

05

Влияние отжига в газообразном цинке на люминесценцию в видимом и среднем ИК диапазонах ZnSe:Fe²⁺

© А.В. Боряков¹, А.А. Гладилин², Н.Н. Ильичёв², В.П. Калинушкин², С.А. Миронов^{2,¶}, Р.Р. Резванов³, О.В. Уваров², В.П. Чегнов⁴, О.И. Чегнова⁴, М.В. Чукичев⁵, А.А. Ширяев⁶

¹ Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 603950 Нижний Новгород, Россия

² Институт общей физики имени А.М. Прохорова РАН, 119991 Москва, Россия

³ Национальный исследовательский ядерный университет „МИФИ“, 115409 Москва, Россия

⁴ НИИ Материаловедения, 124460 Зеленоград, Москва, Россия

⁵ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, физический факультет, 119991 Москва, Россия

⁶ Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева, 603950 Нижний Новгород, Россия

¶ e-mail.: sa.mironov@kapella.gpi

Поступило в Редакцию 2020 г.

В окончательной редакции 2020 г.

Принято к публикации 2020 г.

Описаны результаты исследования влияния отжига в атмосфере цинка на примесно-дефектный состав легированных диффузией железа пластин ZnSe:Te на характеристики катодолуминесценции (КЛ) ИК диапазона. Обнаружено образование преципитатов на границах двойников. Показано, что в структурах с поверхностной концентрацией железа больше 1 at.% наблюдается существенный рост интенсивности КЛ в ИК диапазоне в результате отжига в цинковой атмосфере. Обнаружено частичное восстановление межзонной люминесценции в областях с высокой концентрацией железа в результате отжига.

Ключевые слова: ZnSe:Fe, ZnSe:Te, катодолуминесценция, рентгеновский флуоресцентный анализ, двух-фотонная конфокальная микроскопия.

DOI: 10.21883/OS.2020.11.50174.142-20

Введение

Кристаллы селенида цинка, легированные железом (ZnSe:Fe), используются в качестве активной среды перестраиваемых лазеров среднего ИК диапазона на 3.6–5 μm [1]. К настоящему времени достигнуты рекордные генерационные характеристики ZnSe:Fe-лазеров при оптической накачке Er:YAG-лазерами и газоразрядными лазерами на фториде водорода [2–4]. Однако создание малогабаритной высокоэффективной лазерной системы с использованием таких методов накачки маловероятно. В последние годы идет поиск других путей создания инверсной населенности ионов железа — например, ударной ионизацией „горячими“ (с энергией несколько keV) электронами (катодолуминесценция, КЛ). В работе [5] впервые были исследованы спектральные характеристики КЛ диффузионных структур ZnSe:Fe в среднем ИК диапазоне (3.6–4.4 μm) при облучении потоком электронов с энергией 40 keV. Показано, что спектр КЛ в этом диапазоне совпадает со спектром люминесценции при оптической накачке и обусловлен излучательным переходом между уровнями внутритрицентрических состояний ⁵T₂ и ⁵E ионов железа Fe²⁺.

В [6] сообщалось об исследовании влияния концентрации железа на характеристики КЛ структур ZnSe:Fe в среднем ИК диапазоне (ИККЛ) и было показано, что максимальная интенсивность КЛ наблюдается в структурах с концентрацией железа около 0.8 wt.%. В работе [7] сообщалось о влиянии отжига в газообразном цинке на люминесцентные характеристики монокристаллов ZnSe:Fe. В частности, сообщалось о частичном восстановлении межзонной люминесценции в областях этих кристаллов с высокой концентрацией железа.

Целью настоящей работы является исследование влияния отжига в атмосфере цинка на характеристики КЛИК диапазона и примесно-дефектный состав структур, полученных диффузией Fe в пластины ZnSe:Te, вырезанные из кристаллов, полученных методом Бриджмена при высоком давлении инертного газа.

Методика эксперимента и полученные результаты

Эксперименты в настоящей работе проводились на пластинах ZnSe:Te, легированных железом методом