

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАРОЖДЕНИЯ КВАНТОВО-РАЗМЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОКРИСТАЛЛАХ СУЛЬФИДА СВИНЦА

¹А.И. Ковалев, ¹Д.Л. Вайнштейн, ¹А.Ю. Рашковский, ²Ю. Голан,
²А. Ошеров, ²Н. Ашкенази

¹ *Центральный Научно-Исследовательский Институт черной металлургии им. И.П. Бардина, Институт Металловедения и Физики Металлов, 105005, Россия, Москва, ул. 2-ая Бауманская д. 9/23, оф. 475
e-mail: rashsash@mail.ru; admin@sprg.ru*

² *Университет Бен-Гуриона Негева, Факультет Инжиниринга Материалов, Израиль, Беер-Шива, 84105, Р.О.В. 653*

Кристаллы сульфиды свинца (PbS) размерами от 20 до 500 нм были получены осаждением из щелочного раствора в химической ванне (CBD-метод). Осаждение проводили при различных условиях (концентрации исходного раствора, времени, температуре) на подложки из кремния Si(100) и арсенида галлия GaAs (100). Было изготовлено 2 серии образцов с различной дисперсностью кристаллов PbS и типами подложек. Морфологию образцов исследовали на сканирующем микроскопе высокого разрешения (HRSEM) JEOL JSM-7400F. Параметром размера была выбрана площадь проекции кристаллов на исследуемую поверхность образцов.

Для изучения влияния размера кристаллов на электронную структуру материала исследовали методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS), спектроскопии потерь энергии электронов высокого разрешения (HREELS) Работу выхода электронов измеряли методом зонда Кельвина на воздухе.

В ходе исследования энергий связи внутренних электронов методом XPS было установлено, что пики дублетов донора Pb 4f и акцептора S 2p сдвигаются в сторону больших энергий связи относительно положения линий для эталонного химического соединения PbS. Установлено, что этот сдвиг увеличивается с уменьшением размеров нанокристаллов и подчиняется логарифмической зависимости. Показано, что зарождение этого эффекта в сульфиде свинца наблюдается с размера менее 300 нм.

Для изучения влияния размеров наночастиц на зонную структуру в различных направлениях обратной решётки полупроводника применили метод HREELS с энергией первичных электронов 17 эВ и 30 эВ. Обнаружено, что при уменьшении размеров наночастиц запрещённая зона сульфиды свинца выравнивается по различным направлениям обратной решётки и минимум энергии перехода через запрещённую зону увеличивается от 0,39 эВ до 3,62 эВ.

Показано, что работа выхода растёт с уменьшением размеров кристаллов полупроводника, что хорошо коррелирует с данными электронной спектроскопии.