Использование микросферной фотолитографии для селективного синтеза полупроводниковых структур группы A_3B_5 на Si

Л.Н. Дворецкая¹, А.М. Можаров¹, В.В. Фёдоров¹, И.С. Мухин^{1,2}

¹ СПбАУ РАН, Академический университет, 194021, Санкт-Петербург, ул. Хлопина, 8к3

² Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

тел.: +7 (931) 346-2429, эл. почта: Liliyabutler@gmail.com

DOI 10.34077/RCSP2021-83

Рост материалов группы A_3B_5 на рассогласованных по параметру решетки подложках Si, как правило, приводит к образованию дислокаций [1]. Для получения материала более высокого совершенства используют текстурированные пластины для последующей селективной эпитаксии [2]. Это обеспечивает эффективную релаксацию механических напряжений в синтезируемых слоях. Данный подход приводит к формированию структур более высокого кристаллического совершенства. В качестве материала маски используют оксид кремния, на котором ввиду термодинамических условий не происходит зарождения полупроводниковых структур группы A_3B_5 [3].

На сегодняшний день, для создания текстурированного слоя оксида кремния на Si подложках среди прочих подходов используют метод литографии электронным пучком с последующим травлением слоя оксида кремния. При этом метод электронной литографии непригоден для производства наноструктур на больших площадях. В данной работе будет продемонстрирован метод создания подложек для селективной эпитаксии с использованием микросферной фотолитографии, позволяющей создавать гексагональные массивы наноструктур на больших площадях. Выбирая диаметр микросферических частиц и задавая дозу экспонирования на этапе фотолитографии по микросферам, появляется возможность контролируемого варьирования диаметра и периода отверстий в маске. Подобные маски могут быть использованы при синтезе различных эпитаксиальных наноструктур, таких как нитевидные нанокристаллы, нанокolonки, нанодиски и др. При этом, такой подход к подготовке ростовых подложек позволяет не только обеспечить текстурирование пластин большой площади, но и существенно сократить время экспонирования резиста.

В качестве примера использования данного метода будут продемонстрированы синтезированные структуры группы A_3B_5 в виде нанокolonок и нитевидных нанокристаллов методом молекулярно-пучковой эпитаксии (МПЭ) на Si $\langle 111 \rangle$.

На рисунке продемонстрировано изображение синтезированных нанокolonок фосфида галлия (GaP) на текстурированной Si/SiO_x подложке, полученное методом сканирующей электронной микроскопии.

Работа была проведена при поддержке Российского научного фонда (проект № 21-79-10346).

Литература

- [1] A.Y. Liu et. al. // Optics letters. 2017. 42(2), pp.338-341.
- [2] Q. Gao et al. // Nano letters. 2014. 14(9), pp.5206-5211.
- [3] T. Schumann et al. // Nanotechnology. 2011. 22(9), p.095603.