Формирование упорядоченных субмикронных частиц Ge и Si на поверхности SiO₂ подложки методом lift-off

Д.Е. Уткин^{1,2}, А.А. Шкляев^{1,2}

¹ Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова, Новосибирск,
630090, пр. ак. Лаврентьева, 13

² НГУ, Новосибирск, 630090, Пирогова, 1

тел: +7 (383) 330 90 82, эл. почта: utkinde@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2021-106

Для создания массивов высокоиндексных диэлектрических частиц на поверхности подложек обычно используются традиционные литографические методы микро- и нанотехнологий с последующим травлением, а также CVD, лазерной абляции и др. [1]. Недостатком этих методов является либо необходимость использования шаблонов, либо необходимость в проведении травления.

Рис. 1. СЭМ-изображения (а-б) частиц Ge высотой 170 нм и диаметром в основании 100 и 200 нм, соответственно; (с-д) частиц Si высотой (с) 250 и (д) 300 нм и диаметром в основании 300 нм.

Другой способ создания покрытий из массива частиц основан на эффекте несмачивания, недостатком которого также является необходимость в отжиге подложки при высокой температуре (свыше 700°C) и отсутствие реальной возможности с требуемой точностью контролировать размер, форму и взаимное расположение частиц [2]. Поэтому нами разрабатывается методика, лишенная перечисленных недостатков, преимуществами которой являются отсутствие термообработки материалов подложки и совместимость с кремниевой технологией.

Для изготовления частиц Ge и Si в форме нанодисков использовались Si подложки, покрытые термической плёнкой SiO₂ разной толщины до 1 мкм. На их поверхность наносился электронный резист РММА 950К А4 толщиной около 180 нм, а затем проводилась электронная литография (ЭЛ) [3]. Следующий этап заключался в формировании плёнки Ge или Si различной толщины до 300 нм на созданную ЭЛ маску в сверхвысоковакуумной камере. Для осаждения Ge использовался метод термического испарения со скоростью ~ 1.0 нм/мин из ячейки Кнудсена, а для Si - сублимации пластинки Si, нагретой до температуры около 1200 °C, со скоростью ~ 1.6 нм/мин. Затем образцы помещались в УЗВ с ацетоном на 1 мин для реализации процесса lift-off. В результате на поверхности подложки оставались частицы Ge или Si (Рис. 1).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ № 19-72-30023 на базе ЦКП «Наноструктуры» и «ВТАН НГУ».

Литература

- [1] P. Spinelli, M.A. Verschuuren, A. Polman, "Broadband omnidirectional antireflection coating based on subwavelength surface Mie resonators", Nature Communications, 3, 692, 2012.
- [2] A.A. Shklyayev, A.E. Budazhapova, "Submicron- and micron-sized SiGe island formation on Si (100) by dewetting", Thin Solid Films, 642, 345-351, 2017.
- [3] D. E. Utkin, et.all, "Formation of 2D-PhCs with missing holes based on Si-layers by EBL", J. Phys: Conf Ser, V.917 p. 062030, 2017.