



12-16 ОКТЯБРЯ 2015 НОВОСИБИРСК



# ФОТ НИКА *2015*

Российская конференция  
по актуальным проблемам  
полупроводниковой фотоэлектроники  
(с участием иностранных ученых)

## тезисы



# **Зависимость критической толщины перехода по Странскому–Крастанову**

## **в системе $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}/\text{Si}$ от температуры и состава**

А.В. Войцеховский<sup>1</sup>, А.П. Коханенко<sup>1</sup>, **К.А. Лозовой<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Томский государственный университет, Томск, 634050, Ленина, 36  
тел: (382) 241-3517, факс: (382) 241-2772, эл. почта: lka@sibmail.com

Важное место в кинетике эпитаксиального роста полупроводников занимает переход по Странскому–Крастанову от двумерного к трехмерному росту в системах с рассогласованием по постоянной решетки между осаждаемым материалом и подложкой. Он заключается в том, что при определенной толщине осажденного депозита, называемой критической толщиной смачивающего слоя, вместо роста упругонапряженного слоя начинается быстрое зарождение трехмерных островков, когерентных с подложкой. Простейшие теоретические модели пытаются объяснить указанное явление на основе эффекта сегрегации [1, 2] или с помощью уравнения роста слоя в условиях поверхностной диффузии атомов под действием градиента химического потенциала атомов (теория морфологической неустойчивости) [3, 4]. Однако эти модели неспособны объяснить наблюдаемую температурную зависимость критической толщины и дают хорошее согласие с экспериментом только в области высоких температур роста.

В данной работе рассматривается рост слоев  $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$  на Si. Для расчета критической толщины перехода от двумерного к трехмерному росту по Странскому–Крастанову в этой системе используется теоретическая модель, основанная на общей теории нуклеации островков [5]. В этой модели учитываются не только упругая и поверхностная энергия атомов в островке, но и дополнительная энергия притяжения атомов к подложке. Изначально предложенная для системы Ge/Si модель уточняется путем учета зависимости от состава  $x$  модуля упругости, рассогласования решеток и удельной поверхностной энергии боковых граней.

Для определения критической толщины перехода предварительно рассчитывалась свободная энергия при переходе атомов из смачивающего слоя в островок, равновесная толщина смачивающего слоя, критическое число атомов в островке, активационный барьер нуклеации и скорость зарождения островков. Для нахождения критической толщины решалось уравнение для критического перенапряжения смачивающего слоя [5]. В результате построены зависимости критической толщины перехода по Странскому–Крастанову от состава  $x$  и от температуры. Показано, что полученные выражения позволяют объяснить экспериментально наблюдаемые температурные зависимости [6, 7] критической толщины при низком содержании германия.

### **Литература**

- [1] Y. Tu, J. Tersoff, Phys. Rev. Lett. **93**, 216101 (2004).
- [2] D.V. Yurasov, Yu.N. Drozdov, Semiconductors **42**, 563 (2008).
- [3] J. Stangl, V. Holy, G. Bauer, Rev. Mod. Phys. **76**, 726 (2004).
- [4] H.T. Johnson, V. Nguyen, A.F. Bower, J. Appl. Phys. **92**, 4653 (2002).
- [5] V. G. Dubrovskii, G. E. Cirlin, V. M. Ustinov, Phys. Rev. B **68**, 075409 (2003).
- [6] K. Brunner, Rep. Prog. Phys. **65**, 27 (2002).
- [7] A.I. Nikiforov, V.A. Timofeev, S.A. Teys, A.K. Gutakovsky, O.P. Pchelyakov, Nanoscale Research Letters **7**, 561 (2012).