

АННОТАЦИИ СТАТЕЙ, НАМЕЧАЕМЫХ К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ ПТЭ

DOI: 10.31857/S0032816221050268

ОБЗОРЫ

Разин В.И. К вопросу о механизмах пробоя в микроструктурных газовых детекторах (*обзор*). — 6 с.

Представлены результаты исследования причин возникновения пробоев в микроструктурных газовых детекторах. Согласно экспериментальным данным, основу такого процесса составляют три независимых источника: коронный разряд, стримерный разряд и поляризация диэлектрика при протекании зарядов внутри детектора. Показаны несколько способов повышения стойкости приборов данного типа к разрушениям от действия искр.

Харлов А.В. Установки для электроразрядных технологий и их технические применения (*обзор*). — 50 с., 28 рис.

Высоковольтная импульсная технология является одним из эффективных методов дезинтеграции и измельчения горных пород, разделения руд и синтезированных материалов, переработки строительных и упругопластических материалов. В отделе импульсной техники ИСЭ СО РАН с 2007 года ведутся исследования по разработке установок для электроимпульсных технологий. Были созданы установки с энергией от 100 Дж до 8 кДж, работающие в импульсно-пакетном режиме, с полной автоматизацией управления. Высоковольтный импульсный генератор может быть выполнен с использованием схемы Маркса или высоковольтного трансформатора. Оба варианта рассмотрены в этом обзоре. Представлены результаты проектирования и испытаний компактных генераторов, предназначенных для дробления материалов, хотя для них возможны и другие технологические применения.

ЭЛЕКТРОНИКА И РАДИОТЕХНИКА

Жарков Я.Е., Ребров И.Е., Хомич В.Ю., Ямщиков В.А. Особенности работы коммутаторов на основе транзисторов в полумостовой схеме для формирования высоковольтных прямоугольных импульсов с высокой скоростью нарастания. — 12 с., 3 рис.

Описан драйвер цепи управления твердотельного высоковольтного коммутатора, используемого в полумостовой схеме высоковольтных импульсных генераторов. Разработанный драйвер позволяет существенно уменьшить негативное влияние емкостных связей, таких как емкость Миллера и паразитные емкости высоковольтного коммутатора на землю. Минимизация влияния этих факторов позволила обеспечить характерные времена фронтов импульсов напряжений, создаваемых генератором, равными нескольким десяткам наносекунд.

Колобов В.В., Баранник М.Б. Прецизионный малощумящий источник высокого напряжения. — 16 с., 6 рис.

Описан прецизионный малощумящий источник высокого напряжения с цифровым управлением. В источнике используется двухтактный параллельный резонансный преобразователь напряжения с фиксированной частотой преобразования 110 кГц. Регулировка напряжения источника осуществляется путем изменения выходного напряжения линейного стабилизатора, питающего преобразователь. Предложен алгоритм управления ключами преобразователя, позволяющий реализовать режим питания параллельного контура преобразователя от источника напряжения. Температурная стабильность режима работы преобразователя обеспечивается схемой автоматической подстройки частоты преобразования. Разработана схема активного фильтра подавления пульсаций, особенностью которой является способ введения компенсирующего напряжения — между общей шиной источника и выводом низкого потенциала умножителя напряжения. Такое решение позволило выполнить фильтр на основе одного низковольтного операционного усилителя, одновременно выполняющего функцию усилителя сигнала ошибки основного контура регулирования источника. В результате применения активного фильтра размах амплитуды шумов и пульсаций на выходе источника в частотном диапазоне выше 10 Гц не превышает 3.3 мВ. Размах амплитуды шумов в диапазоне частот 0.1–10 Гц менее 3.5 мВ и определяется 1/f-шумом источника опорного напряжения. Разработанный источник высокого напряжения используется в канале питания источника ионов масс-спектрометрического комплекса для изотопного анализа инертных газов и обеспечивает следующие основные характеристики: диапазон регулирования выходного напряжения 0–5500 В с шагом 84 мВ; максимальный ток нагрузки 1 мА; суммарная нестабильность напряжения не более 50 ppm/ч в диапазоне рабочих температур 20–50°C.

