

УДК 621.315.592

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ УПАКОВКИ ГЛУБИННОГО ТОНКОГО СЛОЯ Si_xO_{1-x} НА ИЗМЕНЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ФОТО-ЭДС

Францкевич А. В., Францкевич Н. В., Мартинович В. А.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Одна из технологий (TOPCon) по производству солнечных элементов активно развиваемых на сегодняшний день, это создание с тыльной стороны солнечного элемента пассивирующего отражающего слоя SiO_2 . В своих предыдущих исследованиях мы изучали возможность формирования структуры $Si/Si_xO_y/Si$ в результате геттерирования кислорода на слое предварительно созданных дефектов. Полученная структура может работать как отражающий слой в солнечном элементе при условии ее освещения не с лицевой, а с тыльной стороны. Пластины Cz-Si n-типа имплантировались водородом разными дозами, обрабатывались в DC плазме кислорода при $T = 350$ °C, и отжигались в вакууме при $T = 700$ °C. В результате формировалась островковая структура $Si/Si_xO_y/Si$. Размер островков и плотность их упаковки зависит от дозы предимплантированного водорода и условий плазменной обработки. Для полученных структур изучалась спектральная зависимость фото-ЭДС, при освещении образцов с лицевой и тыльной стороны. Полученные результаты показывают об изменении спектрального диапазона в котором регистрируется фото-ЭДС, в зависимости от дозы предимплантированного водорода, т.е. размера и плотности упаковки островков Si_xO_y

Ключевые слова: фото-ЭДС, островковковая структура Si_xO_y .

INFLUENCE OF PACKING DENSITY OF A DEEP THIN LAYER OF Si_xO_{1-x} ON THE CHANGE IN THE SPECTRAL DEPENDENCE OF PHOTO-EMF

Frantskevich A., Frantskevich N., Martinovich V.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus*

Annotation. One of the technologies for the production of solar cells actively developed today is the creation of a reflective layer of SiO_2 on the back side of the solar cell. In our previous studies, we studied the possibility of forming a $Si/Si_xO_y/Si$ structure as a result of oxygen gettering on a layer of pre-created defects. The resulting structure can work as a reflective layer in a solar cell, provided that it is illuminated not from the front, but from the back side. N-type Cz-Si wafers were implanted with hydrogen in different doses, processed in DC oxygen plasma at $T = 350$ °C, and annealed in vacuum at $T = 700$ °C. As a result, an island structure of $Si/Si_xO_y/Si$ was formed. The size of the islands and the density of their packing depend on the dose of pre-implanted hydrogen and the conditions of plasma treatment. For the obtained structures, the spectral dependence of the photo-EMF was studied when illuminating the samples from the front and back sides. The obtained results show a change in the spectral range in which photo-EMF is registered, depending on the size and packing density of Si_xO_y islands.

Keywords: photo-EMF, Si_xO_y island structure.

e-mail: frantskevichanatoli@gmail/com, n_frantskevich@bntu.by

Введение. Один из способов увеличения КПД солнечных элементов, который в настоящее время начинает активно использоваться в промышленной технологии (TOPCon) по их производству, это создание с тыльной стороны солнечного элемента пассивирующего отражающего слоя SiO_2 . На этот слой производится напыление алюминия, обеспечивающего задний контакт элемента. В дальнейшем, в слоях Al и SiO_2 , с целью возможностью сбора заряда, лазерным выжиганием прорезаются окна. Полученная структура позволяет расширить спектральный диапазон в котором происходит генерация носителей заряда, и позволяет уменьшить нагрев солнечного элемента

В своих предыдущих исследованиях [1–4] мы изучали возможность формирования островковой структуры $Si/Si_xO_y/Si$ или $Si/Si_xN_y/Si$ в результате геттерирования кислорода или азота на слое предварительно созданных дефектов. Полученная

структура может работать как отражающий слой в солнечном элементе при условии ее формирования с тыльной стороны пластины.

