

©1994 г.

МОЛЕКУЛЯРНО-ПУЧКОВАЯ ЭПИТАКСИЯ КВАНТОВО-РАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР $Zn_{1-x}Cd_xSe/ZnSe$ НА $GaAs$

Е.М.Дианов, А.М.Прохоров, П.А.Трубенко, Е.А.Шербаков

Институт общей физики Российской академии наук,
117942, Москва, Россия

(Получена 7 февраля 1994 г. Принята к печати 14 февраля 1994 г.)

Методом молекулярно-пучковой эпитаксии выращены на подложках $GaAs$ квантово-размерные структуры на основе соединений $Zn_{1-x}Cd_xSe/ZnSe$. Приводятся спектры фотолюминесценции в зависимости от температуры для структур с шириной квантовой ямы 7 нм. Показано, что в спектре выращенной структуры доминирует экситонное излучение вплоть до комнатной температуры.

Введение

Квантово-размерные структуры (КРС) на основе полупроводниковых соединений $A^{II}B^{VI}$, в частности $Zn_{1-x}Cd_xSe/ZnSe$, созданные молекулярно-пучковой эпитаксией, привлекают в последнее время большое внимание исследователей благодаря возможности реализации на их основе ряда оптоэлектронных элементов, включая инжекционные лазеры, излучающие в сине-зеленом диапазоне длин волн при комнатной температуре [1-4]. Впервые КРС на основе $Zn_{1-x}Cd_xSe/ZnSe$ были продемонстрированы в 1990 г. [5], однако данные по технологии выращивания и параметры получаемых структур, опубликованные к настоящему времени, достаточно разнородны.

В данной работе приводятся характеристики изготовленных молекулярно-пучковой эпитаксией КРС и результаты исследования спектров фотолюминесценции в зависимости от температуры.

Эксперимент

Исследуемые структуры выращивались методом молекулярно-пучковой эпитаксии (установка ЦНА-18) на полуизолирующих подложках $GaAs$ с ориентацией (100). После стандартной обработки поверхности $GaAs$ [6] подложка помещалась в ростовую камеру, где проводился ее нагрев в высоком вакууме до температуры $600^{\circ}C$ в течение 5 мин, в результате чего происходил срыв пленки окисла, далее

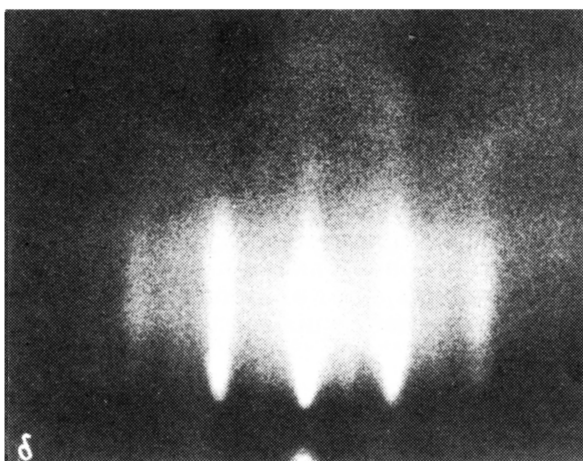
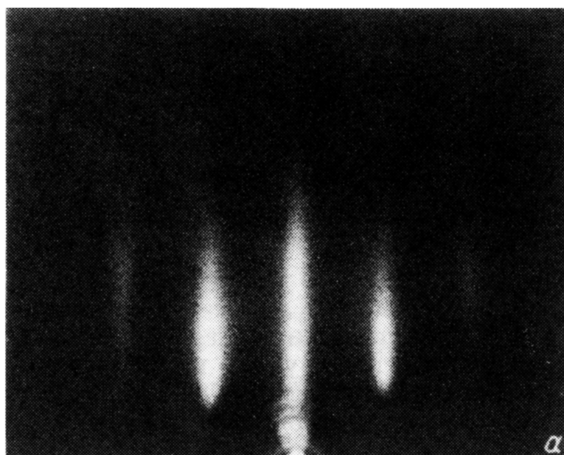


Рис. 1. Картины дифракции быстрых электронов для пленки ZnSe толщиной 100 нм для направлений $[0\bar{1}1]$ (a) и $[011]$ (b) соответственно.

подложка охлаждалась до 350°C и начинался рост структур. Для нанесения слоев использовалось испарение эффузионными ячейками отдельных элементов Zn, Cd и Se, степень очистки которых была не хуже чем 99.9999%. Давления паров в молекулярных пучках Zn и Se соотносились как 1:2, а скорость эпитаксиального роста пленки ZnSe была не более 0.5 мкм/ч. Интенсивность пучка Cd выбиралась в зависимости от необходимой глубины квантовой ямы $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Se}$ и в наших экспериментах не превышала 30% от интенсивности пучка Zn. Давление в камере во время роста структур сохранялось на уровне менее чем 10^{-8} Па. Рост КРС происходил в условиях Se-стабилизированной структуры поверхности, причем контроль состояния поверхности до и во время эпитаксии осуществлялся по картине дифракции быстрых электронов (рис. 1, a, b). Последовательность расположения слоев была следующая: первоначально выращивался буферный слой ZnSe толщиной 350 нм, а далее последовательно располагались 10 слоев $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Se}$ и ZnSe с периодом 210Å, причем соотношение между ши-

ривой квантовой ямы $Zn_{1-x}Cd_xSe$ и барьером $ZnSe$ составляло 1:2, а концентрация Cd изменялась от 10 до 30% для разных структур.

