

05.2; 06.2; 06.3

©1993 г.

СОБСТВЕННАЯ ПАМЯТЬ В ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ $ZnS-MnF_2$

*А.И.Белецкий, Л.И.Велигура, Н.А.Власенко,
Я.Ф.Кононец*

Известно [1], что тонкопленочные электролюминесцентные структуры (ТПЭЛС) МДПДМ-типа на основе ZnS , легированного марганцем, обладают при определенных условиях собственной памятью, связанной с гистерезисом вольт-яркостной и вольт-зарядовой характеристик. Этот эффект представляет большой практический интерес, так как открывает новые перспективы для запоминающих светоизлучающих устройств, управляемых электрическим или оптическим сигналами, либо электронным пучком [2]. Кроме того, использование этого эффекта позволяет упростить схему управления и повысить яркость матричных тонкопленочных электролюминесцентных экранов (ТЭЭ) большой информационной емкости. Особый интерес представляет создание цветных ТЭЭ с собственной памятью. Однако до сих пор получены запоминающие ТПЭЛС только с желтым цветом свечения. В данной работе сообщается об обнаружении эффекта собственной памяти в ТПЭЛС на основе ZnS , легированного вторидом марганца, цвет свечения которых красный. Приводятся основные характеристики этих ТПЭЛС.

Исследованные ТПЭЛС представляли собой МДПДМ-структуру, нанесенную на стеклянную подложку, где М — электроды (пленки In_2O_3 и Al), Д — двухкомпонентные диэлектрические слои, например, Al_2O_3/Y_2O_3 толщиной 250–300 нм, П — электролюминесцентная пленка $ZnS-MnF_2$ толщиной 600–700 нм. Д- и П-пленки наносили электронно-лучевым испарением. Легирование пленок ZnS осуществляли путем подпыления MnF_2 из отдельного испарителя. Концентрацию активатора (С) варьировали от 0.5 до 5.0 мол.%. Пленки $ZnS-MnF_2$ после нанесения подвергали термическому отжигу в вакууме при 300–550° С.

Спектр электролюминесценции данных ТПЭЛС содержит полосу в желто-оранжевой области ($\lambda_{\max} = 585 - 590$ нм) и полосы в красной области (620–750 нм). Первая из них присуща одиночным ионам Mn^{2+} , а вторые — комплексным центрам свечения, содержащим, кроме Mn^{2+} , один или два иона фтора (например, квазимолекулярные центры MnF_2 , комплекс $[Mn^{2+}-F^-]$ и др.). Относительная интенсивность красных полос растет с ростом концентрации MnF_2 и при понижении температуры ($T_{отж}$). При $C > 3$ мол.% и $T_{отж} < 450^\circ$ С в спектре доминируют красные полосы (рис. 1, а), что и определяет красный цвет свечения таких ТПЭЛС.

Зависимости яркости (В) электролюминесценции и заряда (Q), протекающего через структуру, от приложенного напряжения

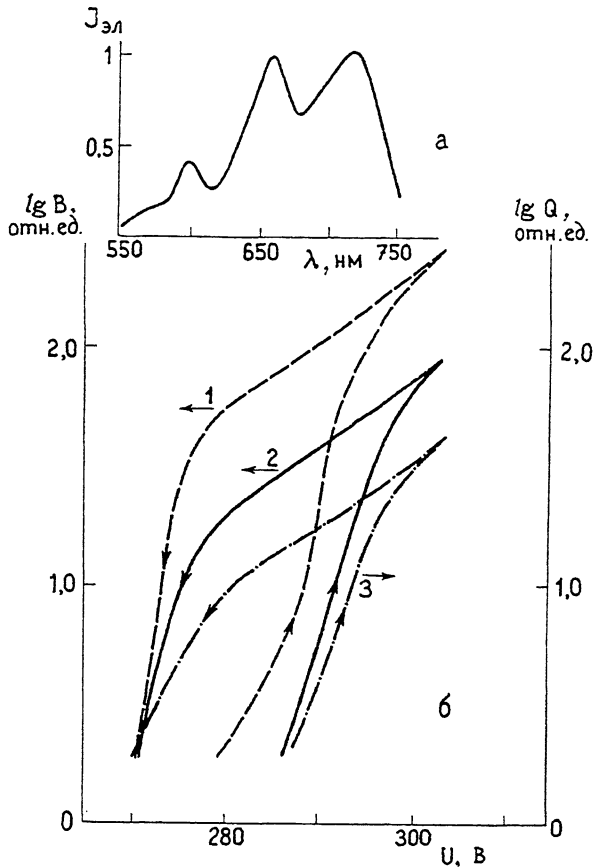


Рис. 1. Спект электролюминесценции (а), вольт-зарядовая характеристика (б, 3) и вольт-яркостная зависимость (б) в красной (1) и желтой (2) областях спектра ТПЭЛС на основе $ZnS-MnF_2$. $C = 4.9$ мол.%; $f = 200$ Гц; $\tau_{имп} = 50$ мкс.

