

Регулируемые оптические свойства полимерных нанокомпозитов поли-пара-ксилилен – сульфид свинца

А.А. Несмелов¹, С.А. Озерин^{1,2}, С.А. Завьялов¹, Ю.И. Кирюхин¹, С.Н. Чвалун^{1,2}

¹НИЦ «Курчатовский институт», Москва

²Институт синтетических полимерных материалов РАН, Москва

Тонкопленочные нанокомпозиты, в которых полимерная матрица содержит включения нанометрового размера (наночастицы, нанопровода и т.д.) другого вещества (металл, полупроводник, диэлектрик) представляют интерес как для понимания фундаментальных свойств наноструктур, так и для решения различных технических задач.

Такие материалы проявляют необычные электрофизические, магнитные, каталитические и другие свойства, поскольку характеристики наночастиц значительно отличаются от свойств как атомов и молекул, так и массивных образцов.

Возможность влиять на эти свойства на стадии формирования нанокомпозита (изменяя условия процесса), а также путем постобработки (отжиг в вакууме), позволяет создавать материалы с регулируемыми параметрами, такими как размер наночастиц и ширина запрещенной зоны полупроводника.

Основой для полимерной матрицы композита выбран поли-пара-ксилилен (ППК). Данный полимер обладает высокими диэлектрическими и барьерными свойствами, что важно для практических применений таких композитов. В качестве наполнителя использовали наночастицы сульфида свинца (PbS), который является узкозонным полупроводником с шириной запрещенной зоны $E_g = 0.41$ эВ. На основе наночастиц сульфида свинца изготавливают фоторезисторы и детекторы ИК-излучения, а также лазеры и светодиоды.

Синтез нанокомпозитов ППК – PbS осуществлялся по методу газофазной полимеризации (VDP – vapor deposition polymerization). Была получена серия образцов на кварцевых подложках с различной концентрацией сульфида свинца. Образцы с концентрацией 10 и 30 об.% PbS отжигали в вакууме при температурах от 160 до 300⁰С, при этом их исследовали методом оптической спектроскопии.

С ростом температуры отжига наблюдается сдвиг спектров поглощения в длинноволновую область, что может свидетельствовать об увеличении размера наночастиц сульфида свинца в композите и уменьшении ширины запрещенной зоны данного полупроводника.

Ширину запрещенной зоны и размер полупроводниковых наночастиц в образцах определяли из спектров поглощения аппроксимацией кривых спектров, перестроенных в энергетической шкале с помощью формулы Тауца.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки в рамках Соглашения 14.577.21.0273 от 26.09.2017. Уникальный идентификатор RFMEF157717X0273