрочнения поверхности и снижения гидродинамических

потерь при содержании алмазных фаз в модифицированном слое от 5 до 15%, что приводит к увеличению срока службы, снижению нагрузки на гидравлическую систему и повышению эффективности теплообмена ППТО. Совокупность физических особенностей взаимодействия лазерного излучения с графитом позволяет сформировать модифицированный слой, содержащий углеродные и алмазные фазы. Наличие алмазных фаз в составе модифицированного слоя обуславливает его высокую износостойкость и снижение гидродинамического сопротивления.

Способ модификации поверхностей пластин паяного пластинчатого теплообменника включает размещение в вакуумной камере пластины и углеродсодержащей мишени, откачку камеры до требуемого уровня вакуума, лазерную обработку мишени с последующей конденсацией на поверхность пластины модифицированного слоя, содержащего алмазные фазы. При этом нанесение модифицированного слоя на поверхность теплообменных пластин осуществляют путем испарения в вакууме 10–5...10–7 торр углеродсодержащей мишени импульсным лазерным излучением, для обработки мишени используют лазерное излучение с длиной волны от 190 до 310 нм, длительностью импульсов от 1 до 100 нс с частотой повторения от 10 до 100 Гц и плотностью энергии на поверхности мишени от 1 до 10 Дж/см^2. Содержание алмазных фаз в модифицированном слое составляет от 5 до 15%, а толщина модифицированного слоя составляет от 30 до 300 нм.

Осуществление изобретения представлено на рис. 4. В вакуумной камере 1 установлена пластина ППТО 2. Лазерный луч 7 попадает в камеру через вакуумное окно 6 и фокусируется на поверхности мишени 9. Материал мишени, испаренный в результате лазерного воздействия, переносится в виде расширяющегося плазменного облака 8 на поверхность

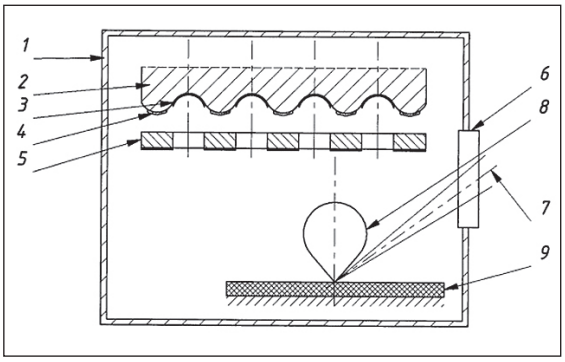

Рис. 4. **Схемы нанесения модифицированного слоя:** 1 – вакуумная камера, 2 – пластина ППТО, 3 – модицифированный слой (МС), 4 – паяльная паста, 5 – трафарет, 6 – вакуумное окно, 7 – лазерное излучение, 8 – плазменное облако, 9 – мишень

пластины ППТО и конденсирует в виде модифицированного слоя 3. Участки, предназначенные для нанесения паяльной пасты 4, защищаются от нанесения модифицированного слоя с помощью трафарета 5. Над обрабатываемой поверхностью располагают трафарет, задачей которого служит защита участков пластины от нанесения МС на участки, предназначенные для последующего образования спая. Таким образом, нанесению МС будут подвергаться участки поверхности пластины ППТО, контактирующие в процессе эксплуатации с жидкостью.

Также представляют интерес для специалистов следующие изобретения в области нанотехнологий:

- Способ модифицирования бетона комплексной добавкой, включающей гидротермальные наночастицы SiO_2 и многослойные углеродные нанотрубки [11].
- Способ получения наночастиц золота [12].
- Способ гидрооблагораживания вакуумного газойля [13].
- Способ получения нанокристаллической эпсилон-фазы оксида железа [14].
- Способ получения упрочненного нанокомпозита с дополнительными свойствами [15].
- Выращивание нанотрубок из свободных атомов [16].
- Наноразмерный генератор импульсов [17].
- Независимая свободнорасполагающаяся графеновая пленка и способ ее получения [18].
- Проектирование строительных наноматериалов при помощи моделирования молекулярной динамики [19].
- Способ переноса нитевидных нанокристаллов на подложку [20].
- Способ получения антикоррозионного покрытия на изделиях из монолитного никелида титана [21].
- Интегральный оптический сенсор для определения примесей в газовоздушных средах [22].
- Развитие нанотехнологий в мире и стандарты нанотехнологий в Турции [23].
- Сырьевая смесь для изготовления крупноразмерной заготовки сверхтвердого композитного материала [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одна из актуальных задач экономики любой страны – повышение конкурентоспособности промышленности за счет ее технологического переоснащения. И в этом направлении главным объектом внимания со стороны государства и компаний становятся люди или предприятия, чья основная работа связана с изобретением и внедрением новых технологий. Поэтому надеемся, что публикуемая в данной рубрике информация будет востребованной и полезной для специалистов.

