

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

---

**IX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО ФОТОНИКЕ И ИНФОРМАЦИОННОЙ  
ОПТИКЕ**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

Москва

А.В. ВОЙЦЕХОВСКИЙ<sup>1,2</sup>, С.Н. НЕСМЕЛОВ<sup>1</sup>, С.М. ДЗЯДУХ<sup>1</sup>,  
Т.Н. КОПЫЛОВА<sup>1</sup>, К.М. ДЕГТЯРЕНКО<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет

<sup>2</sup>Сибирский физико-технический институт ТГУ, Томск

## ИМПЕДАНС ОРГАНИЧЕСКИХ СВЕТОДИОДНЫХ СТРУКТУР С ТЕРМОАКТИВИРОВАННОЙ ЗАМЕДЛЕННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИЕЙ

В широком диапазоне условий изучен импеданс светоизлучающих структур с эмиссионным слоем (2-N,2-N,8-N-тетракис(4-метоксифенил)-(дибензотиофен-5,5-диоксид)-2,8-диамин), в котором реализуется термоактивированная замедленная флуоресценция. Из анализа графиков Коула-Коула и частотных зависимостей импеданса определены свойства релаксационных процессов при различных смещениях. Предложена эквивалентная схема многослойной структуры и определены значения параметров ее элементов при различных температурах и напряжениях смещения.

A.V. VOITSEKHOVSKI<sup>1,2</sup>, S.N. NESMELOV<sup>1</sup>, S.M. DZYADUKH<sup>1</sup>,  
T.N. KOPYLOVA<sup>1</sup>, K.M. DEGTYARENKO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University

<sup>2</sup>Siberian Physical-Technical Institute TSU, Tomsk

## IMPEDANCE OF OLED STRUCTURES WITH THERMALLY ACTIVATED DELAYED FLUORESCENCE

In a wide range of conditions, the impedance of light-emitting structures with an emission layer (2-N, 2-N, 8-N-tetrakis (4-methoxyphenyl) - (dibenzothiophen-5,5-dioxide) -2,8-diamine), in which thermally activated delayed fluorescence is realized. From the analysis of the Cole-Cole plots and the frequency dependences of the impedance, the properties of relaxation processes at various biases are determined. An equivalent circuit of a multilayer structure is proposed and the values of the parameters of its elements are determined at various temperatures and voltage biases.

Развитие методов изучения электрических свойств многослойных структур, перспективных для использования в органических светоизлучающих диодах (ОСИД), необходимо для улучшения характеристик ряда приборов органической оптоэлектроники [1, 2]. При создании ОСИД перспективно использование новых типов слоев с термоактивированной замедленной флуоресценцией (TADF-слоев) [3]. В

докладе приведены результаты исследования импеданса многослойной структуры ITO/PEDOT:PSS/ $\alpha$ -NPD/TADF-слой/BCP/LiF/Al), в которой смесь диоксидов индия и олова выполняет роль анода, слои PEDOT:PSS и  $\alpha$ -NPD предназначены для инжекции и транспорта дырок, органический материал BCP использован для формирования электрон-транспортного и холл-блокирующего слоя, а катод образован слоями LiF и Al [4, 5]. Действительная и мнимая части импеданса измерялись в диапазоне температур от 10 до 310 К при частотах от 100 Гц до 2 МГц.

По виду вольт-амперных характеристик определено, что исследованные структуры являются приборами, действующими на носителях заряда обоих типов (электронах и дырках). Построены графики Коула-Коула при различных температурах и напряжениях смещения. Установлено, что при больших прямых смещениях импеданс ОСИД-структуры определяется одним релаксационным процессом, а при малых смещениях – несколькими процессами. Показано, что при прямых смещениях через ОСИД-структуру протекает ток, ограниченный пространственным зарядом.

Предложена эквивалентная схема ОСИД-структуры (CR-CR-CR-CR), которая позволяет объяснить частотные зависимости импеданса. Различные элементы эквивалентной схемы связаны с различными слоями в ОСИД-структуре. Найдены зависимости значений CR-элементов эквивалентной схемы от напряжения смещения. Показано, что при увеличении прямого смещения на структуре сопротивления RC-цепочек во всех случаях уменьшаются, а емкости ведут себя более сложным образом. Определены зависимости толщин обедненных и квазинейтральных слоев от напряжения смещения. Экспериментальные результаты хорошо согласуются с данными теоретической работы [6]. Для более полной электрической диагностики ОСИД структур исследованного типа необходимо проводить измерения импеданса при более высоких температурах и более низких частотах.

Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Томской области в рамках проекта № 18-43-700005.

#### *Список литературы*

1. Wu S., Li S. et. al. // Sci. Reports. 2016. V. 6. P. 25821.
2. Jou J.N., Kumar S. et. al. // J Mater. Chem. C. 2015. V. 3 (13). P. 2974.
3. Endo A., Ogasawara M. et. al. // Adv. Mater. 2009. V. 21. P. 4802.
4. Voitsekhovskii A.V., Nesmelov S.N. et. al. // Russ. Phys. J. 2019. V. 62. P. 306.
5. Зятиков И.А., Войцеховский А.В. и др. // Изв. высш. учеб. завед. Физика. 2015. Т. 58 (8/2). С. 252-255.
6. Nguyen N.D., Schmeits M. // Phys Stat Solidi A. 2006. V. 203(8). P. 1901.