А.В. Новиков¹, М.В. Степихова¹, С.А. Дьяков², М.В. Шалеев¹, Д.В. Юрасов¹, Е.Е. Родякина³,
А.Н. Яблонский¹, В.А. Вербус¹, М.И. Петров⁴, V. Rutckaia⁵, J. Schilling⁵, З.Ф. Красильник¹

¹ ИФМ РАН, Нижегородская обл., д. Афонино, 603087, ул. Академическая д. 7

² Сколковский институт науки и технологий, Москва, 143005, ул. Нобеля, д. 3

³ ИФП СО РАН им. А.В. Ржанова, Новосибирск, 630090, пр. ак. Лаврентьева д.13

⁴ Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Кронверкский пр. 49

⁵ Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, 06120 Halle (Saale), Germany

тел: +7 (831) 417-9480, факс: +7 (831) 417-9464, эл. почта: anov@ipmras.ru

DOI 10.34077/RCSP2021-28

Использование различных резонаторов позволило значительно расширить возможности по управлению оптическими свойствами широкого класса структур. Одной из основных задач применения резонаторов для светоизлучающих структур является повышение эффективности источников излучения на их основе. В последние годы значительный интерес для решения этой задачи привлекают к себе диэлектрические микро- и нанорезонаторы, что во многом связано с низким уровнем потерь в них по сравнению с плазмонными резонаторами. В данной работе представлены результаты исследований использования различных диэлектрических резонаторов для управления излучением SiGe структур, которые направлены на создание источников излучения для кремниевой фотоники.

В качестве активной, среды использовались выращенные на кремнии методом МПЭ светоизлучающие структуры с неупорядоченными Ge(Si) самоформирующимися наноструктурами и слой n-Ge, в том числе, локально растянутые микроструктуры на их основе. Для структур с Ge(Si) островками показана возможность значительного увеличения интенсивности их сигнала люминесценции при комнатной температуре в диапазоне длин волн 1.3-1.6 мкм за счет взаимодействия излучения островков с различными радиационными модами двумерного фотонного кристалла (ФК) [1]. При этом за счет взаимодействия с модами, которые имеют вблизи Г-точки так называемые «связанные состояния в континууме», можно достичь роста максимальной интенсивности сигнала фотолюминесценции (ФЛ) островков более чем на два порядка при добротности наблюдаемых узких линий в спектре ФЛ более 2000 [1]. В докладе обсуждается возможность электрической накачки ФК с Ge(Si) островками. Формирование ФК на n-Ge слоях, выращенных на SOI подложках, позволило также увеличить более чем на порядок интенсивность сигнала ФЛ в области 1.5-1.6 мкм, связанного с прямыми переходами в Ge.

Для локально растянутых Ge микроструктур, которые в настоящее время являются перспективными с точки зрения достижения стимулированного излучения, был рассчитан дизайн резонаторов, который, с одной стороны, позволял бы эффективно локализовать электромагнитное поле в растянутой области структуры, а с другой стороны — оказывал бы минимальное влияние на величину и распределение деформации в ней [2]. Экспериментально показано, что формирование резонаторов приводит к уменьшению деформаций в локально растянутых областях, однако способствует увеличению интенсивности ФЛ исследуемых структур [2]. Теоретически определен дизайн двумерных ФК, который может быть использован в одноосно растянутых Ge микроструктурах.

Одним из активно исследуемых в последние годы классом диэлектрических резонаторов являются Ми-резонаторы, которые характеризуются малыми размерами. Для данного типа резонаторов, сформированных на структурах с Ge(Si) островками, показана возможность реализации высокодобротных состояний как за счет взаимодействия мод нескольких, близкорасположенных Ми-резонаторов [3, 4], так и за счет взаимодействия различных мод в отдельном Ми-резонаторе.

Работа поддержана НЦМУ «Центр фотоники», при финансировании Министерством науки и высшего образования РФ, соглашение № 075-15-2020-906.

Литература

- [1] S.A. Dyakov et al., // Laser & Photonics Reviews. 2021. P.2000242-13.
- [2] Д.В. Юрасов и др. // ФТП. 2021. Т.55. С. 420-426.
- [3] V. Rutckaia et al., // Nano Letters. 2017. V. 17. P. 6886–6892.
- [4] V. Rutckaia et al., // ACS Photonics. 2021. V.8. P.209–217.