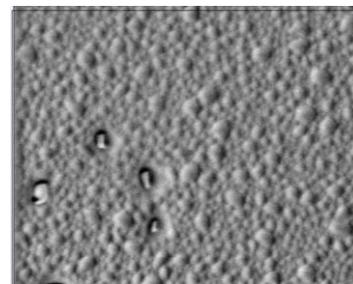


Рисунок 1 – Образ глубинного островкового слоя полученный в СЭМ в режиме поверхностно индуцированного потенциала от образца Si n-типа предварительно имплантированного водородом $E = 100$ keV, $D = 2 \cdot 10^{16}$ at./cm², обработанного в DC плазме кислорода и отожженного при 700 °C

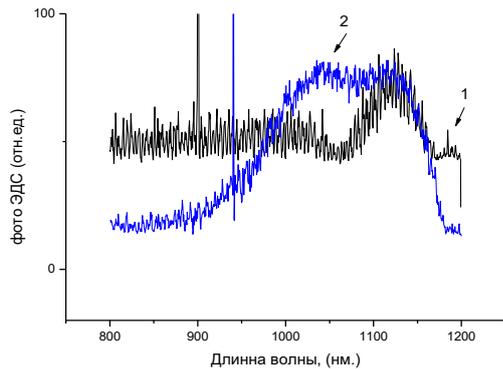


Рисунок 2 – Спектральная зависимость фото-ЭДС полученная при освещении образцов с лицевой стороны. Спектр 1 (черная линия) – исходный кремний, спектр 2 (синяя линия), от образца со сформированной островковой структурой Si_xO_y представленной на рисунке 1

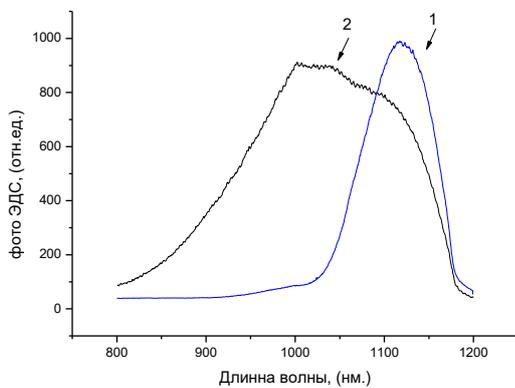


Рисунок 3 – Спектральная зависимость фото-ЭДС полученная при освещении образцов с тыльной стороны. Спектр 1 – исходный кремний, спектр 2 от образца со сформированной островковой структурой Si_xO_y представленной на рисунке 1

Эксперимент. Пластины Cz-Si *n*-типа имплантировались водородом разными дозами,

обрабатывались в DC плазме кислорода при $T = 350$ °С, и отжигались в вакууме при $T = 700$ °С. В результате формировалась островковая структура $\text{Si}\backslash\text{Si}_x\text{O}_y\backslash\text{Si}$. Размер островков и плотность их упаковки зависит от дозы предимплантированного водорода и условий плазменной обработки [1, 2]. Образ глубинного островкового слоя, полученный в СЭМ в режиме SEBIV, представлен на рисунке 1.

Для полученных структур изучалась спектральная зависимость фото-ЭДС, при освещении образцов с лицевой и тыльной стороны. Спектральная зависимость для образцов исходного кремния, и с островковой структурой Si_xO_y представленной на рисунке 1, при освещении лицевой стороны – на рисунке 1, спектры полученные при освещении тыльной стороны, представлены на рисунке 3.

Заключение. Измерение спектральной зависимости фото-ЭДС проводилось для образцов:

- исходного кремния;
- предварительно имплантированных водородом с энергией $E = 100$ keV и флюенсом $D = (1-40) \cdot 10^{15}$ at./cm²;
- имплантированных и обработанных в плазме кислорода при $T = 250$ и 350 °С;
- имплантированных, обработанных в плазме кислорода и отожженных при 700 °С.

Полученные результаты показывают, что изменение спектрального диапазона в котором регистрируется фото-ЭДС, наблюдается только для образцов прошедших следующие технологические этапы: имплантация, плазменная обработка, отжиг. При этом форма спектра фото-ЭДС зависит от дозы предимплантированного водорода, т. е. от размера и плотности упаковки островков Si_xO_y .

Литература

1. Frantskevich, A. V. // Mat. Scien. and Eng. B. – 2005. – V. 124, 125. – P. 341–344.
2. Frantskevich, N // Journal: Solid State Phenomena. – 2009. – V. 156, 158. – P. 91.
3. Frantskevich, A. V. // Vacuum. – 2009. – V. 83. – P. 107.
4. Францкевич, А. В. // Мат. 10-й межд. н.-т. конф. «Приборостроение-2017». – 2017. – С. 203–206.