

Полученные зависимости позволяют сделать вывод о том, что оценка величины коэффициента туннелирования электронов через барьеры с треугольным срезом вершины, если не требуется высокая точность расчетов, может осуществляться не с помощью трудоемких вычислений бесконечных рядов, а используя относительно простые аналитические выражения, полученные для потенциальных барьеров со ступенчатой вершиной, имеющих симметричную форму.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Baik, S. J. Engineering on tunnel barrier and dot surface in Si nanocrystal memories / S. J. Baik, S. Choi, U-In Chung, J. T. Moon // *Solid-State Electron*. 2004. Vol. 48. P. 1475.
2. Büttiker, M. Transversal time for tunneling / M. Büttiker, R. Landauer // *Phys. Rev. Lett*. 1982. Vol. 49. N 23. P. 1739.
3. Пашковский, А. Б. Нестационарная теория возмущений для задач о прохождении электронов через квантово-размерные структуры в высоко-частотных полях / А. Б. Пашковский // *ФТП*. 1995. Т. 29. Вып. 9. С. 1712.
4. Абдулкадыров, Д. В. Туннелирование электронов через нестационарный потенциальный барьер / Д. В. Абдулкадыров, Н. Н. Белецкий // *Радиофизика и электроника*. 2008. Т. 13. № 2. С. 218.
5. Справочник по специальным функциям. С формулами, графиками и математическими таблицами / под ред. М. Абрамовица и И. Стигана. М.: Наука, 1979.
6. Жевняк, О. Г. Туннелирование электронов через потенциальные барьеры треугольной формы: Материалы шестой Международной научной конференции «Физико-химические основы формирования и модификации микро- и наноструктур» / О. Г. Жевняк. 10–12 октября 2012. Харьков, 2012. С. 147.

### ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ МОНОКРЕМНИЙ-НАНОПОРИСТЫЙ АЛЮМИНИЙ

С. Д. Жук<sup>1</sup>, А. Г. Смирнов<sup>1</sup>, Я. В. Сацкевич<sup>1</sup>, А. М. Карпович<sup>1</sup>,  
Б. А. Казаркин<sup>1</sup>, Я. А. Соловьев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,

<sup>2</sup>ОАО «Интеграл», Минск, Республика Беларусь

zhuk\_sjarzhuk@tut.by

Исследована возможность формирования фотовольтаического элемента на основе Шоттки структуры монокремний-нанопористый алюминий для эффективного преобразования энергии оптического излучения в электрическую. Основные преимущества предлагаемого подхода – простота конструкции и технологии фотовольтаического элемента, а также потенциально низкая стоимость в условиях массового производства.

#### ВВЕДЕНИЕ

Электрические параметры выпрямляющих контактов металл-полупроводник согласно общепринятой модели Шоттки определяются, в основном, свойствами контактирующих материалов, а также особенностями распределения электрического поля, возникающего в приконтактной области полупроводника. При этом необходимо обеспечить минимально возможное поглощение фронтально падающего оптического излучения слоем металла [1].

Основными преимуществами фотовольтаических элементов на основе контакта металл-полупроводник являются, во-первых, возможность изготовления таких элементов при низких температурах, поскольку отпадает необходимость в высокотемпературной операции формирования р-п-перехода и, во-вторых, использование поликристаллических и аморфных полупроводниковых материалов [2].

### ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА

Технологический процесс формирования фотовольтаического элемента на основе Шоттки структуры монокремний – нанопористый алюминий включает следующие основные этапы:

- на подложку из монокристаллического кремния  $n^+$ -типа проводимости методом магнетронного распыления из  $Al$  (99,99%) мишени в плазме аргона осаждали пленку алюминия толщиной 0,5 мкм. При этом температура подложки не превышала 120°C;
- шлифование подложки с нерабочей стороны до необходимой толщины;
- формирование на нерабочей стороне подложки слоев титана (0,1 мкм), никеля (0,5 мкм) и серебра (0,5 мкм) методом магнетронного распыления;
- электрохимическое анодирование пленки алюминия в водном растворе щавелевой кислоты ( $0,3M H_2C_2O_4$ ) площадью примерно 0,7 см<sup>2</sup>. Изменяя время анодирования можно формировать алюминиевые нанопористые пленки различной прозрачности, которые формируются под слоем пористого оксида алюминия [3].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА С НАНОПОРИСТЫМ АЛЮМИНИЕВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

Количественные значения электрических параметров освещенного фотовольтаического элемента представлены в таблице.

Таблица

Электрические параметры изготовленных элементов

Электролит	№	$U_{oc}$ , мВ	$I_{sc}$ , мА	$J_{sc}$ , мА/см <sup>2</sup>	$U_m$ , мВ	$I_m$ , мА	$J_m$ , мА/см <sup>2</sup>
0,3M $H_2C_2O_4$	1	85	87	124,3	53	53	75,7
	2	100,4	74	105,7	66	48	68,6
	3	81	90	128,6	49	54	77,1

На основании представленных в таблице 1 данных отчетливо видно, что исследованные образцы реагирует на освещение и могут использоваться в виде эффективных маломощных преобразователей световой энергии в электрическую.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Мамедов, Р.К. Контакты металл-полупроводник с электрическим полем пятен / Р.К. Мамедов. Баку: БГУ, 2003. 231 с.
2. Гременок В.Ф. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов / В.Ф. Гременок, М.С. Тиванов, В.Б. Залесский. Минск: Изд. Центр БГУ, 2006. 222 с.
3. Smirnov, A. Aluminum Nanostructured Coatings as Alternatives to Metal Oxide and Transparent Semiconductors / A. Smirnov, A. Stsiapanau, E. Mukha, Ya. Satskevich 33 Int. Display Research Conf.: proc. of the Eurodisplay-2013, Sept. 2013, London, UK. 2013. P. 65 – 69.