

На рисунке 3 представлена как полная энергия кремниевых нанострунур меняется в зависимости от количества атомов (что также пропорционально диаметру). Очевидно, что с увеличением диаметра полная энергия нанострунура, приведенная на атом, стремится к значению в объемном материале. Это объясняется уменьшением влияния поверхностной энергии на полную энергию структуры. При меньших диаметрах вклад поверхностных атомов в полную энергию структуры более значителен [1]. В соответствии с полученными результатами не наблюдается значительной разницы по энергии для кремниевых нанострунур с различной морфологией. Появление пилообразной морфологии, наблюдаемой экспериментально, можно объяснить флуктуационной природой появления либо {112}, либо {113} и {111} граней во время роста.

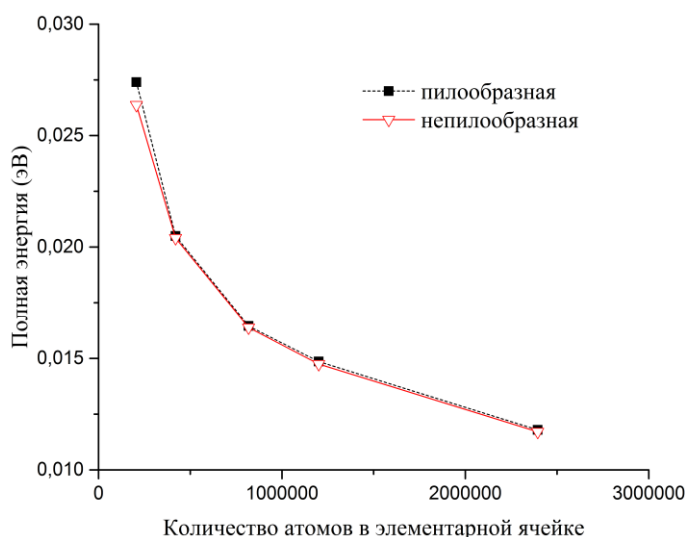


Рисунок 3 – Зависимость полных энергий кремниевых нанострунур с различной морфологией, приведенной на атом, от количества атомов в структуре. Ноль на шкале энергии соответствует полной энергии атома кремния в объеме.

Список использованных источников:

1. Revising morphology of <111>-oriented silicon and germanium nanowires / D. B. Migas, V. E. Borisenko, Rusli and C. Soci // Nano Convergence 2, 16 (2015).
2. Tao Xu, Faceted sidewalls of silicon nanowires: Au-induced structural reconstructions and electronic properties / Jean Philippe Nys, Ahmed Addad, Oleg I. Lebedev, Ana Urbieto, Billel Salhi, Maxime Berthe, Bruno Grandidier, Didier Stievenard // Physical review B 81, 115403 (2010)
3. F. M. Ross, Sawtooth Faceting in Silicon Nanowires / F. M. Ross, J. Tersoff, M. C. Reuter // Physical review letters 95, 146104 (2005)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОТОКА В ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ ТИТАНАТ БАРИЯ/ТИТАНАТ СТРОНЦИЯ

Крымский В.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Гапоненко Н.В. – д-р физ.-мат. наук., профессор

Сформирована гетероструктура титанат бария/титанат стронция на подложке кремния. Пленка титаната бария формировалась золь-гель методом, пленка титаната стронция – ВЧ магнетронным распылением. Обсуждаются фотоэлектрофизические свойства гетероструктуры BaTiO₃/SrTiO₃. Обнаружены изменения ВАХ гетероструктуры при освещении галогенной лампой с интенсивностью 57 мВт/см² с цветовой температурой вольфрамовой нити накаливания 3123 °С.

Разработка технологии формирования пленок титаната бария и титаната стронция представляет интерес для формирования пленочных конденсаторов, мемристоров, варисторов, сенсоров и др. [1]. Пленки титаната бария и титаната стронция формируются методами химического осаждения из газовой фазы [2], молекулярно-лучевой эпитаксией, осаждением из жидкой фазы, импульсно-лазерным напылением, магнетронным напылением и золь-гель методом [3].