Тренкаль Е.И., Поздняков В.С., Лоцилов А.Г., Малютин Н.Д. Стенд для исследования обратного рассеяния радиочастотных импульсов. — 11 с., 5 рис.

Описан стенд для исследования обратного рассеяния радиочастотных импульсов длительностью 1.75–3.1 нс с изменяемой от 5.3 до 8.8 ГГц частотой заполнения. Импульсы формируются измерительным устройством и излучаются передающей широкополосной антенной с линейной поляризацией. Сигнал обратного рассеяния принимается приемной антенной системой, состоящей из собственно антенны, поляризатора, однонаправленного делителя сигналов и высокочастотного переключателя. Далее сигнал усиливается, обрабатывается в приемном канале измерительного устройства и

регистрируется п.э.в.м. Стенд позволяет исследовать свойства диэлектрических и других материалов, метаматериалов, защитных покрытий антенн и конструкций, а также различных негабаритных объектов в лабораторных условиях. Кроме того, стенд может быть использован при постановке экспериментальных работ, для реализации которых требуется излучение и прием электромагнитных волн, возбуждаемых радиочастотными импульсами наносекундной длительности.

Шошин Е.Л. Дискретные поляризационные модуляторы радиолокационных сигналов. — 13 с., 6 рис.

Рассмотрен метод формирования неполяризованных электромагнитных волн. Проведен анализ погрешности измерения параметров Стокса рассеянной радиоволны при внешней калибровке радиолокационного поляриметра с использованием неполяризованных зондирующих радиосигналов. Описана конструкция диодного волноводного-планарного формирователя, обладающего быстрым переключением 1 мкс при реализации дискретной поляризационной модуляции зондирующих радиосигналов. Описана конструкция коммутируемого волноводного модулятора, формирующего мощные неполяризованные радиолокационные сигналы. Приведены рабочие характеристики поляризационных модуляторов.

ОБЩАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Rajeв К. Синга. An inexpensive Raman spectroscopy setup for Raman, polarized Raman and Surface Enhanced Raman Spectroscopy. — 13 p., 6 fig. (публикуется только в английской версии ПТЭ).

We present a simple and inexpensive lab-built Raman spectroscopy setup. In the setup a low-cost laser diode is used as an excitation source, the dichroic mirror used in usual Raman spectroscopy is replaced by a silver coated mirror with a hole in its center. In place of expensive notch filter, a long pass filter is used in the setup. This lab-built setup shows good performance towards Raman spectroscopy, polarized Raman spectroscopy and Surface Enhanced Raman Scattering (SERS). Three demonstrations, (i) identification of Raman signature of individual molecules Acetaminophen and Mefenamic acid in their mixture, (ii) polarized Raman spectroscopy of liquid cyclohexane and (iii) SERS spectroscopy of Rhodamine B dye with Au spherical nanoparticle, small Au nanorod and large Au nanorod are presented using this inexpensive lab-built Raman spectroscopy setup. The cost-effectiveness and performance of the simple lab-built setup makes it suitable for the research and undergraduate laboratories.

Агроскин В.Я., Бравый Б.Г., Васильев Г.К., Гурьев В.И., Каштанов С.А., Макаров Е.Ф., Сотниченко С.А., Чернышев Ю.А. Эффективный импульсно-периодический химический HF(DF)-лазер. — 8 с., 2 рис.

Предложен рабочий процесс HF(DF)-лазера, в котором полностью исключена откачка реактора. Рабочий процесс состоит из следующих этапов: 1) вытеснение инертным газом продуктов реакции, образовавшихся в результате иницирования рабочей смеси, 2) последующее вытеснение инертного газа рабочей смесью. Конструктивное решение для системы напуска газов в реактор — через кольцевую щель на одном из его концов — позволяет минимизировать расход инертного газа, вытесняющего продукты реакции после иницирования

рабочей смеси. Количество остаточного HF(DF) в реакторе практически не влияет на энергию генерации в следующем цикле. Экспериментально показано, что технология с вытеснением не приводит к снижению энергии генерации по сравнению с технологией, использующей откачку, но значительно (на ~2 порядка) сокращает продолжительность рабочего цикла HF(DF)-лазера.

