

ПОВЕРХНОСТНАЯ ФЛУКТУАЦИОННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КРАСНОЙ МОНООКИСИ СВИНЦА

Акбеков Т.М., Оскомбаева З.А.

Институт горного дела и горных технологий им. академика У.Асаналиева КГТУ им. И.Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан

Данная работа посвящена к исследованию люминесценции кристаллов PbO_T выращенных из щелочных растворов. Показано что, такая люминесценция наблюдается только в кристаллах имеющих шероховатой поверхностью.

The given work is devoted to research of a luminescence of crystals of PbO_T grown up of alkaline solutions. It is shown that, such luminescence is observed only in crystals having by a rough surface.

Исследование большого количество образца PbO , полученных в различных синтезах, показало, что М-полоса люминесценции /1/ обнаруживается только на кристаллах имеющих форму тонких плоскопараллельных пластинок толщиной $d = 0.1 - 0.01 \text{ мм}$, обладающих шероховатой поверхностью. Свечение наблюдается с наиболее развитой грани, перпендикулярной оптической оси и распределено однородного по поверхностью. Причем люминесценция М-полосы обнаруживается как правило, только на одной из

двух граней образца. На сколах таких образцов свечение М-полосы отсутствуют. При послойном снятии верхних слоев образцов было установлено, что необычная люминесценция локализованы в при поверхностей области толщиной 50-100 мкм. Таким же оценка для толщины люминесцирующего слоя было установлено при исследовании спектров возбуждения объемного свечения спектр возбуждения М-полосы широкой спектральной области повторяет ход изменения коэффициента поглощения. (рис.1.)

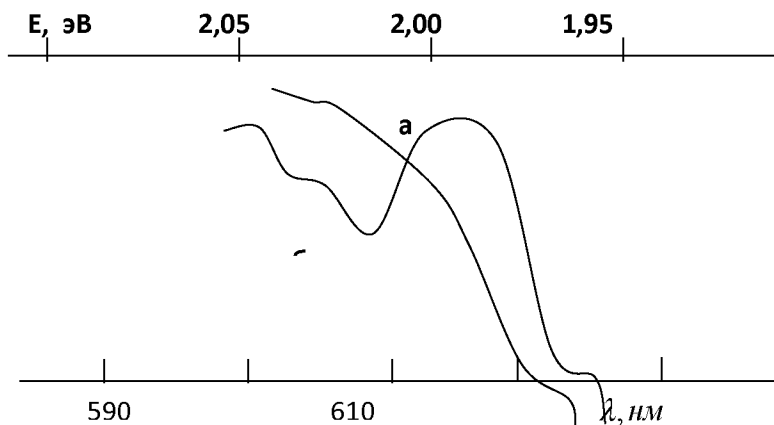


Рис.1. Спектры возбуждения кристалла тетрагональной монооксида свинца а) –М-полосы; б) объемного сечения;

Это возможно только в случае малой глубины локализации свечения. При возбуждении люминесценции в области малых коэффициентов поглощения $\lambda(h\nu) \approx 50 \text{ см}^{-1}$ (начало первой экситон-фоновой ступеньки) М-полосы не наблюдается несмотря на ее большой квантовый выход.

Чтобы выявить причину появления в спектрах М-полосы было проведено исследование поверхности различных кристаллах с помощью электронного микроскопа (рис.2).

При этом было установлено, что М-полоса присутствует в кристаллах с сильно дефектной поверхностью. Наблюдаемые на поверхности кристалла, неоднородности представляет собой ямки травления, возникающие обычно в местах выхода на поверхность дислокации. На поверхности

кристаллов, не дающих М-полосу люминесцентные особенности не наблюдаются.

Непрерывности смещения максимума М-полосы с ростом температуры, увеличением времени задержки можно объяснить, если предположить что М-полоса возникает в результате наложения большого количества линий свечения, энергетического положение которых непрерывно распределено в пределах контуров фоновых компонентов ее люминесценции.



