

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ПЛЕНКИ ZnSe:Yb, ZnSe:Dy И ZnS:Tm, ВЫРАЩЕННЫЕ ФОТОСТИМУЛИРОВАННОЙ ЭПИТАКСИЕЙ

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

Методом фотостимулированной эпитаксии из паровой фазы получены люминесцентные пленки ZnSe:Yb, ZnSe:Dy и ZnS:Tm. Исследовано распределение редкоземельных ионов в пленках при больших концентрациях и фотолюминесценция пленок при комнатной температуре.

Первые электролюминесцентные приборы с различными цветами свечения основывались на полученных вакуумным напылением пленках ZnS, содержащих редкоземельные ионы в составе молекулярных комплексов LnF_3 /1/. Позднее такие пленки стали получать плазменным радиочастотным распылением /2/, что позволило увеличить концентрацию редкоземельных ионов.

При выращивании пленок ZnSe и ZnS из паровой фазы возникают трудности с введением достаточного количества легирующих примесей. Получение высоких концентраций редкоземельных элементов, необходимых для достижения высокой интенсивности излучения, ограничено пределом растворимости, равным 10^{18} см^{-3} .

В настоящей работе сообщается о получении люминесцентных пленок ZnSe и ZnS, легированных редкоземельными элементами в процессе светового облучения при росте, и результатах их исследования.

Люминесцентные пленки ZnSe:Yb, ZnSe:Dy и ZnS:Tm выращивались в атмосфере чистого водорода при давлении 1 атм. В качестве шихты использовались поликристаллические ZnSe и ZnS. Подложками служили пластинки из кварца и BaF_2 . Для легирования использовались металлические Yb и Dy, а также соль $\text{Tm}(\text{NO}_3)_3$. Во время выращивания пленок шихта, источник легирующей примеси и подложка облучались светом ксеноновой лампы высокого давления, излучающей в диапазоне длин волн 0,2 – 1,2 мкм. Активация светом поверхности растущего слоя создает условия, при которых легирующая примесь хорошо входит в материал основы. Кроме того, увеличивается парциальное давление пара редкоземельного элемента в пограничной области, что приводит к возрастанию его концентрации в пленке.

Концентрация и распределение редкоземельных ионов в пленках определялись методом рентгеновского микроанализа. Измерение фотолюминесценции (ФЛ) пленок проводилось при комнатной температуре при возбуждении излучением с длиной волны 337 нм от азотного лазера ЛГИ-21.

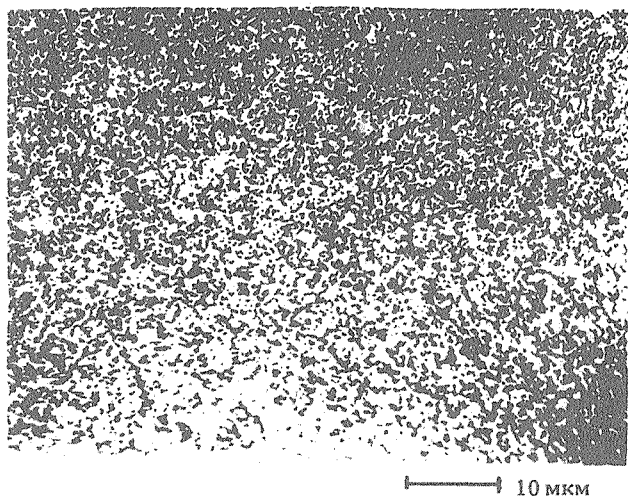


Рис. 1. Рентгеновская микрофотография распределения Yb (светлые области) в пленке ZnSe:Yb.

Пленки ZnSe:Yb, выращенные на подложках из BaF₂, содержали Yb в количестве 1 вес.%. Распределение Yb определялось по регистрации характеристического рентгеновского излучения La в режиме сканирования (рис. 1). В спектрах ФЛ пленок ZnSe:Yb наблюдалось слабое излучение в области 1 мкм, связанное с ионами Yb³⁺, поскольку их концентрация низка по сравнению с ионами Yb²⁺.