Зуев С.М., Варламов Д.О., Кукса В.В. Канализу характеристик лазерного осветительного устройства. — 9 с., 7 рис.

Проведен анализ графических зависимостей спектрального распределения мощности лазерного осветительного устройства. Представлены данные по световому потоку этих систем. Обозначены перспективы оптимизации спектра лазерных осветительных устройств малой мощности. Исследование спектров проведено с использованием модернизированного спектрометра. Показано, что оптимизация конструкции спектрометра позволяет обеспечить его регулировку и калибровку для получения более точных значений спектров.

Мысик А.А., Бызов И.В., Жаков С.В. Термостабилизация частоты протонного релаксометра на основе ядерного магнитного резонанса с магнитной системой на постоянных магнитах. — 8 с., 7 рис.

Описаны два варианта автоматической коррекции температурных вариаций постоянного магнитного поля в системе я.м.р.-релаксометра на постоянных магнитах. В первом варианте используется коррекция магнитного потока в магнитопроводе системы с помощью магнитного шунта, перемещение которого осуществляется шаговым двигателем. Во втором варианте поле корректируется током в катушках, размещенных на магнитопроводе магнитной системы. Коррекция поля осуществляется автоматически в процессе настройки резонансной частоты прибора. Предложенные методы позволяют корректировать относительное изменение магнитного поля в пределах 1%, что перекрывает возможные температурные вариации магнитного поля во всем диапазоне комнатных температур при использовании магнитов на основе сплавов неодим-железо-бор и самарий-кобальт (NdFeB и SmCo).

Таржанов В.И. Использование метода оптического рычага для получения ударных адиабат материалов. — 22 с., 11. рис.

Рассматривается метод оптического рычага, используемый для получения ударных адиабат материалов. Представлен анализ волновых процессов в исследуемых клиновых образцах с выводом расчетных формул для случаев регистрации одной ударной волны и двухволновых упругопластических конфигураций при нагружении образцов нормально падающей ударной или детонационной волной. Применительно к регистрации одиночных ударных волн построен векторный аналог правила удвоения, позволяющий в гидродинамическом приближении корректно вычислять массовую скорость и другие параметры состояния сжатого материала по измеряемым нормальной компоненте скорости свободной поверхности образца W_N и волновой скорости. Для двухволновых конфигураций разработана вычислительная процедура перехода от W_N к массовой скорости с использованием модели идеального упругопластического поведения исследуемого материала. Приведены погрешности метода.

Трубицын А.А., Грачев Е.Ю. Цифровой детектор рентгеновских изображений. — 13 с., 8 рис.

Разработан детектор рентгеновских изображений для установки микрофокусной рентгенографии. Применение элемента поликапиллярной оптики, сопряженного с серийно выпускаемым сенсором на основе комплементарных структур металл–оксид–полупроводник, позволило создать компактную конструкцию детектора без громоздкого объектива. Приведены методики экспериментального определения параметров и характеристик детектора. Определено базовое пространственное разрешение изготовленного детектора, проведена оценка отношения сигнал/шум полученных изображений и построены функции передачи модуляции. Для работы с детектором создано программное обеспечение на языке C++; представлены его основные возможности и функционал.

Юрков Д.И., Лавренин В.А., Лемешко Б.Д., Михайлов Ю.В., Прокуратов И.А., Дулатов А.К. Генератор газа на основе пористого титана в составе отпаянных камер плазменного фокуса. — 11 с., 3 рис.

Рассмотрено использование поглотителя газа на основе пористого титана в качестве генератора газа в составе герметичного электровакуумного прибора — камеры плазменного фокуса. Последние используются в качестве импульсных источников нейтронов наносекундной длительности в составе нейтронных генераторов. Для генерации нейтронов внутренний объем камер заполняется дейтерием либо дейтерий-третиевой смесью. Рассмотрены физические основы использования генератора газа, обеспечивающего работу камер плазменного фокуса при наполнении дейтерием либо дейтерий-третиевой смесью в диапазоне давлений 1–30 Торр при объеме камер от 10 до 1000 см³. Генератор газа позволяет осуществлять до нескольких тысяч рабочих циклов выделения и поглощения газа в объеме камеры при времени выделения газа порядка нескольких минут. Безопасность использования герметичных камер плазменного фокуса с дейтерий-третиевым наполнением обеспечивается тем, что радиоактивный тритий находится в титане в связанном состоянии и выделяется в объем камеры при нагревании насыщенного рабочим газом пористого титана лишь на время работы в генераторе нейтронов.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ЭКОЛОГИИ, МЕДИЦИНЫ, БИОЛОГИИ

