

Влияние электронного и ионного облучения на люминесценцию гексагонального нитрида бора

Петров Ю. В.¹, Вывенко О.Ф.¹, Гогина О.А.¹, Болотин К.², Ковальчук С.²

¹СПбГУ

²Free University of Berlin

e-mail: *y.petrov@spbu.ru*

Растущий в последнее время интерес к гексагональному нитриду бора (h-BN) обусловлен возможностью создания источников одиночных фотонов на основе точечных дефектов в этом широкозонном полупроводнике. В связи с этим необходимо детальное исследование его люминесцентных свойств, а также возможности их управляемого изменения. Одним из способов локального управления люминесцентными свойствами материалов является облучение сфокусированным ионным пучком, и предварительные результаты по влиянию облучения на свойства гексагонального нитрида бора показывают возможность как увеличения, так и уменьшения интенсивности отдельных полос люминесценции. В данной работе рассматривается влияние локального облучения ионами гелия и электронами на люминесцентные свойства h-BN.

Образцы гексагонального нитрида бора представляли собой тонкие слои, полученные методом эксфолиации из отдельного кристалла и перенесенные на подложку нитрида кремния на кремнии. Облучение ионами гелия проводилось с использованием гелиевого ионного микроскопа Zeiss Orion Plus, с энергией ионов 30 кэВ и дозами от $5 \times 10^{13} \text{ см}^{-2}$ до $3 \times 10^{15} \text{ см}^{-2}$. Облучение электронным пучком проводилось с помощью сканирующего электронного микроскопа Zeiss Supra. Непосредственно в процессе облучения электронами проводилась регистрация катодолюминесценции на различных длинах волн с помощью системы регистрации катодолюминесценции Gatan MonoCL3.

В спектре люминесценции исходных образцов наблюдались полосы с энергиями 5,8 эВ, 3,9 эВ и 1,9 эВ, первая из которых приписывается непрямому экситону [1], а оставшиеся две соответствуют точечным дефектам, конкретная природа которых требует дальнейшего исследования [2,3]. Облучение ионами гелия приводило к росту концентрации центров безызлучательной рекомбинации, что выражалось в значительном уменьшении интенсивности люминесценции непосредственно после облучения. В ходе облучения электронным пучком наблюдались изменения интенсивности отдельных полос, характер которых, по-видимому, зависел от концентрации нарушений структуры материала. Так, в случае исходного нитрида бора, полученного из бариевого расплава при высоком давлении, не наблюдалось существенных изменений интенсивности пика 5,8 эВ, в то время как в случае образца, полученного методом газотранспортной реакции, происходило уменьшение интенсивности той же полосы, сопровождающееся ростом интенсивности полосы 3,9 эВ. При облучении электронами образца, предварительно облученного ионами гелия, наблюдался рост интенсивности полосы 1,9 эВ, в дальнейшем сменявшийся более медленным спадом, причем характерные постоянные времена как для роста, так и для спада интенсивности монотонно увеличивались при увеличении дозы предварительного облучения ионами гелия.

Таким образом, наблюдаемые изменения интенсивности люминесценции гексагонального нитрида бора свидетельствуют о том, что облучение ионным и электронным пучком может быть использовано для управления концентрациями как центров рекомбинации, так и центров

люминесценции различного типа, что в перспективе может быть использовано для управляемого локального создания отдельных центров люминесценции.

Работа выполнена с использованием оборудования Междисциплинарного ресурсного центра по направлению "Нанотехнологии" Научного парка СПбГУ. Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда № 23-22-00067, <https://rscf.ru/project/23-22-00067/>

Список литературы

1. G. Cassabois, P. Valvin, B. Gil. *Nature Photonics*, том 10, 262, 2016 г.
2. A. Vokhmintsev, I. Weinstein, D. Zamyatin. *Journal of Luminescence*, том. 208, 363–370, 2019 г.
3. M.E. Turiansky, C.G. Van de Walle. *Journal of Applied Physics*, том. 129, 064301, 2021 г.