

## Вольт-амперные характеристики структур $p\text{-Si}/\text{BaTiO}_3$ в условиях монохроматического освещения в диапазоне 400–800 нм

Г. М. Гришин, Ю. Д. Корнилова, Е. В. Чубенко, Н. В. Гапоненко, Д. А. Голосов  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

Исследованы вольт-амперные характеристики тонкопленочной структуры  $p\text{-Si}/\text{BaTiO}_3/\text{Ni}$ , в которой слой титаната бария сформирован золь-гель методом при температуре термообработки 450 °С. Показано, что полученная структура обладает выпрямляющими свойствами. Также обнаружена генерация фототока при освещении монохроматическим светом с длиной волны 400–800 нм, величина которого изменяется в соответствии со спектральной чувствительностью кремния.

**Ключевые слова:** золь-гель синтез, титанат бария, вольт-амперные характеристики, фототок.

Титанат бария ( $\text{BaTiO}_3$ ) – электрокерамический материал, широко используемый для изготовления многослойных конденсаторов, чувствительных элементов для сенсоров газов и паров воды, фотокатализаторов, а также в области нелинейной оптики и оптических запоминающих устройств [1, 2]. Для фотовольтаических и оптоэлектронных применений представляет интерес фоточувствительность плёночных структур титанат бария/кремний. В данной работе представлены измерения вольт-амперных характеристик (ВАХ) тонкопленочной структуры из титаната бария, сформированной золь-гель методом на подложке низколегированного монокристаллического кремния дырочного типа проводимости ( $p\text{-Si}$ ).

Для получения плёнок титаната бария использовался золь на основе тетраизопророксида титана и ацетата бария приготовленный по методике, изложенной в работе [1]. Получена структура из трёхслойной плёнки титаната бария, толщина которой, согласно эллипсометрическим измерениям, составила 220 нм на подложке из монокристаллического кремния марки КДБ-20. На плёнку титаната бария наносились контактные площадки из никеля со стороной 0,8 мм, а также электрод большой площади, обеспечивающий омический контакт к кремнию. ВАХ образца измерялись при помощи источника-измерителя Keithley 2450 при комнатной температуре в интервале напряжений  $U = \pm 10$  В. Освещение образца производилось с использованием ксеноновой лампы мощностью 1 кВт, из спектра излучения которой двойным монохроматором Solar TII DM 160 выделяли монохроматическую линию в диапазоне длин волн 400–800 нм с шагом 50 нм.

На рис. 1 представлены ВАХ структуры  $p\text{-Si}/\text{BaTiO}_3/\text{Ni}$  в темновом режиме и при освещении. Низкий ток при обратном смещении и экспоненциальное увеличение тока при росте прямого смещения указывают на выпрямляющие свойства перехода  $p\text{-Si}/\text{BaTiO}_3$ . Освещение образца монохроматическим излучением в диапазоне 400–800 нм практически не влияет на прямую ветвь ВАХ. Дифференциальное сопротивление структуры, вычисленное на линейном участке прямой ветви ВАХ при смещении 10 В, составляет около 210 кОм.

Ток обратносмещенного перехода  $p\text{-Si}/\text{BaTiO}_3$  при росте напряжения насыщается при напряжении больше 1 В (рис. 2). Его величина при отсутствии освещения не превышает 1 нА. При облучении монохроматическим светом ток обратной ветви увеличивается от 0,032 мкА до 0,6 мкА при изменении длины волны освещения от 800 до 470 нм, и затем снова снижается при дальнейшем уменьшении длины волны освещения от 470 до 400 нм. Поведение фототока обусловлено генерацией носителей заряда в кремниевой подложке. При этом тонкая пленка широкозонного  $\text{BaTiO}_3$  выполняет функцию прозрачного проводящего электрода и служит для разделения носителей заряда на гетеропереходе.