Пленки ZnSe:Dy, выращенные на тех же подложках, содержали Dy в количестве 0,3 вес.%. Спектр ФЛ пленок ZnSe:Dy представлен на рис. 2а. Узкая полоса излучения Dy³⁺ с максимумом на длине волны 7550 Å соответствует переходу ⁶F_{5/2} – ⁶H_{15/2} и, возможно, переходу ⁶F_{3/2} – ⁶H_{15/2}. Люминесценция Dy в пленках ZnSe наблюдается впервые.

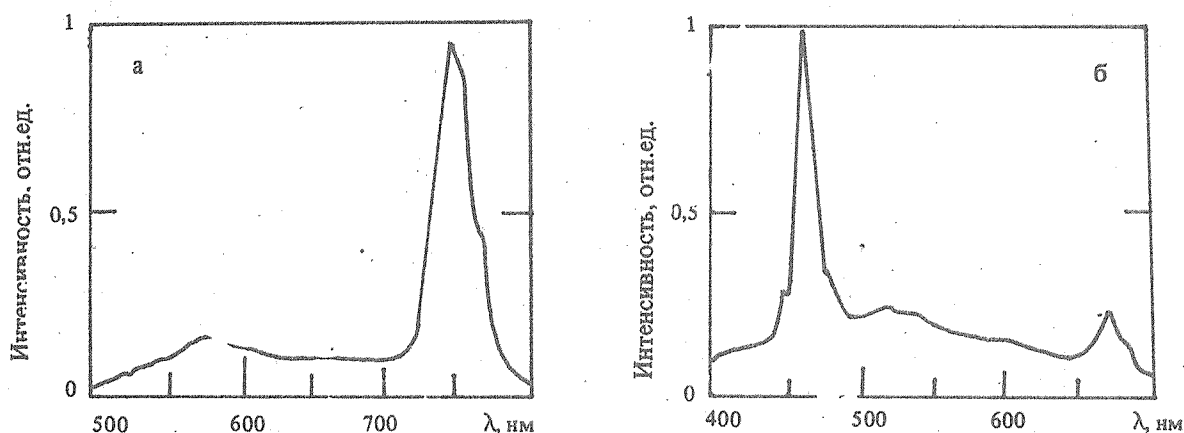


Рис. 2. Спектр ФЛ при 300 К пленки ZnSe: Dy (а) и ZnS:Tm (б).

Пленки ZnS:Tm, выращенные на подложках из кварца, содержали Tm в количестве 0,1 вес.%. Спектр ФЛ пленок ZnS:Tm представлен на рис. 2б. Узкая полоса голубого излучения Tm³⁺ с максимумом на длине волны 4780 Å соответствует переходу ¹G₄ – ³H₆, слабая красная с максимумом 6650 Å – переходам ¹G₄ – ³H₄ и ³F₂ – ³H₆.

Введение соли Tm(NO₃)₃ в шихту и последующий синтез активированного порошка для испарения дали лучшие результаты по сравнению с испарением чистой шихты ZnS и соли Tm(NO₃)₃. Возможно, в процессе синтеза активированного порошка ZnS:Tm образуются люминесцентные молекулярные центры, которые переносятся в пленку. Интенсивность излучения этих центров выше интенсивности тех, которые образуются при совместном напылении чистого ZnS и лигатуры.

Таким образом показано, что выращивание пленок ZnSe и ZnS, активированных редкоземельными элементами, из паровой фазы под воздействием светового облучения позволяет получать равномерное распределение активатора при концентрациях до 1 вес.%. Пленки ZnSe:Dy и ZnS:Tm обладают интенсивной люминесценцией, обусловленной излучением активаторных трехвалентных редкоземельных ионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chase E. W. et al. J. Appl. Phys., 40, N 6, 2512 (1969).
2. Benoit J., Benalloul P., Blazant B. J. Luminescence, 23, 175 (1981).

Поступила в редакцию 22 апреля 1988 г.