а)



б)

Рис. 2. Фотографии поверхности кристалла тетрагональной моноокиси свинца с М-полосой люминесценции полученные с помощью электронного микроскопа при различных увеличениях: а) - 500*5 ; б)- 2000*5

В литературе известно ряд моделей центров, обладающих большим квантовым выходом люминесценции и непрерывным распределением энергетических уровней. В частности, это могут быть донорно-акцепторные уровни (Д-А) пары, расположенные на больших расстояниях. /2 / Чтобы проверить применима ли это модель в нашем случае мы исследовали зависимость спектра люминесценции М-полосы от мощности возбуждения. Из литературы известно, что максимум суммарной полосы Д-А-пар при уменьшении мощности возбуждения в пределах 3-х порядков мы не наблюдали никаких

изменений спектра М-полосы. С моделью Д-А-пар не согласуется так же отсутствие сдвига максимума М-полосы в спектрах после свечения при больших временах задержки $\approx 10^{-3}$ сек .

Сопоставляя спектры люминесценции М-полосы и спектры люминесценции свободного экситона. /3/ Можно увидеть, что коротковолновые края контуров отдельных линий фоновых повторений М-полосы непосредственно примыкают к соответствующим линиям излучения свободного экситона.

Исходя из этого, а также максимально наблюдаемого энергетического сдвига длинноволновых краев М-полосы можно заключить, что энергии связи отдельных компонент, формирующих М-полосу непрерывно распределены в широком интервале 0-40мэВ. При учете высокого квантового выхода такими свойствами обладает свечение локализованного экситона, в частности, наблюдаемого в работах /4 / в смешанных кристаллах $CdS_{1-x}Se_x$. Однако эта модель так же не подходит к нашему случаю. С ростом температуры максимум люминесценции локализованного экситона смещается в область больших энергий в сторону свободного экситона. М-полоса обладает противоположным температурным сдвигом.

Наиболее близкими люминесцентными свойствами обладает полоса флуктуационной поверхностной люминесценции /5 /. Эта полоса возникает во многих полупроводников при замораживании на их поверхности различных электролитов и напылении тонких полупроводниковых пленок. Так же как и в случае М-полосы в РвО полоса поверхностной флуктуационной люминесценции сильно сдвигается с увеличением температуры в длинноволновую сторону. Такой сдвиг связан с термической диссоциацией электронно-дырочных возбуждений, локализованных в поверхностных потенциальных ямах, возникающих вследствие флуктуации поля электрического заряда на поверхности полупроводника. В случае М-полосы такие флуктуации могут быть вызваны наличием на поверхности адсорбированных таких пленок щелочи ($NaOH$) являющегося растворителем в использованном для роста методе гидротермального синтеза. Щелочь может находиться, в частности, в глубине ямок травления, возникающих в местах выхода дислокаций. Электрические поля могут быть связаны так же и с самими дислокациями. Неоднородность электрических полей может быть причиной появления вблизи поверхности уровней захвата свободных носителей формирующих М-полосу.

Литература:

1. Акбеков Т.М, Кемелова С., Шаршенова Х.А Зависимость спектров люминесценции слоистого кристалла тетрагональной моноокиси свинца от температуры. Сборник научных трудов к 70-

летию КАУ им. К.И.Скрябина Выпуск 2, часть 2, Бишкек 2003, с. 238-242.

2. Dean P.J.. Inter-impurity recombination's in semiconductors/ Progress in solid state chemistry/ 1973, V.8, p.1-26/

3. Акбеков Т.М., Гайсин В.А Люминесценция свободного экситона . Сборник научных трудов ТУ « Дастан» Бишкек-1997.

4. Вербин С.Ю., Мюллер Г.О., Пермогоров С.А и др. Спектроскопическое проявление локализации экситонов в твердых растворах $CdS_{1-x}Se_x$. Актуальные проблемы спектроскопии: материалы симпозиума. М.1985, с.181-185.

5. Григорьев Р.В, Новиков Б.В и др. Поверхностная флуктуационная люминесценция полупроводников. Оптика и спектроскопия. 1990, Т.68, в.4, с.889-892.