(U) типичных ТПЭЛС с красным цветом свечения приведены на рис. 1, б. В обеих зависимостях наблюдается гистерезисный ход, причем имеется корреляция как между вольт-яркостными зависимостями для желтой и красных полос излучения, так и между $B(U)$ - и $Q(U)$ -зависимостями. Это подтверждает зарядовую природу памяти, которая общепризнана и в случае ТПЭЛС на основе $ZnS-Mn$ [3].

Ширина петли гистерезиса (ΔU) этих характеристик зависит от технологических факторов (C , $T_{отж}$ и др.), а также от условий возбуждения электролюминесценции (частоты и длительности импульсов напряжения, температуры образца). При оптимальных технологических факторах ΔU равна 20 В и более при возбуждении знакопеременными прямоугольными импульсами напряжения длительностью $\tau_{имп} \leq 50$ мкс. Яркость в переключенном состоянии достигает $10-20$ кд/м² при частотах повторения импульсов 200–500 Гц. Такие значения яркости соответствуют требованиям к красному цвету в цветных экранах.

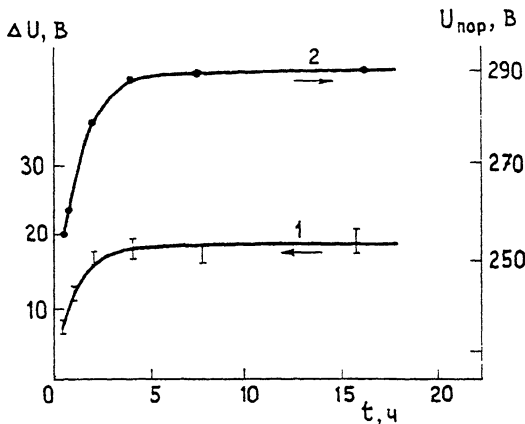


Рис. 2. Изменение ширины петли гистерезиса $B(U)$ - и $Q(U)$ -характеристик (1) и порогового напряжения (2) ТПЭЛС на основе $ZnS-MnF_2$ в ходе наработки в ускоренном режиме старения (синусоидальное напряжение, $f = 5$ кГц). $C = 4.9$ мол.%; $\tau_{имп} = 10$ мкс, $f = 100$ Гц.

Предварительное исследование стабильности эффекта памяти, проведенное в ускоренном режиме старения (синусоидальное напряжение с частотой $f = 5$ кГц), показало, что в первые 2–3 часа работы наблюдается, как и для большинства известных ТПЭЛС, изменение (повышение) порогового напряжения (рис. 2, кривая 2). Ширина петли гистерезиса при этом существенно возрастает (кривая 1). После короткого начального периода нестабильности характеристики остаются практически неизменными по меньшей мере в течение нескольких десятков часов, что эквивалентно > 500 ч. наработки в рабочих режимах возбуждения ($f = 100-300$ Гц). Для окончательного вывода относительно стабильности обнаруженного эффекта памяти при более длительной наработке требуется специальное исследование.

Таким образом, впервые показано, что в ТПЭЛС красного цвета свечения на основе $ZnS-MnF_2$ можно получить собственную память с параметрами, приемлемыми для использования в цветных индикаторах, в том числе в ТЭЭ.

Список литературы

- [1] Takeda M. et al. // Proc. 6th Conf. Solid State Devices. Tokyo, 1974; // Jap. J. Appl. Phys. 1975. V. 44. Suppl. P. 103–108.
- [2] Власенко Н.А. и др. В сб.: Полупроводниковая техника и микроэлектроника. Киев: Наукова думка, 1981. В. 34. С. 82–85.
- [3] Vlasenko N.A. // Acta Polytechnica Scandinavica. Appl. Phys. 1990. Ser. N 170. P. 27–39.