Окончание следует

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ёлкин В.Н., Малинский Т.В., Миколуцкий С.И. и др. Способ получения наноструктурированной поверхности металлической заготовки лазерной обработкой // Патент 2752821 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 22.
2. Катанов И.Б., Катанова Н.А. Пеногель // Патент 2753652 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 23.
3. Диматтео Антонелла, Джованнетти Якопо. Металлический сплав с высокими эксплуатационными характеристиками для аддитивного производства деталей машин // Патент 2750946 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 19.
4. Шариков Ф.Ю., Иванов В.К., Шариков Ю.В. Устройство получения нанодисперсных оксидов металлов // Патент 2752756 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 22.
5. Малинский Т.В., Миколуцкий С.И., Рогалин В.Е. и др. Способ сварки деталей из жаропрочных сплавов на никелевой основе с использованием лазерного излучения // Патент 2752822 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 22.
6. Евдокимов И.А., Грязнова М.И., Баграмов Р.Х. и др. Способ получения наноструктурного композиционного материала на основе алюминия // Патент 2751401 РФ МПК С2. 2021. Бюл. № 20.
7. Красновский А.Н., Кищук П.С. Способ получения композиционного материала с ориентированными углеродными нанотрубками // Патент 2751882 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 20.
8. Решетников С.М., Шабанова И.Н., Кодолов В.И. и др. Способ получения поликристаллических алмазных пленок // Патент 2752488 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 22.
9. Эйдельман Б.Л., Эйдельман К.Б., Гудков Д.В., Полисан А.А. Полупроводниковый фотоэлектрический преобразователь // Патент 2750366 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 19.
10. Шупенев А.Е., Коршунов И.С., Фокин Ю.О., Онищенко Д.О. Способ модификации поверхностей пластин паяного пластинчатого теплообменника // Патент 2754338 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 25.
11. Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Писаренко Ж.В., Нгуен К.Т., Муминова С.Р. Изобретения ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. Часть IV // Нанотехнологии в строительстве. 2021. Том 13, № 4. С. 242–251. https://doi.org/10.15828/2075-8545-2021-13-4-242-251.
12. Белотицкий В.И., Кумзеров Ю.А., Сысоева А.А. Способ получения наночастиц золота // Патент 2754227 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 25.
13. Логинова А.Н., Морозова Я.В., Баканев И.А. и др. Способ гидрооблагораживания вакуумного газойля // Патент 2753597 РФ МПК С2. 2021. Бюл. № 23.
14. Шаненков И.И., Сивков А.А., Циммерман А.И. и др. Способ получения нанокристаллической эпсилон-фазы оксида железа // Патент 2752330 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 21.
15. Иванов Л.А., Разумеев К.Э., Бокова Е.С., Муминова С.Р. Изобретения в области нанотехнологий, направленные на решение практических задач. Часть V // Нанотехнологии в строительстве. 2019. Том 11, № 6. С. 719–729. https://doi.org/10.15828/2075-8545-2019-11-6-719-729.
16. Лаубшер Брайан. Выращивание нанотрубок из свободных атомов // Патент 2753099 РФ МПК С2. 2021. Бюл. № 23.
17. Гурович Б.А., Приходько К.Е., Кулешова Е.А., Кутузов Л.В. Наноразмерный генератор импульсов // Патент 2753276 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 23.
18. Гао Чао, Пэн Ли. Независимая свободнорасполагающаяся графеновая пленка и способ ее получения // Патент 2753510 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 18.
19. Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Бокова Е.С., Ишков А.Д., Муминова С.Р. Изобретения, основанные на использовании нанотехнологий, позволяют получить принципиально новые технические результаты. Часть V // Нанотехнологии в строительстве. 2020. Том 12, № 6. С. 331–338. https://doi.org/10.15828/2075-8545-2020-12-6-331-338.
20. Синёв И.В., Тимошенко Д.А., Симаков В.В., Захаревич А.М. Способ переноса нитевидных нанокристаллов на подложку // Патент 2754127 РФ МПК С1. 2021. Бюл. №
21. Марченко Е.С., Байгонакова Г.А., Ясенчук Ю.Ф. и др. Способ получения антикоррозионного покрытия на изделиях из монолитного никелида титана // Патент 2751704 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 20.
22. Охлопков К.И., Шафирин П.А., Шорохов А.С., Федянин А.А. Интегральный оптический сенсор для определения примесей в газовоздушных средах // Патент 2751449 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 20.
23. Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Писаренко Ж.В., Ванг Ц., Прокопьев П.С. Изобретения ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. Часть II // Нанотехнологии в строительстве. 2021. Том 13, № 2. С. 79–89. https://doi.org/10.15828/2075-8545-2021-13-2-79-89.
24. Мальчуков В.В., Мецкер Е.А., Андрианов М.А. Сырьевая смесь для изготовления крупноразмерной заготовки сверхтвердого композитного материала // Патент 2750448 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 19.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Иванов Леонид Алексеевич – канд. техн. наук, вице-президент Российской инженерной академии, член Международной федерации журналистов, Москва, Россия, L.a.ivanov@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-9513-8712

Сюй Ли Да – д-р философии, профессор, Университет Олд Доминион, Отдел информационных технологий; Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE), Норфолк, Вирджиния, США, LXu@odu.edu, https://orcid.org/0000-0002-3263-5217

Разумеев Константин Эдуардович – д-р техн. наук, проф., советник при ректорате Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Россия, ker2210@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-4308-3363

Феоктистова Валентина Михайловна – канд. экон. наук, доцент учебного компьютерного центра Российского государственного университета туризма и сервиса, Черкизово, Московская область, Россия, vfeoktistova@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-8880-8941

Прокопьев Пётр Сергеевич – Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, аспирант факультета международных экономических отношений, Москва, Россия, prokopiev2012@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-6305-4135

ВКЛАД АВТОРОВ

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 02.09.2021; одобрена после рецензирования 24.09.2021; принята к публикации 27.09.2021.