Для регистрации спектров фотолюминесценции с разрешением не хуже чем, 2 см^{-1} использовалась стандартная схема с ртутной лампой (длина волны 365 нм) в качестве источника накачки, с синхронным детектированием сигнала после монохроматора МДР-6 и с вводом данных в компьютер.

Результаты

Типичные картины дифракции быстрых электронов ($U = 20 \text{ кВ}$), наблюдаемые во время роста структур и приведенные на рис. 1, показывают, что поверхности $ZnSe$ и $Zn_{1-x}Cd_xSe$ во время эпитаксии получались атомарно-гладкими. Предварительное исследование выращенных квантово-размерных структур с помощью электронного просвечивающего микроскопа с высоким разрешением показало, что кристаллическая структура изготовленных слоев совпадает со структурой подложки. Подробное исследование границ гетероструктур и дефектов выращенных пленок еще предстоит выполнить, однако первые результаты указывают на достаточно высокое качество полученных пленок.

Спектры фотолюминесценции одной из выращенных КРС с шириной квантовой ямы 7 нм в зависимости от температуры представлены на рис. 2. На этом же рисунке приведен спектр люминесценции пленки $ZnSe$ толщиной 200 нм при температуре 10 К. Полученные данные указывают на то, что основной вклад в люминесценцию КРС, вплоть до комнатной температуры, дает экситонное излучение, определяемое квантовым ограничением движения электронов в зоне проводимости и

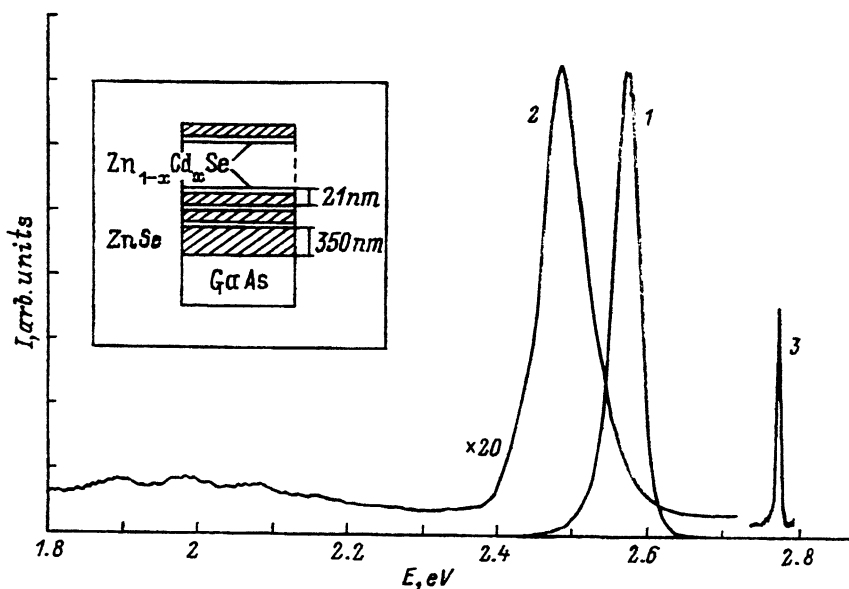


Рис. 2. Спектры фотолюминесценции квантово-размерной структуры при 10 К (1) и 293 К (2). Спектр пленки $ZnSe$ толщиной 200 нм ($T = 10 \text{ К}$) — кривая 3. На вставке — схема расположения слоев квантово-размерной структуры.

тяжелых дырок в валентной зоне. Концентрация Cd в $Zn_{1-x}Cd_xSe$ для данного образца составляла не более 25%.

В заключение авторы выражают благодарность А.В. Киселену и М.В. Грекову за помощь в работе.

Список литературы

- [1] A.V. Nurmikko, R.L. Gunshor, M. Kobayashi. J. Cryst. Growth. **117**, 432 (1992).
- [2] J. Ding, N. Pelekanos, A.V. Nurmikko, H. Luo, N. Samarth, J.K. Furdyna. Appl. Phys. Lett., **57**, 2885 (1995).
- [3] H. Jeon, J. Ding, A.V. Nurmikko, H. Luo, N. Samarth, J.K. Furdyna, W.A. Bonner, R.E. Nahory. Appl. Phys. Lett., **57**, 2413 (1990).
- [4] S.Y. Wang, Y. Kawakami, J. Simpson, H. Stewart, K.A. Prior. B.C. Cavenett. Appl. Phys. Lett., **62**, 1715 (1993).
- [5] N. Samarth, H. Luo, J.K. Furdyna, R.C. Alonso, Y.R. Lee, A.K. Ramdas, S.B. Qadri, N. Otsuka. Appl. Phys. Lett., **56**, 1163 (1990).
- [6] A.Y.J. Cho. Appl. Phys., **47**, 2841 (1976).

Редактор Т.А. Полянская

Molecular Beam Epitaxy of $Zn_{1-x}Cd_xSe/ZnSe$ Quantum Well Structures on GaAs

E.D. Dianov, A.M. Prokhorov, P.A. Trubenko, E.A. Shcherbakov

Institute of General Physics, Russian Academy of Sciences, 117942, Moscow, Russia

$Zn_{1-x}Cd_xSe/ZnSe$ quantum wells have been grown by the molecular beam epitaxy on GaAs substrates. Photoluminescence spectra of a 7 nm well taken at different temperatures are demonstrated. It has been shown that the confined exciton emission dominates up to room temperature.