Алукер Н.Л., Артамонов А.С., Гимадова Т.И., Зверев А.С. Термолюминесцентные дозиметры на основе керамики из оксида и нитрида алюминия. — 15 с., 10 рис.

Представлены результаты исследования люминесцентных характеристик серийных керамических подложек на основе AlN и Al₂O₃. Полученные результаты позволили определить условия, при которых эти материалы могут быть использованы в дозиметрии ионизирующих излучений. В качестве объектов для сравнения использованы термолюминесцентные детекторы ТЛД-К и ТЛД-500.

Куцаев С.В. Выбор ускоряющей структуры малогабаритного линейного ускорителя электронов для лучевой терапии. — 15 с., 7 рис.

В основе современных систем для фотонной радиотерапии лежат ускорители электронов с энергией до 6 МэВ. Разработка и производство таких ускорите-

лей находится во вполне зрелом состоянии. Однако для реализации новых методов лучевой терапии, таких как некомпланарная или 4л-терапия, коммерчески доступные ускорители являются слишком громоздкими. Другим препятствием на пути к более широкому внедрению и доступности современной технологии линейных ускорителей являются высокие капитальные и эксплуатационные затраты. В данной статье будет рассмотрен вопрос выбора ускоряющей структуры для экономичного малогабаритного ускорителя электронов системы некомпланарной фотонной лучевой терапии.

Юсипович А.И., Паршина Е.Ю., Байжуманов А.А., Пирутин С.К., Иванов А.Д., Минаев В.Л., Левин Г.Г., Максимов Г.В. Использование лазерного интерференционного микроскопа для оценки флуктуаций и эквивалентной константы упругости мембран клеток. — 17 с., 3 рис.

Описано применение автоматизированного интерференционного микроскопа для определения среднеквадратичной амплитуды флуктуаций живых клеток *in vitro*. Измеренные оптические разности хода световых волн использованы для расчета геометрических толщин клеток. Оценены эквивалентные константы упругости таких клеток. Полученные значения среднеквадратичной амплитуды флуктуаций оптической разности хода 0.3–2.7 нм, что соответствует 4–40 нм среднеквадратичной амплитуды флуктуаций мембраны. Показано, что амплитуды флуктуаций распластанных клеток (клетки эндотелия и макрофаги) меньше, чем неприкрепленные клетки (эритроциты и лимфоциты *in vitro*). При этом амплитуда флуктуаций распластных на подложках опухолевых клеток линии HeLa больше амплитуды флуктуаций клеток эндотелия и макрофагов, также распластных на подложке. Полученные экспериментальные данные соответствуют результатам, измеренным ранее с помощью других оптических методов.

ЛАБОРАТОРНАЯ ТЕХНИКА

Hafiz Muhammad Fahad, Ali Asif. A Simple FPP Device for Pulsed Measurement of Sheet Resistance. — 12 p., 6 fig. (публикуется только в английской версии ПТЭ).

Four-point probe (FPP) systems are essential to accurately measure the sheet resistance of various materials especially thin films. In this work, a simple design approach is adopted to develop an effective and automated electronic section of an FPP system. The device, consisting of a constant current sink and a high impedance (more gigaohm) voltmeter, is designed using Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistors. An Arduino board is used to measure the voltages of the system. The constant current sink is designed for four different cases whereas each case has multiple values of current with respect to gate-voltage. The device is capable to perform continuous as well as pulsed measurements and is calibrated by specially designed test boards. The accuracy of the FPP system is validated by comparing the measurement results of locally developed thin films of different materials with the commercially available testing system. With a voltage compliance of 15 V, the FPP system is able to measure a sheet resistance up to 90 MΩ/sq. The results show a relative error of <1% in all cases.

