

повышения стабильности и увеличения выходной мощности. Даны результаты испытаний экранов терагерцового излучения.

## **МАГНИТНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ В ПОРИСТОМ АНОДНОМ ОКСИДЕ АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПАМЯТИ**

Е.А. Уткина, А.И. Воробьева, Д.Л. Шиманович

Магнитные наноконпозиты, содержащие ферромагнитные включения, вызывают большой интерес. В наноструктурированных материалах магнитная структура, статическое и динамическое магнитное поведение контролируются межзерненным обменным взаимодействием, что позволяет создавать приборы нового поколения с лучшими характеристиками и новыми функциональными возможностями [1, 2]. Этот новый класс магнитных наноконпозитов весьма перспективен при создании устройств магнитной памяти с плотностью записи до Тбит/см<sup>2</sup>. Исследования механизма электроосаждения магнитных материалов (Ni, Fe, Co) в пористую матрицу анодного оксида алюминия в различных режимах позволили разработать метод их равномерного осаждения в наноканалы пористого оксида алюминия и в свободную пористую мембрану на основе оксида алюминия.

Экспериментальные исследования показали, что на начальном этапе DC-осаждения около 100% пор заполняются никелем, а наблюдаемые флуктуации в скорости роста наностолбиков зависят от флуктуаций толщины барьерного слоя, и степени совершенства матрицы из оксида. С увеличением потенциала и времени осаждения выделение водорода становится доминирующим процессом, подавляя однородное осаждение и уменьшая коэффициент заполнения пор. СЭМ анализ показал формирование наноконпозитов пористый оксид алюминия/никель с характеристическими размерами 15–25 нм на начальной стадии AC осаждения. Сплошные нанонити никеля формировались по всей глубине пор через 10 минут осаждения. При этом никель может осаждаться вдоль поверхности пор снизу вверх в виде трубок, или столбиков, а также дискретно в виде частиц, оседающих одновременно на всей поверхности стенок пор от дна до поверхности.

Проведены также исследования температурных зависимостей удельной намагниченности полученного композитного материала в диапазоне температур 77 – 700К в режимах нагревания и охлаждения образцов. Установлено, что для нанокристаллитов никеля значение удельной намагниченности при охлаждении составляет 40 А м<sup>2</sup> кг<sup>-1</sup>, а при нагревании 45 А м<sup>2</sup> кг<sup>-1</sup>.

### **Литература**

1. D. Chiba, G. Yamada, T. Koyama, K. Ueda, H. Tanigawa, S. Fukami et.al. Ferromagnetic microwires enabled multifunctional composite materials // Progr. in Mater. Sci. – 2013. – V. 58. – PP. 183–259
2. G. D. Sulka, A. Brzózka, L. Zaraska, M. Jaskuła Through-hole membranes of nanoporous alumina formed by anodizing in oxalic acid and their applications in fabrication of nanowire arrays // Electrochimica Acta/ - 2010. – V. 55. – PP. 4368–4376

## **ТЕРМИЧЕСКАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ С ЗАТВОРОМ ШОТТКИ**

А.Е. Челябин

Твердотельная сверхвысокочастотная (СВЧ) электронная компонентная база активно востребована для разработки и производства систем беспроводной связи, включающей широкий спектр аппаратуры. В последние годы наблюдается бурный всплеск активности в области разработки мощных полевых транзисторов на широкозонных материалах, особенно на гетероструктурах на основе нитрида галлия.

Выходные характеристики полевых транзисторов определяются многими факторами: электрофизическими параметрами структуры, особенностями вольт – амперных характеристик в режимах, близких к предельно допустимым для этих приборов. Поэтому

понимание физики процессов, непосредственно предшествующих разрушению транзисторов, и последующая оптимизация их структуры является актуальной задачей и влечет за собой фундаментальные исследования электронных транспортных свойств. Цель работы – исследование физики процессов, происходящих в мощных высокочастотных полевых транзисторах, в областях токов и напряжений, близких к предельно допустимым для этих приборов.

В полевых транзисторах вблизи границы области допустимых токов и напряжений происходит физический процесс по своим внешним проявлениям напоминающий лавинный пробой – это, так называемая, лавинная инжекция. Во многих случаях лавинная инжекция приводит к возникновению лавинно – инжекционной неустойчивости, подробное описание которой дано в данной работе.

Поскольку реальный импеданс нагрузки никогда не бывает чисто реальным как в идеальном случае, то идеальная нагрузочная прямая превращается в неправильный эллипс, каждая точка которого должна лежать в допустимой области токов и напряжений.

Поэтому важно знать вид границы области допустимых значений токов и напряжений не только в районе больших напряжений стока и малых токов, но и больших токов и больших напряжений, т.е. важно знать также напряжение пробоя открытого канала. Для обычного ПТШ исследуется положение границы области допустимых значений, которое в этом районе определяет лавинно - инжекционная неустойчивость.

#### **Литература**

1. Я.Б. Мартынов, А.Б. Пашковский, Э.В. Погорелова «Лавинная инжекция в мощных полевых транзисторах», Материалы XII научно-технической конференции «Твердотельная электроника. Сложные функциональные блоки РЭА», Москва, стр.182-184.

### **КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ИК-ДИАПАЗОНЕ С ПОМОЩЬЮ НАНОПРИСТОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ**

К.В. Чернякова, И.А. Врублевский, А.П. Казанцев

В настоящее время технологии автоматической идентификации объектов находят широкое применение во всех сферах деятельности. Системы автоматической идентификации позволяют упростить логистику, а также защитить товары от подделки и хищения. В качестве идентификаторов могут использоваться графические, магнитные, радиочастотные и электронные метки. Возможность управления оптическими свойствами анодных пленок за счет контролируемого изменения пористой структуры может быть использовано для разработки оптических технологий кодирования и создания на их основе меток для идентификации объектов.

В настоящей работе исследованы закономерности осцилляций в оптических спектрах пленок нанопористого оксида алюминия в среднем ИК-диапазоне. Пленка оксида алюминия формировалась на площади круга размером  $3 \text{ см}^2$  в рамке из алюминия. Рисунок круга задавался с помощью фотолитографии. Оптические свойства пористого анодного  $\text{Al}_2\text{O}_3$  с различной толщиной в микроволновом диапазоне изучались с помощью IR Prestige-21 Shimadzu спектрометра с разрешением  $0,5 \text{ см}^{-1}$ . Спектры отражения образцов записывали в диапазоне частот  $400\text{--}7500 \text{ см}^{-1}$ .

Установлено, что число, интенсивность и позиция пиков осцилляции в ИК-спектрах зависит как от толщины, так и от размера пор нанопористого оксида алюминия. Наличие пиков осцилляций позволяет представить информацию в цифровом виде, а также легко ее считывать и проводить идентификацию с помощью автоматических электронных устройств. Это открывает возможность использования пленок пористого оксида алюминия для создания идентификационных меток в ИК-диапазоне.