

## ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ГЕТЕРОСТРУКТУР ZnSe/Si И ZnSe/ZnS, ВЫРАЩЕННЫХ ФОТОСТИМУЛИРОВАННОЙ ЭПИТАКСИЕЙ

С.Н. Максимовский, П.П. Сидоров, А.П. Шотов

*Методом фотостимулированной эпитаксии получены гетероструктуры ZnSe/Si и ZnSe/ZnS. Исследована фотолюминесценция слоев ZnSe при 77 и 300 К. Обнаружена зависимость излучательных свойств этих слоев от материала подложки.*

Полупроводниковое соединение ZnSe используется для создания оптоэлектронных приборов коротковолновой части видимого диапазона [1]. На гетероструктурах ZnSe/Si возможно создание оптоэлектронных интегральных схем, объединяющих источники и приемники излучения на одной кремниевой пластине. Гетероструктуры и сверхрешетки ZnSe/ZnSSe используются для создания лазеров с электронной накачкой [2].

В последнее время для выращивания слоев ZnSe и гетероструктур, наряду с другими методами, применяются молекулярно-лучевая и газовая эпитаксия из металл-органических соединений [3,4]. Среди различных методов выращивания полупроводниковых пленок представляет интерес метод фотостимулированной эпитаксии [5], обеспечивающей при простоте оборудования высокую чистоту и низкую температуру процесса.

При получении совершенных гетероструктур ZnSe/Si и ZnSe/ZnS возникают дополнительные трудности, связанные с относительным расхождением параметров решеток ZnSe и Si (~ 4%) и ZnSe и ZnS (~ 4,7%), приводящему к образованию на границе раздела сетки дислокаций несоответствия, ухудшающей фотоэлектрические свойства гетероструктуры.

В настоящей работе сообщается о выращивании гетероструктур ZnSe/Si и ZnSe/ZnS методом фотостимулированной эпитаксии из паровой фазы и приводятся результаты исследования фотолюминесценции (ФЛ) полученных слоев ZnSe.

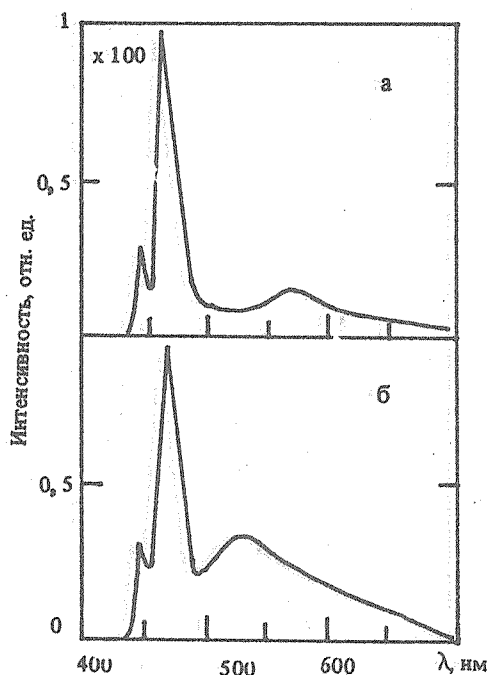


Рис. 1. Спектры ФЛ при 77 К гетероструктур ZnSe/Si (а) и ZnSe/ZnS(б).

Фотостимулированная эпитаксия проводилась в атмосфере водорода при давлении 1 атм. Источником материала являлся многократно пересублимированный стехиометрический ZnSe. В качестве подложек использовались монокристаллические пластинки Si или ZnS диаметром 2 см, ориентированные в направлении [111].

Выращивание пленок проводилось при температуре подложки 650 °C под воздействием излучения ксеноновой лампы высокого давления в диапазоне спектра 0,2 – 1,2 мкм. Перед процессом эпитаксии поверхность подложки подвергалась очистке световым излучением той же лампы. Скорость выращивания составляла 1 мкм/час. Полученные слои ZnSe имели толщину 0,5 – 2 мкм и обладали зеркальной поверхностью.

Спектры ФЛ гетероструктур, полученных в одинаковых технологических условиях, снимались при 77 К. Возбуждение ФЛ осуществлялось УФ излучением в диапазоне 0,2 – 0,4 мкм от ксеноновой лампы высокого давления.

Как видно из приведенных на рис. 1 спектров ФЛ, интенсивность излучения структур ZnSe/Si на два порядка меньше, чем излучение структур ZnSe/ZnS. Возможной причиной снижения интенсивности является легирование пленки ZnSe атомами Si из подложки в процессе фотостимулированной эпитаксии. Кроме того, на гетерогранице материалов различного химического состава и типа кристаллической решетки должна быть более высокая скорость поверхностной рекомбинации носителей. Условия роста пленки бинарного соединения ZnSe на поверхности Si, не имеющего полярной плоскости, приводят к тому, чтостройка атомов Zn и Se в соответствующие для образования идеальной решетки позиции затруднена по сравнению с подложкой ZnS, на которой происходит подстройка атомов халькогена и металла друг к другу. Поэтому концентрация антиструктурных дефектов в пленках ZnSe на ZnS меньше, чем на Si, что и сказывается на излучательных свойствах этих гетероструктур. Кроме того, в гетероструктурах ZnSe/ZnS со слоями ZnSe толщиной до 1 мкм увеличение интенсивности может быть связано с ограничением носителей в тонком слое ZnSe за счет потенциального барьера на гетерогранице, так как ширина запрещенной зоны в ZnS больше, чем в ZnSe.

В спектрах ФЛ при 77 К обеих гетероструктур доминирует голубое краевое излучение, а также наблюдается у коротковолнового края линия излучения связанных экситонов. Такой спектр характерен для монокристаллического ZnSe, содержащего малое количество примесных и собственных дефектов. На гетероструктурах ZnSe/ZnS интенсивное голубое излучение с максимумом на длине волны 4640 Å наблюдается и при комнатной температуре (при возбуждении излучением азотного лазера ЛГИ-21 с длиной волны 3371 Å). Это свидетельствует о высокой вероятности излучательной рекомбинации в таких гетероструктурах.

Таким образом показано, что методом фотостимулированной эпитаксии возможно получение гетероструктур ZnSe/Si и ZnSe/ZnS, обладающих достаточно высоким совершенством, и содержащих малое количество собственных и примесных дефектов. На гетероструктурах ZnSe/ZnS получено интенсивное голубое излучение при азотной (77 К) и комнатной температурах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Недеогло Д.Д., Симашкевич А.В. Электрические и люминесцентные свойства селенида цинка. Кишинев, Штиница, 1984.
2. Gammack D.A. et al. J. Appl. Phys., 62, N 7, 3071 (1987).
3. Mino N. et al. J. Appl. Phys., 58, N 2, 793 (1985).
4. Yokogawa T., Ogura M., Kajiwara T. J. Appl. Phys., 62, N 7, 2843 (1987).
5. Maximovsky S.N., Revokatoва I.P., Selezneva M.A. J. Cryst. Growth, 52, 141 (1981).