Jiajie Lei, Meiling Liang, Shan Qing, Zhumei Luo, Aimin Zhang. Measurement method of

nanofluids average velocity based on laser speckle image. — 22 p., 16 fig. (публикуется только в английской версии ПТЭ).

In this paper, based on the optical properties of speckle, the correlation between laser speckle image and nanoparticles is analyzed, and a method to measure the flow velocity of nanofluids using speckle image is proposed. The influence of nanofluids type, temperature and concentration on speckle image was investigated. On the basis of grating spatial filtering, based on PIV (Particle Image Velocimetry) cross-correlation algorithm and optical flow field algorithm, the principle of gray conservation and interpretation window are introduced to extract the spectral characteristic curve of speckle image signal. Considering the interference of the environment noise, the wavelet packet decomposition method is proposed to separate the low-frequency features and obtain the peak frequency of the signal. The static and dynamic speckle images are analyzed by establishing a circular tube flow measurement system with laser speckle circulation to verify the rationality and feasibility of the velocity measurement method. The experimental results show that the speckle image of CuO nanofluids in static experiment is better than that of Al₂O₃ nanofluids, and increasing temperature has no obvious effect of improving image quality. The average relative error between the calculated results and the measured results is 4.9 and 4.5%, which proves that this method is reasonable and feasible.

Lakshmi Srinivas, Sridhar B.T.N. Experimental Study of Strut Insertion Technique in a Convergent-Divergent Nozzle for Thrust Vector Control. — 18 p., 11 fig. (публикуется только в английской версии ПТЭ).

The purpose of this paper is to present the findings from the data obtained from experiments conducted on a solid strut insertion technique with a convergent-divergent nozzle and to assess the possibility of this technique as an alternative thrust vector control technique. Independent and inceptive experiments were conducted to obtain supersonic nozzle wall pressure distributions by inserting a solid strut in the wall at two different positions from the nozzle throat in the diverging section of the nozzle. Experimental investigation was conducted using a convergent-divergent nozzle of design Mach number 1.8 at an inlet total pressure of 690 kPa (under-expansion conditions). The strut height was varied to obtain wall pressure distributions on both strut and opposite to strut sides. Forces and moments generated by the asymmetrical wall pressure distribution in a plane through the wall pressure ports on either side of the nozzle axis were calculated. From the wall pressure distributions corresponding to each strut height, the side force, and axial force and pitching moment coefficients (2D) were calculated. The variations of side force and pitching coefficients with respect to strut height were nonlinear and that to axial force were more or less linear. The present experimental study will help design and develop a solid strut insertion-based thrust vector control technique for aerospace flight vehicles.

Аймаганбетов К.П., Алдияров А.У., Жантуаров С.Р., Алмасов Н.Ж., Теруков Е.И., Токмолдин Н.С. Низкотемпературная ячейка для проведения высокочастотных электрофизических измерений полупроводниковых устройств. — 9 с., 6 рис.

Описана экспериментальная измерительная ячейка, предназначенная для исследования электрофизических характеристик полупроводниковых элементов при низких температурах. В отличие от традиционных двухконтактных установок такого типа, разработанная

экспериментальная ячейка имеет три измерительных контакта, позволяющих проводить электрофизические измерения плоских и объемных образцов. Рабочий температурный диапазон ячейки составляет ≥ 16 К. Проведены измерения импедансных характеристик гетеропереходного кремниевого и перовскитного солнечных элементов в диапазонах частоты от 100 Гц до 5 МГц и температуры от 120 до 300 К. Результаты измерений удовлетворительно согласуются с литературными данными.

Артюхов А.В., Марков В.Г., Сухинец Ж.А., Гулин А.И. Измерение мгновенных значений температуры газов газотурбинного двигателя с использованием акустических мультивибраторов. — 10 с., 8 рис.

