

Кластеры индия в структурах с InGaN квантовыми ямами и квантовыми точками

С. О. Усов

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург, Россия

Квантовые ямы (КЯ) и квантовые точки (КТ) на основе твердых растворов $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ используются как активная среда при создании светодиодов и лазеров, так как обладают широким спектральным диапазоном излучения и являются основой современной оптоэлектроники видимого и ультрафиолетового диапазона. Однако большое рассогласование между постоянными решеток InN и GaN (около 11%), а также наличие дефектов приводят к неоднородному распределению In и образованию кластеров, которые вместе с внутренним электрическим полем поляризации оказывают значительное влияние на интенсивность излучения. Поэтому возникает необходимость контроля условий роста для получения необходимых параметров кластеров и их регулярного распределения в структуре.

В данной работе проведено исследование структур на основе InGaN/AlGaN методом фотолюминесценции. Рассматриваемые структуры были выращены методом газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений на сапфировых подложках. Активная область этих структур представляет собой сверхрешетку из пяти слоев КЯ или КТ $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ [1]. Излучательные характеристики были измерены в проточном криостате в интервале температур 80–300 К. Для возбуждения фотолюминесценции использовался ультрафиолетовый He-Cd лазер с длиной волны 325 нм.

Для оценки локальной концентрации In в насыщенных индием кластерах разработана обобщенная теоретическая модель [2], позволяющая проводить расчеты энергии перехода как функцию состава твердого раствора $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$, в которой учитывается энергия ограничения и эффекты спонтанного и пьезоэлектрического поля. На основе разработанной модели проведены оценки величин локальной концентрации In в насыщенных индием кластерах $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ по данным экспериментальных спектров фотолюминесценции. Расчетные значения локальной концентрации индия находятся в удовлетворительном согласии с результатами, полученными методом просвечивающей электронной микроскопии с высоким разрешением [3, 4]. Таким образом, анализ экспериментальных данных, полученных методом фотолюминесценции в структурах с кластерами $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$, в рамках предложенной модели представляет интерес для контроля параметров роста и характеристик светоизлучающих приборов.

Автор выражает благодарность РФФИ (проект 04-02-16587а) и гранту президента (НШ-2223.2003.2) за финансовую поддержку.

Литература

- [1] Д. С. Сизов, В. С. Сизов, Е. Е. Заварин, В. В. Лундин, А. В. Фомин, А. Ф. Цацульников, Н. Н. Леденцов, ФТП, 39, 492–496 (2005).
- [2] V. Fiorentini, F. Bernardini, O. Ambacher, Evidence for nonlinear macroscopic polarization in III–V nitride alloy heterostructures, Appl. Phys. Lett., **80**, 1204–1206 (2002).
- [3] H. K. Cho, J. Y. Lee, N. Sharma, and C. J. Humphreys, Appl. Phys. Lett. **79**, 2594–2596 (2001).
- [4] Yen-Shen Lin, Kung-Jen Ma, C. C. Yang, Tomas E. Weirich, Effect of post-growth thermal annealing on the indium aggregated structures in InGaN/GaN quantum wells, Journal of Crystal Growth, 242, 35–40 (2002).