

УДК 541.64+539.2

ТОКОВЫЕ СОЛИТОНЫ И ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ С КЛАСТЕРНОЙ ПОДСИСТЕМОЙ

Д. ф.-м. н. В. А. Дроздов¹, к. ф.-м. н. М. А. Дроздов²,
д. ф.-м. н. В. В. Ковальчук², А. М. Дроздов², В. А. Рац¹

Кременецкий государственный педагогический институт¹, г. Кременец;
Военная академия², г. Одесса
Украина
drozd48@mail.ru

Рассматриваются свойства наноструктурированных гетероструктур с кластерной подсистемой. Наблюдаемые в образце при постоянном напряжении низкочастотные токовые импульсы имеют характеристики, которые позволяют связать их природу с обратимыми гетерофлуктуациями в наноструктуре.

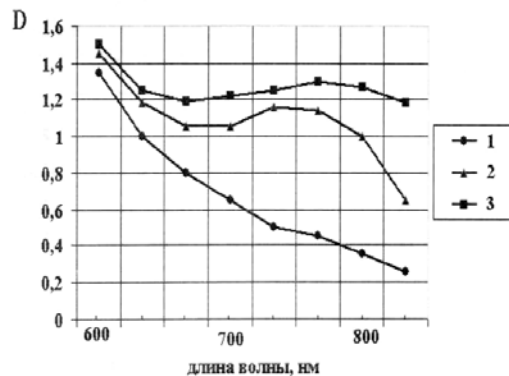
Ключевые слова: гетероструктура, квазиметаллический центр (КМЦ), кластерная подсистема, гетерофлуктуация, токовый солитон.

Ограниченные возможности дальнейшей миниатюризации электроники делают все более актуальным создание устройств, в которых в качестве основных носителей информации будут использоваться всевозможные виды динамических неоднородностей, т. е. устройств для обработки больших массивов информации с помощью интеграции различных физических эффектов.

Подобный подход требует одновременного расширения арсенала необходимых для этого материалов. В соответствии со сказанным, авторы считают целесообразным изучение свойств нестехиометрических оксидов, именно под указанным ракурсом.

Среди базовых свойств материалов функциональной электроники важное место занимают динамические неоднородности, природа которых, главным образом, и определяет механизм действия конкретного прибора. В этом плане определенный интерес могут представлять наноструктурированные материалы. К ним, в частности, относятся исследуемые авторами кластеризованные гетероструктуры (КГС) [1—3]. Важным их свойством является возможность обратимого деструктурирования кластеров (наноформатной, субколлоидной и коллоидной дисперсности) под влиянием различных внешних факторов (электрического поля, освещения и др.). Основной целью данной работы было исследование особенностей токопрохождения в гетероструктуре с кластерной подсистемой. Авторами установлена связь изменений механизмов токопереноса в образце со структурными превращениями в кластерной подсистеме материала. Соответственно особенностям процесса формирования кластеров во многих случаях их можно определять как квазиметаллические центры (КМЦ) [4].

Рис. 1. Спектр оптического поглощения D -пленок закиси меди с различным типом проводимости: 1 — p -тип; 2, 3 — n -тип при времени отжига в вакууме 5 и 10 минут соответственно



Создание КМЦ-растра в одном из исследованных авторами материалов, а именно в пленке (5—10 мкм) закиси меди, инициировалось контролируемым нагреванием ее в вакууме ($\sim 10^{-5}$ Тор), приводящим к частичному обескислороживанию закиси меди. Таким образом создаются условия, стимулирующие формирование КМЦ по гетерофлуктуационному механизму [1]. Наличие КМЦ в Cu_2O -пленке подтверждается появлением в спектре оптического поглощения максимума, типичного для агрегированных включений субколлоидной дисперсности (рис. 1). Cu_2O -пленку можно определять как кластери-

зованную гетероструктуру (КГС). В энергетическом плане КМЦ-растр представляет собой систему узких потенциальных ям в матричной среде, для которой характерно резонансное туннелирование между синергетическими квантовыми состояниями [5] и автоэлектронный (баллистический) перенос заряда при достаточной для этого напряженности поля. Подобная КГС в результате может иметь отрицательное дифференциальное сопротивление, что, в конечном счете, позволит получить генерацию токовых импульсов (солитонов) при постоянном напряжении на образце (рис. 2).

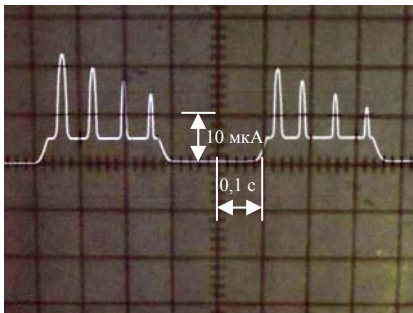


Рис. 2. Токовые солитоны в образце, наблюдаемые в П-импульсе

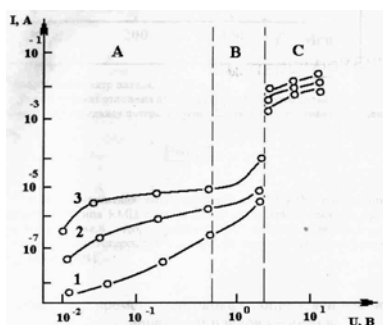


Рис. 3. ВАХ $\text{SiO}_2(\text{Cr})$ -пленок при частоте сигнала, Гц:
1 — 0; 2 — 10^3 ; 3 — 10^7

Таким образом, в гетероструктуре с кластерной подсистемой при наложении П-импульсов обнаружено генерирование токовых солитонов биоритмической частоты, обусловленное спецификой структурного взаимодействия кластерной подсистемы с матричной основой. В зависимости от свойств вещества матричного материала наблюдались также обратимые токовые переключения. Данные эффекты представляют очевидный интерес для развития элементной базы функциональной электроники.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Дроздов В. А., Дроздов М. А., Ковальчук В. В., Рац В. А. Нанозлектронные технологии на основе кластерного похода // Тр. 13-й МНПК «СИЭТ-2012». — Украина, г. Одесса. — 2012. — Т. 1. — С. 268.
2. Дроздов В. О., Ленков С. В., Ковальчук В. В., Дроздов М. О., Рац В. О., Кластерне модифікування матеріалів твердотільної електроніки // Збірник наукових праць ВІ КНУ. — 2010. — № 28. С. 16—21.
3. Дроздов В. О., Ковальчук В. В. Електронні процеси в наноструктурах з субфазним кремнієм // Журнал фізичних досліджень. — 2003. — № 4. — С. 25—32.
4. Глауберман А. Е., Цаль Н. А. Об одной модели образования X-центров в ШГК // ФТТ. — 1968. — Т. 10. — С. 935.
5. Chang L. L., Esaki L., Tsu R. Resonant Tunneling in Semiconductor Double Barriers // Appl. Phys. Lett. — 1974. — N 12. — 593—595.

V. A. Drozdov, M. A. Drozdov, V. V. Kovalchuk, A. M. Drozdov, V. A. Rats

The solitons and switchings of the current in heterostructure with cluster subsystem.

This paper considers the properties of nanostructured heterostructures with cluster subsystem. The low-frequency current impulses at constant voltage observed in a sample have the characteristics which allow to explain their nature by reversible geterofluctuation in the nanostructure.

Keywords: *heterostructure, quasimetallic center, cluster subsystem, geterofluctuation, resonant tunneling, current soliton.*