Для изготовления двухслойной структуры титанат бария/титанат стронция была сформирована пленка титаната стронция ВЧ магнетронным распылением на подложке кремния. Затем синтезирована пленка титаната бария золь-гель методом. Исходными компонентами золь-гелей являлись ацетат гидрат бария $Ba(CH_3COO)_2 \cdot 1/2H_2O$ и тетраизопропоксид титана $Ti(OCH(CH_3)_2)_4$. Золи наносили методом центрифугирования со скоростью 2700 об/мин на подложки монокристаллического кремния. После нанесения каждого слоя образец подвергался термообработке при температуре 200 °С в течение 10 мин. Затем следовала окончательная термообработка. Далее формировались верхние электроды из никеля квадратной формы со стороной 0.8 мм.

Вольт-амперная характеристика структуры регистрировалась при комнатной температуре в интервале напряжений $U = \pm 5$ В. Напряжение на структуре осуществлялось стабилизированным источником питания ТЕС-23. Величины напряжений и токов измерялись электронными цифровыми вольтметром В7-23 и амперметром В7-27А. Структура подключалась к измерительному блоку посредством прижимных нихромовых проводников. ВАХ регистрировались сначала темновые, а затем при освещении «белым» светом.

Световые характеристики структуры были исследованы при освещении «белым» светом с интенсивностью 57 мВт/см². В качестве источника освещения применялась галогенная лампа КГМ с цветовой температурой вольфрамовой нити накаливания 3123 °С. Температура нити накаливания была измерена при помощи оптического пирометра ЭОП-66 и регулировалась стабилизированным источником питания ТЕС-41. Интенсивность света контролировалась измерителем мощности и энергии излучения ИМО-2Н. Структура освещалась со стороны пленки $BaTiO_3$.

На рисунке 1 представлена схема двухслойной структуры титанат бария/титанат стронция.

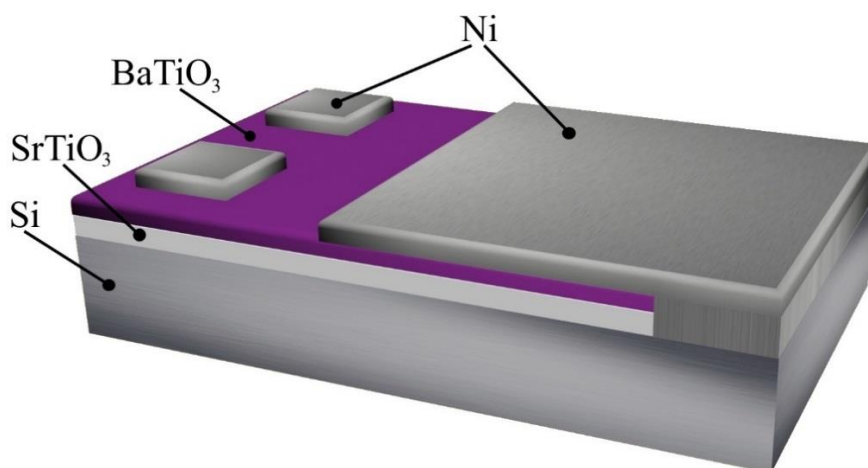


Рисунок 1 – Двухслойная структура титанат бария/титанат стронция на подложке кремния

На рисунке 2 представлен результат измерения ВАХ двухслойной структуры титанат бария/титанат стронция без освещения (кривая 1) и с освещением (кривая 2). Освещение образца приводит к изменениям на прямой ветви ВАХ. При прямом смещении и напряжении 3 В ток прямого смещения составляет 467 мкА при освещении, тогда как при таком же напряжении без освещения ток ниже – 371 мкА.