Разработано дифференциальное устройство для измерения температуры в канале управления газотурбинного двигателя (г.т.д.), где неравномерность поля температур по радиусу и по окружности достигает 100–400 К и может меняться на переходных режимах со скоростью до 400 К/с. Устройство состоит из двух каналов измерения и блока обработки информации и обладает чувствительностью 8.5 Гц/К. Быстродействие устройства на три порядка превышает быстродействие термомпар, что позволяет измерять истинную температуру газов г.т.д. Представлены функциональная схема устройства, описаны стенды для проведения испытаний, приведены результаты исследований, подтверждающие высокие метрологические характеристики устройства измерения.

Варюхин Д.В., Таряник Н.В., Постол П.Н., Федюк Д.О. Криомагнитная система со сверхпроводниковыми обмотками для магнитного сепаратора. — 7 с., 3 рис.

Описана криомагнитная система со сверхпроводниковыми обмотками, создающая в зоне сепарации (под криостатом) объемом $1200 \times 200 \times 100$ мм³ магнитное поле с индукцией до 2 Тл. Для создания протяженной зоны сепарации магнитная система выполнена из трех последовательно соединенных сверхпроводниковых соленоидов, при этом оси соленоидов параллельны, а сами соленоиды установлены в одной плоскости друг за другом в направлении большей стороны зоны сепарации. Гелиевый криостат выполнен в виде параллелепипеда с округлыми торцевыми поверхностями и обеспечивает наклон до 15° вдоль продольной оси. Ресурс работы по жидкому гелию составляет 170 ч; по жидкому азоту — 100 ч.

Епифанов Е.О., Мигаль Е.А., Потемкин Ф.В., Антошин А.А., Юсупов В.И., Минаев Н.В. Установка для формирования трехмерных структур методом двухфотонной фемтосекундной полимеризации с использованием пространственно-временной фокусировки. — 12 с., 4 рис.

Описана установка для лазерной трехмерной печати методом двухфотонной полимеризации с использованием схемы пространственно-временной фокусировки фемтосекундного лазерного излучения. Основная на доступных компонентах система позволяет формировать трехмерные структуры сантиметрового масштаба с микронным разрешением по всем направлениям, что является ее основным достоинством относительно других систем, в том числе коммерческих. При создании установки использовано минимальное количество оптических и оптомеханических компонентов, что значительно повышает доступность таких

установок в различных лабораториях. С помощью установки можно изготавливать трехмерные структуры различного назначения, в том числе скаффолд-структуры для задач тканевой инженерии.

Калашников В.С., Коледов В.В., Кучин Д.С., Петров А.В., Шавров В.Г., Быбик М.С., Несоленов А.В. Установка для определения термомеханических свойств микропроволок из сплавов с эффектом памяти формы. — 7 с., 3 рис.

Описана экспериментальная установка для определения термомеханических свойств микропроволок из сплавов с эффектом памяти формы в диапазоне температур -190 до $+270^{\circ}\text{C}$, механических напряжений до 2000 МПа и деформаций до 50% . Принцип работы установки основан на методе растяжения образца при переменной температуре и постоянной нагрузке. Измерение удлинения образца осуществляется оптическим датчиком перемещения. Установка испытана на микропроводах из известного сплава с эффектом памяти формы системы никель–титан состава $\text{Ni}_{49,8}\text{Ti}_{50,2}$. Установка позволяет исследовать функциональные свойства образцов микропроволок с эффек-

том памяти формы, перспективных для применений в микросистемной технике, нанотехнологии и медицинской технологии.

Макарченко А.С., Кузьмин В.В., Сафиулин К.Р., Кан Д.В., Тагиров М.С. Криогенная очистка гелия и его использование для подготовки поляризационных ячеек и проведения неоптической поляризации ядер ^3He . — 11 с., 3 рис.

Описано применение криогенной методики очистки изотопов гелия и их смесей от сопутствующих примесей, пригодной для использования при поляризации ^3He методом РАРМ (Polarization of Atoms in a Magnetized Plasma). Очистка основана на длительной выдержке газа в трубке, помещенной в транспортный дюар, при температуре жидкого гелия. Наблюдаемый эмиссионный оптический спектр плазмы гелия и оценка ядерной поляризации (примерно 1%) ^3He , полученной при комнатной температуре, свидетельствует об эффективности описанной процедуры для очистки гелия и поляризационных ячеек.