

Особенности проявления размерного эффекта в люминесценции коллоидных квантовых точек фосфида индия допированных ионами марганца

Разумов В.Ф., Акимов А.В., Гак В.Ю., Назаров В.Б.,

Николенко Л.М., Певцов Д.Н., Попков Д.С., Товстун С.А.

Важным фактором, влияющим на люминесцентные свойства нанокристаллов InP:Mn, является возможность замедленной флуоресценции из-за передачи возбуждения от иона легирующей примеси обратно на уровни квантовых точек. Матрицы возбуждения-испускания и спектры люминесценции с временным разрешением образцов анализировались с использованием специально разработанной теоретической модели. Полученные данные показывают, что люминесцентные свойства полидисперсных нанокристаллов InP:Mn/ZnS определяются тремя факторами: быстрой термализацией распределения возбуждения между уровнями квантовых точек и уровнями легирующей примеси, высоким отношением радиационных констант скорости собственной и легирующей люминесценции и неоднородным уширением из-за распределения частиц по размерам. В зависимости от размера нанокристалла возникают качественно разные сценарии. Для достаточно малых частиц с пиками флуоресценции короче ~ 460 нм возбуждение почти полностью сосредоточено на ионе легирующей примеси и затухает со временем жизни ~ 4 мс, что приводит к фосфоресценции с пиковой длиной волны ~ 605 нм. Для несколько более крупных частиц возбуждение сосредоточено преимущественно на ионе легирующей примеси, но поскольку константа скорости излучения фосфоресценции легирующей примеси намного ниже, чем у флуоресценции квантовых точек, происходят обе эмиссии, первая из которых гасится, а вторая сильно задерживается и имеет время жизни более 4 мкс. Для еще более крупных частиц фосфоресценция почти полностью гасится, а флуоресценция слегка задерживается. Для крупных частиц с пиками флуоресценции длиннее ~ 560 нм

возбуждение сосредоточено преимущественно на внутренних уровнях квантовых точек, а ион легирующей примеси не влияет на свойства люминесценции. В полидисперсном образце все эти сценарии реализуются одновременно, что приводит к сложной картине: кривая затухания фосфоресценции легирующей примеси не является моноэкспоненциальной, пик фосфоресценции легирующей примеси в матрице возбуждения-испускания имеет большой стоксов сдвиг, а долгоживущая люминесценция в спектрах с временным разрешением имеет две полосы.

Публикации:

DELAYED FLUORESCENCE OF INP:MN/ZNS NANOCRYSTALS;
Nikolenko L.M., Pevtsov D.N., Gak V.Yu., Nazarov V.B., Akimov A.V., Tovstun S.A.,
Razumov V.F. //Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. 2024. T.
448. С. 115298.

Transfer of Electronic Excitation Energy in Nanoclusters of Colloidal InP/ZnS
Quantum Dots Doped with Manganese Ions; Popkov D.S., Pevtsov D.N., Nikolenko
L.M., Razumov V.F., // 2024. High Energy Chemistry, 58(6), pp.655-660.

Nikolenko L.M., Pevtsov D.N., V.Yu. Gak, Nazarov V.B., Akimov A.V.,
Tovstun S.A., Razumov V.F. Different scenarios of luminescence behavior in the
ensemble of Mn-doped InP colloidal quantum dots // XXII Mendeleev Congress on
General and Applied Chemistry, October 7-12, 2024, Federal Territory “Sirius”,
Russia. Book of abstracts, Vol.1, p. 330, (oral lecture), ISBN 978-5-00202-673-9.