Характеристики отражения света от микромассивов кремниевых нанопилларов, сформированных на подложках КНИ

Л.С.Басалаева¹⁾, Ю.В.Настаушев¹⁾, Ф.Н.Дульцев¹⁾, Н.В.Крыжановская²⁾, М.В.Фетисова²⁾,
С.А.Щербак²⁾

¹ИФП СОРАН, Новосибирск, 630090, Ак. Лаврентьева, 13

²СПбАУ, Санкт-Петербург, 194021, ул. Хлопина, 8/3

тел: +7 (383) 330-90-82, факс: +7(383)333-27-71, эл. почта: basalaeva@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-100

Одна из важных задач современной фотоники - это реализация новых высокоэффективных фотонных устройств, работа которых основана на взаимодействии света с наноструктурами [1]. Диэлектрические наноструктуры с высоким показателем преломления поддерживают высокодобротные электрические и магнитные резонансы в видимой части спектра [2]. Такие диэлектрические нанорезонаторы обладают уникальными свойствами и перспективны для создания на их основе универсальных модулей для управления светом на наномасштабе. Микромассивы, упорядоченных в квадратную решетку, кремниевых нанопилларов (Si НП, от англ. nanopillar-наностолбик) в последние годы привлекают значительный интерес исследователей как один из перспективных вариантов реализации подобных резонансных наносистем [3]. Большинство работ в этой области направлено на исследование изолированных Si НП в воздухе или Si НП, размещенных на подложке с низким показателем преломления, например, на кварцевой подложке [4]. Однако, для многих практических приложений, в частности, для фотовольтаических элементов, Si НП необходимо размещать поверх материала с высоким показателем преломления.

Рис.1 Спектры отражения микромассивов Si НП на КНИ. Период Si НП 500 нм. Диаметры Si НП 147 нм и 177 нм. Высота Si НП ~200 нм, толщина заглубленного окисла 300 нм, толщина остаточного слоя кремния ~300 нм.

В данной работе были экспериментально и теоретически исследованы спектральные характеристики отражения микромассивов Si НП на подложке кремний-на-изоляторе (КНИ) с целью определения связи между геометрическими параметрами структур и особенностями резонансного отражения света от них, выявления факторов, влияющих на подавление распространения волны внутри подложки, и устранения дифракционных эффектов утечки мод в подложку.

В работе было проведено численное моделирование отражательных характеристик Si НП с учетом подложки, демонстрирующее характер зависимости резонансных особенностей структуры от её геометрических параметров, а также с учетом подложки КНИ. Исходя из полученных результатов численных оценок, были сформированы микромассивы Si НП различного диаметра и периода в квадратной матрице на КНИ подложке. В рамках экспериментального исследования были измерены спектры отражения от различных микромассивов Si НП в диапазоне длин волн от 400 нм до 1000 нм. Нормировка сигнала проводилась на сигнал от алюминиевого зеркала. В спектрах отражения наблюдались узкие резонансные линии, которые связаны с интерференционными явлениями в верхнем слое кремния, а также с решеточными резонансами (Рис.1).

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, а также проекта Минобрнауки России (3.9787.2017/8.9).

Авторы благодарны д.ф.-м.н. В.П. Попову и Н.В. Дудченко за изготовление КНИ-структур.

Литература

- [1] Z-J Yang et al. // Physics Reports 2017. V.701, P. 1-50.
- [2] V.Babicheva et al. // ACS Photonics 2018. V.5, P. 2022-2033.
- [3] N. Dhindsa et al. // Nanotechnology 2016. V.27, P. 495203.
- [4] C.-S. Park et.al. // Scientific Reports 2017. V.7, P. 2556.