Влияние отжига в атмосфере Zn на структурные и люминесцентные свойства ZnSe:Fe

Гладилин А.А.¹, Уваров О.В.¹, Ильичев Н.Н.¹, Чегнов В.П.², Чегнова О.И.², Чукичев М.В.³, Резванов Р.Р.⁴, Миронов С.А.¹, Калинушкин В.П.¹

¹ ИОФ РАН, 119991, Москва, ул. Вавилова, 38

² НИИ Материаловедения, 124460, Зеленоград, Москва, Георгиевский просп., 5, стр. 2

³ МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1с2

⁴ НИЯУ МИФИ, 115409, Москва, Каширское ш., 31

DOI 10.34077/Semicond2019-49

Кристаллы ZnSe, легированные Fe являются перспективным материалом для создания лазера, работающего в среднем ИК диапазоне, на которых получены уникальные генерационные характеристики при оптической накачке, близкие к теоретическому максимуму. Для создания малогабаритных устройств ИК-излучения предлагается исследование возможности применения электронной накачки, требующей контроля совершенства кристаллической структуры. В данной работе обсуждается влияние отжига на примесно-дефектные центры (ПДЦ) и интенсивность ИК катодолюминесценции (КЛ).

Изучение ПДЦ проводилось методом двухфотонного возбуждения люминесценции (ДФВЛ), реализованного с помощью конфокального микроскопа Carl Zeiss NLO 710, позволяющий регистрировать межзонную люминесценцию (МЗ) (460-480 нм) и ПДЦ (480-725 нм), а также строить карты распределения люминесценции, при комнатной температуре. При измерении ИК КЛ кристаллы ZnSe:Fe возбуждались с помощью электронной пушки с энергией 36 кВ. В качестве образцов использовались монокристаллы ZnSe, выращенные методом Бриджмана, с добавлением Те в процессе роста. Легирование железом проводилось с помощью термодиффузии с поверхности до концентраций 0.01-14 %. После измерений ДФВ и ИК КЛ серия образцов отжигалась в атмосфере Zn.

На рисунке 1а показаны концентрационные зависимости интенсивности ИК КЛ. Максимум интенсивности достигается в образцах с 0.5 % (не отожженные) и 1.5 % (отожженные) содержания железа. Легирование железом приводит к подавлению МЗ (рис. 1с). На рисунке 1с широкая полоса в спектре не отожженного образца (красные треугольники) соответствует теллуру. Отжиг в атмосфере цинка приводит к восстановлению МЗ (рис. 1b, d), при этом линия Те существенно уменьшается (рис. 1b). На плоской карте отожженного образца наблюдается формирование темных полос, характерных для данного типа образцов.

На основе полученных результатов можно предположить, что отжиг в атмосфере цинка приводит увеличению МЗ из ИК КЛ за счет очистки образца и уменьшения количества рекомбинационных каналов. По-видимому, структурные дефекты либо преципитируют с примесями, либо аннигилируют, выходя на поверхность. Кроме того, в процессе отжига атомы Те удаляются быстрее, чем атомы Fe. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-29-20048.

Рис.1. – (a) концентрационная зависимость ИК КЛ, (b) спектры ДФВЛ в областях, отсеченных на плоских картах (c) - не отожженные, и (d) – отожженные образцы ZnSe:Fe