

МИГРАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ВОЗБУЖДЕНИЙ И СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ В
КВАНТОВЫХ ЯМАХ InGaN/GaN и GaAs/AlGaAs, ЛЕГИРОВАННЫХ Eu

Интенсивные исследования гетероструктур с квантовыми ямами на основе InGaN/GaN привели к созданию ряда коммерчески реализуемых светоизлучающих диодов на их основе для различных областей спектра. Одно из главных условий повышения эффективности светоизлучающих приборов — обеспечение эффективной миграции возбуждения к излучающим центрам.

Интенсивность фотолюминесценции определяется способностью носителей перемещаться по кристаллу и в результате доходить до центров как излучательной, так и безызлучательной рекомбинации. Таким образом, форма и интенсивность линии люминесценции в различных образцах с квантовыми ямами определяется особенностями пространственно-энергетического распределения излучающих локализованных состояний разных типов и процессами миграции возбуждения, влияющими на заселение (высвобождение) локализованных излучающих состояний свободными носителями в каждом конкретном образце. В таком случае можно полагать, что при дополнительном легировании структур с квантовыми ямами элементами, обладающими необходимым спектром возбужденных состояний и большой силой осциллятора в нужной спектральной области, станет возможным увеличить эффективность излучения таких структур вследствие эффекта сенсibilизации. В качестве элемента для дополнительного легирования, удовлетворяющего нужным критериям, был выбран европий (Eu).

Трансформация спектра при легировании структур с квантовыми ямами европием, в общем случае, заключалась в сдвиге (как правило, в коротковолновую сторону) и изменении интенсивности линии люминесценции. Оказалось, что величина сдвига энергии и изменение интенсивности линии фотолюминесценции коррелирует с параметрами исходных структур: дефектностью, шириной квантовых ям и барьеров.

Из анализа полученных спектров был сделан вывод, что в достаточно совершенных структурах InGaN/GaN в процессе миграции возбуждения происходит перенос неравновесных носителей на атомные уровни 5D_2 , 5D_1 иона Eu. В менее совершенных структурах InGaN/GaN внедрение РЗИ приводит к образованию изовалентных ловушек в барьере, которые эффективно захватывают неравновесные носители, в результате чего интенсивность фотолюминесценции структуры значительно возрастает (примерно в 7 раз).

На структурах AlGaAs/GaAs после введения Eu наблюдался различный по величине и знаку сдвиг линий излучения квантовых ям, кроме того, излучение стало обладать значительной поляризацией (степень поляризации до $\approx 30\%$). Подобное поведение может быть объяснено появлением деформаций решетки, вызванных внедрением РЗИ, которые приводят к изменению размеров квантовых ям. Интенсивность излучения в данном случае изменялась слабо, что свидетельствует о существенно ином, по сравнению с InGaN/GaN, механизме миграции возбуждения, т.е. об отсутствии переноса энергии на уровни европия.