Неупругое рассеяние света с переворотом спина в перовските CsPbBr₃

Калитуха И.В.¹, Сапега В.Ф.¹, Яковлев Д.Р.^{1,2}, Димитриев Г.С.¹, Canneson D.², Родина А.В.¹,
Ивченко Е.Л.¹, Lhuillier E.³, Bayer M.^{1,2}

¹Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, 194021, Санкт-Петербург

²Experimentelle Physik 2, Technische Universität Dortmund, 44227, Dortmund, Germany

³Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS-UMR 7588, Institut des NanoSciences de Paris, 75005 Paris, France

DOI 10.34077/Semicond2019-368

Перовскит CsPbBr₃ исследуется методом неупругого рассеяния света с переворотом спина (РСПС). Данный метод позволяет измерять g-факторы носителей заряда – электронов и дырок – и экситонных комплексов, изучать механизм переворота спина. Эксперимент проводится в магнитном поле до 10 Тесла при низких температурах. Результаты представлены для трех систем: объемный кристалл, коллоидные нанокристаллы, поликристаллическая пленка.

В спектрах РСПС объемного кристалла перовскита в магнитном поле обнаружены линии, соответствующие перевороту спина электрона, дырки и экситона. По рамановскому сдвигу этих линий в магнитном поле определены g-факторы электрона $g_e = 2.06$, дырки $g_h = 0.65$ и экситона $g_x = 2.72$. Измерена угловая зависимость g-факторов и тонкая структура экситона. Также в спектрах комбинационного рассеяния наблюдается линия РСПС с энергетическим сдвигом $\Delta = 2g_e \mu B$, соответствующая двойному перевороту спина электрона ($g_{2e} = 4.10$). Эту линию РСПС можно объяснить процессом, в котором фотовозбужденный экситон инициирует переворот спина у двух электронов, локализованных в пределах его боровского радиуса.

В спектрах комбинационного рассеяния коллоидных нанокристаллов также присутствуют линии РСПС электрона, дырки и экситона с g-факторами $g_e = 1.93$, $g_h = 0.78$ и $g_x = 2.65$, соответственно. Эти значения согласуются с данными, полученными методом поляризационной спектроскопии фотолюминесценции [1]. В больших магнитных полях линия, соответствующая перевороту спина электрона, расщепляется на 2 линии. Такое поведение демонстрирует анизотропию g-фактора электрона. Две линии, соответствующие перевороту спина электрона, можно объяснить переворотом спина в двух типах нанокристаллов: ось с одних нанокристаллов лежит в плоскости подложки, в то время как у других она перпендикулярна ей.

В поликристаллической пленке ориентация всех нанокристаллов на подложке одинаковая вследствие отжига. В спектре такого образца есть линии переворота спина электрона, дырки, экситона и двойной переворот спина электрона с соответствующими g-факторами: $g_e = 2.07$, $g_h = 0.76$, $g_x = 2.68$ и $g_{2e} = 4.15$.

Проанализированы механизмы переворота спина носителей и экситона и его особенности в объемном материале, коллоидных нанокристаллах и поликристаллической пленке.

Мы благодарим за поддержку Российский фонд фундаментальных исследований, проект № 19-52-12064 ННИО-а.

[1] D. Canneson, E.V. Shornikova, D.R. Yakovlev, T. Rogge, A.A. Mitiglu, M.V. Ballottin, P.C.M. Christianen, E. Lhuillier, M. Bayer, L. Biadala, *Nano Lett.*, **17**, 6177-6183 (2017).