

УДК 621.383:535.376

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУЧЕННЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СТРУКТУР РАЗНОГО ЦВЕТА СВЕЧЕНИЯ

Д. т. н. А. И. Казаков, к. ф.-м. н. А. В. Андриянов, В. С. Миронов

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
aav@irt.opu.ua

Проведен анализ электронных и оптических процессов в тонкопленочных электролюминесцентных структурах. Учтено влияние таких внешних факторов, как температура подложки, напряженность электрического поля, толщина слоя люминофора, концентрация легирующей примеси.

Ключевые слова: электролюминесцентные структуры, вольт-яркостные характеристики, яркость излучения.

Известно, что характеристики тонкопленочных электролюминесцентных структур (ТПЭЛС) зависят от разных внешних факторов, но эти данные не обобщены, в некоторых случаях вступают в противоречие. Механизм изменения цвета свечения и яркости излучения под действием температурных полей не выявлен. Зависимость кинетических характеристик излучения ТПЭЛС от формы и продолжительности импульса возбуждающего напряжения не установлена. Не исследовано влияние внешнего электрического поля на яркость излучения, перенесенный заряд и эффективность электролюминесценции тонкопленочных структур. Модель, которая объясняла бы в полной мере протекание электронных и оптических процессов и механизм электролюминесценции в ТПЭЛС не разработана [1]. Все это обуславливает необходимость дальнейших фундаментальных исследований в этом направлении.

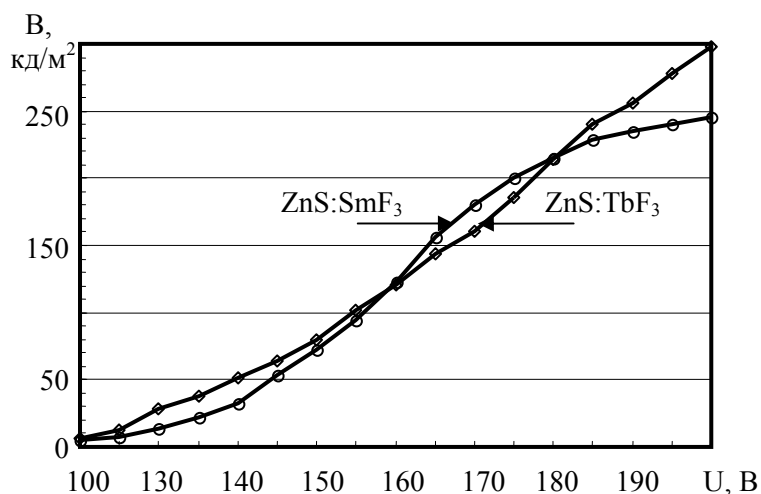
Цель работы — исследование влияния таких факторов, как напряженность внешнего электрического поля, толщина слоя люминофора на характеристики излучения ТПЭЛС и разработка принципов создания на их основе разнообразных индикаторов с улучшенными характеристиками и новыми функциями.

Для этого была разработана технология получения ТПЭЛС типа «металл—диэлектрик—полупроводник—диэлектрик—металл» (МДПДМ) на основе сульфида цинка, легированного фторидами редкоземельных металлов, с учетом исследований авторов [2, 3]. Для изготовления слоев ТПЭЛС использовали методы электронно-лучевого и термического испарения в вакууме. Для нанесения пленок сульфида цинка на стеклянную подложку выбраны следующие режимы работы электронно-лучевого испарителя: ток накала катода — 15 А; напряжение смещения — 200 В; ускоряющее напряжение — 4 кВ; ток луча — 3 мА; ток электромагнитов — 85–90 мА.

В качестве объекта исследований были отобраны образцы ТПЭЛС со следующими техническими характеристиками: рабочее напряжение — от 100 до 180 В; диапазон частот напряжения питания — 50...5000 Гц; яркость излучения — от 20 до 1000 кд/м²; цвет излучения — зеленый и угол обзора — до 80°; диапазон рабочих температур — (–20...+70)°С; диапазон рабочих давлений — 10⁵...10⁶ Па.

Были проанализированы оптические характеристики слоев ТПЭЛС, исследовано влияние температуры подложки на электрофизические характеристики ТПЭЛС. Сопоставлены экспериментальные характеристики ТПЭЛС и теоретические оценки, которые учитывали разные механизмы генерации свободных носителей заряда в слое люминофора ТПЭЛС в заданном диапазоне температур. Установлен наиболее вероятный механизм процесса генерации. Установлено, что концентрация легирующей примеси в слое играет существенную роль в получении высоких значений световой эффективности и яркости излучения электролюминофоров на основе сульфида

цинка (ZnS). Оптимальными концентрациями примеси в ZnS для получения структур с максимальной яркостью излучения являются: массовая доля 2% фторида тербия (TbF_3) для структур зеленого цвета свечения и массовая доля 3% фторида самария (SmF_3) для структур красного цвета свечения (см. рисунок).



Вольт-яркостная характеристика ТПЭЛС на основе ZnS:TbF₃ (2%) и ZnS:SmF₃ (3%) при синусоидальном напряжении частотой 3 кГц.

Наряду с концентрацией примеси на электрооптические характеристики ТПЭЛС влияет толщина слоев. Из экспериментов установлено, что яркость излучения ТПЭЛС возрастает при увеличении толщины пленки электролюминофора лишь до 600 нм с дальнейшим выходом на участок насыщения. При больших значениях толщины увеличивается рассеяние электронов и дырок, которое вызывает насыщение, а в ряде случаев и уменьшение яркости излучения.

Установлено, что при формировании слоев ТПЭЛС рост кристалличности пленок наблюдался при увеличении температуры подложки до 300°C, а при дальнейшем росте температуры кристалличность уменьшалась.

Проведенные исследования влияния электрического поля на ТПЭЛС позволяют оптимизировать их конструкцию и режимы работы. Учет влияния электрического поля на процесс возбуждения люминесцентных центров позволяет точнее смоделировать кинетические характеристики излучения ТПЭЛС.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Андріянов О. В., Мокрицький В. А., Казаков А. І., Селюков О. В. Про механізм електролюмінесценції тонкоплівкових структур для пристроїв відображення інформації // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету ім. Тараса Шевченка.— 2010 — Вип. 28.— С. 31–35.
2. A. Kazakov, A. Andriyanov, V. Mironov and O. Polyarush. Study of thin film multicomponent oxide materials for electroluminescent devices // Proc. VDE World Micro- Technologies Cong., MICRO. tec2000.— Hanover, Germany, 2000.— Vol. 2.— P. 731–734.
3. Казаков А. И., Андріянов А. В., Миронов В. С., Поляруш О. В. Исследование тонкопленочных многокомпонентных диэлектриков для электролюминесцентных устройств // Тр. Одес. политехн. ун-т.— Одесса, 2001.— Вып. 4(16).— С. 178–180.

A. I. Kazakov, A. V. Andriianov, B. S. Mironov

The analysis of electrophysical characteristics of the obtained thin-film electroluminescent structures of different colour of light emission

The analysis of electronic and optical processes in thin-film electroluminescent structures (TFELS) was carried out. Influence of such factors as substrate temperature, electric field strength, luminophor layer thickness, impurity concentration was considered.

Keywords: *electroluminescent structures, brightness-voltage characteristics, brightness of radiation.*