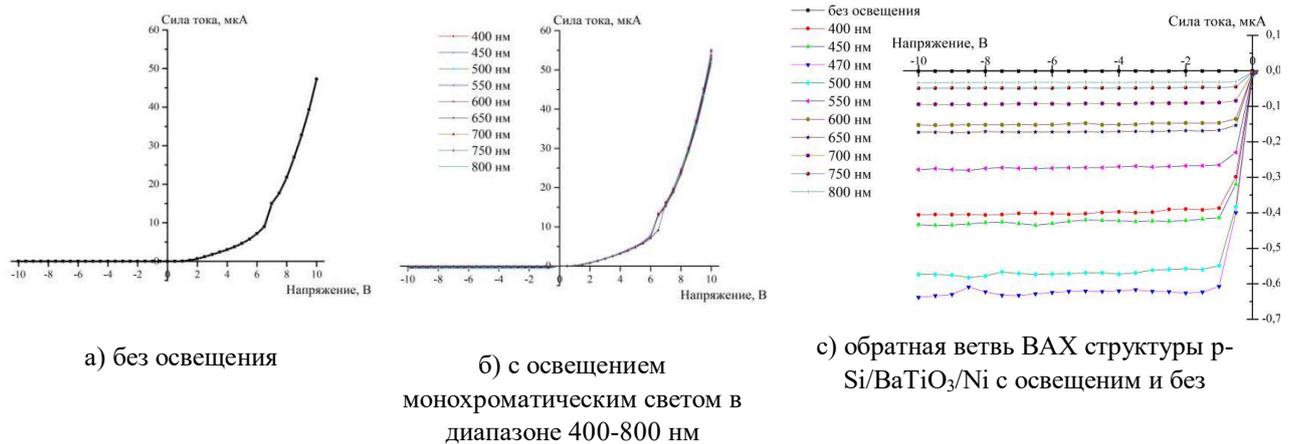


Рис. 1. Вольт-амперные характеристики структуры  $p\text{-Si/BaTiO}_3/\text{Ni}$

Показано, что полученные структуры  $p\text{-Si/BaTiO}_3/\text{Ni}$  обладают выпрямляющими свойствами и демонстрируют фототок при облучении светом с длиной волны от 400 до 800 нм, связанный с генерацией носителей заряда в кремниевой подложке. Наличие тонкой пленки  $\text{BaTiO}_3$  способствует разделению носителей заряда на гетеропереходе. Структуры  $p\text{-Si/BaTiO}_3/\text{Ni}$  могут быть использованы в оптоэлектронных и фотовольтаических применениях.

#### Список источников

- [1] Холов, П. А. Конденсаторные структуры на основе пленок титаната бария, сформированных золь-гель методом / П. А. Холов, Н. В. Гапоненко, К. В. Шейдакова, В. И. Крымский, В. А. Филипеня, Т. В. Петлицкая, В. В. Колос, А. Н. Петлицкий // Доклады БГУИР. — 2020. — № 18 (1). — С. 74–80. — DOI: <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2020-18-1-74-80>.
- [2] Корнилова, Ю. Д. Вольт-амперные характеристики структур с пленками титаната бария на кремнии / Корнилова Ю. Д. // Радиотехника и электроника : сборник тезисов докладов 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, апрель 2022 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. — Минск, 2022. — С. 44–46.

### Current–voltage characteristics of $\text{BaTiO}_3/\text{Si}$ structures under monochromatic illumination in the 400–800 nm range

*G. M. Grishyn, Yu. D. Karnilava, E. B. Chubenko, N. V. Gaponenko, D. A. Golosov*  
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

#### Annotation

The current-voltage characteristics of the structure  $\text{Si/BaTiO}_3/\text{Ni}$ , in which barium titanate films were synthesized by the sol-gel method at a heat treatment temperature of 450 °C, are obtained. Photocurrent was observed under illumination conditions with monochromatic radiation in the wavelength range of 400–800 nm.

**Keywords:** Sol-gel synthesis, Barium titanate, Volt-ampere characteristics, Photocurrent