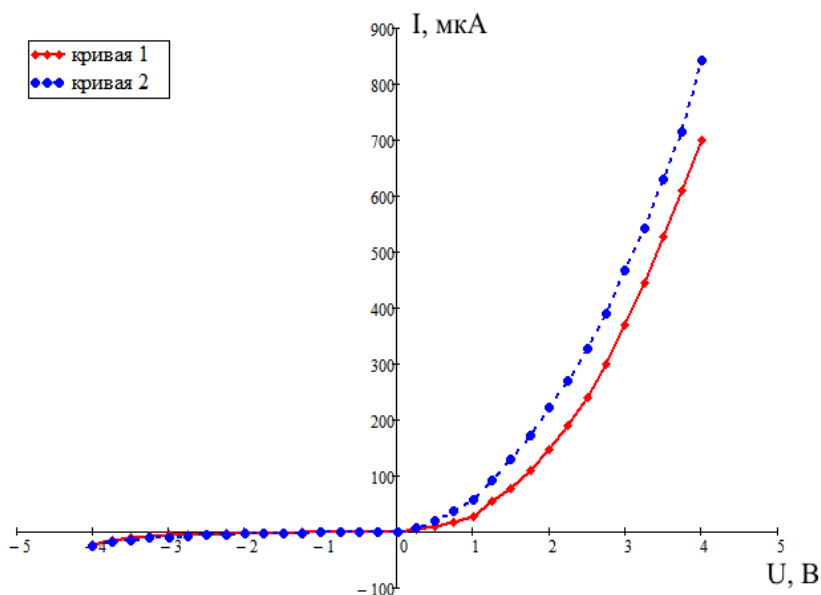


Рисунок 2 – ВАХ двухслойной структуры титанат бария/титанат стронция без освещения (кривая 1) и с освещением (кривая 2)

Таким образом, сформирована гетероструктура титанат бария/титанат стронция на подложке кремния. Пленка титаната бария формировалась золь-гель методом, пленка титаната стронция – ВЧ магнетронным распылением. В гетероструктуре титанат бария/титанат стронция после формирования электродов из Ni и облучении видимым излучением был зарегистрирован фототок. Освещение образца привело к изменениям на прямой ветви ВАХ. Полученная гетероструктура титанат бария/титанат стронция представляет интерес для использования в оптоэлектронике.

Список использованных источников:

1. Piskunov, S. Bulk properties and electronic structure of SrTiO₃, BaTiO₃, PbTiO₃ perovskites: an ab initio HF/DFT study / S. Piskunov [et al.] // Computational Materials Science. – 2004. – Vol. 29. – P. 165 – 178.
2. Cernea, M. Methods for preparation of BaTiO₃ thin-films / M. Cernea // Journal of Optoelectronics and Advanced Materials. – 2004. – Vol. 6, №. 4. – P. 1349 – 1356.
3. Preparation and properties of ferroelectric BaTiO₃ thin-films produced by the polymeric precursor method // Journal of Materials Science Letters. – 2000. – Vol. 19. – P. 1457 – 1459.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛЕГИРОВАННЫХ МЕДЬЮ ТОНКИХ ПЛЕНОК ОКСИДА ЦИНКА

Ткачёнок Н.М.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Чубенко Е.Б. – канд. техн. наук

В данной работе были исследованы закономерности формирования тонких пленок оксида цинка (ZnO) с примесью меди методом электрохимического осаждения на подложках из монокристаллического кремния. Полученные структуры были исследованы методом Рамановской спектроскопии и оптической спектрофотометрии. Наблюдаемые на спектрах рамановского рассеяния линии подтвердили наличие кристаллического ZnO в сформированных пленках. Полученные структуры демонстрируют широкую полосу фотолюминесценции в видимом диапазоне с максимумом на длине волны 590 нм, соответствующую излучательным переходам через обусловленные дефектами уровни в запрещенной зоны полупроводника.

Оксид цинка (ZnO) – обладающий высокой термической и химической стабильностью широкозонный полупроводниковый материал с большой энергией связи экситона (60 мэВ), значительно превышающей величину теплового потенциала при комнатной температуре (25 мэВ). Благодаря этим уникальным свойствам ZnO широко применяется в виде тонких пленок и массивов наноструктур в перспективных оптоэлектронных и светоизлучающих устройствах. Легирование ZnO