

# Формирование однородных по размеру наноструктур методом электронно-лучевой литографии: методы коррекции эффектов близости

К. А. Конфедератова<sup>1,2</sup>, Е. Е. Родякина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН, Новосибирск, 630090, проспект ак. Лаврентьева, 13

<sup>2</sup> Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, 630090, ул. Пирогова, 2

тел: (383) 330-9082, факс: (383) 333-1080, эл. почта:  
kseniya.konfederatova@gmail.com

В настоящее время упорядоченные наноструктуры с контролируемой пространственной плотностью и размерами занимают ведущее место в фундаментальных и прикладных исследованиях. Одним из наиболее точных способов создания таких наноструктур является метод травления через маску в резисте, сформированную с помощью электронно-лучевой литографии (ЭЛЛ).

Механизм экспонирования, вследствие взаимодействия электронов с образцом, является сложнейшим процессом. При этом появляется такая проблема, как эффект близости (ЭБ), оказывающая негативное влияние на разрешающую способность ЭЛЛ.

Эффект близости в ЭЛЛ описывается функцией близости (ФБ) [1]:

$$f(r) = \frac{1}{\pi(1+\eta)} \left[ \frac{1}{\alpha^2} \exp\left(-\frac{r^2}{\alpha^2}\right) + \frac{\eta}{\beta^2} \exp\left(-\frac{r^2}{\beta^2}\right) \right]$$

Доза, поглощенная резистом, представляет собой свертку функции близости с дозой экспонирования. Распространенным решением ЭБ является модификация дозы экспонирования с учетом ЭБ. Для успешной коррекции необходимо определить параметры  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\eta$  для конкретного образца.

В работе определялись параметры для коррекции ЭБ при формировании методом ЭЛЛ массивов однородных по размеру наноструктур на основе кремния и кремния на изоляторе (КНИ). На подложке (кремний, КНИ) методом ЭЛЛ создан наноразмерный рисунок в позитивном резисте (полиметилметакрилате и Сополимере) из упорядоченных массивов однородных по размеру отверстий в широком диапазоне размеров и периодов.

Получены зависимости распределения размеров отверстий в резисте от параметров экспонирования: периода в массиве, дозы, размера поля рисования без перемещения стола. Проведено моделирование процессов при экспонировании электронным пучком методом Монте-Карло для подложек с разной толщиной Si и SiO<sub>2</sub> в программе CASINO.

Разработана программа для определения параметров ФБ по контуру пересекающихся ортогональных прямых в резисте [2]. Получены значения  $\alpha$  и  $\eta$  по методу критического размера линий.

## Литература

- [1] M.Parich, J. Appl. Phys., 50, 4371 (1979).
- [2] D. Schefzyk, D.E.F. Biesinger, D.A. Wharam, Microelectronic Engineering 87 (2010) 1091–1094
- [3] M. Hauptmann, K.-H. Choi, Microelectronic Engineering 86 (2009) 539–543