

Пьезоэлектрические свойства гетероструктур в системах AlGaInP/GaAs и AlGaInN/GaN

Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

Пьезоэлектрический эффект оказывает существенное влияние на работу полупроводниковых приборов, изготовленных на базе гетероструктур в системах соединений A_3B_5 и их твердых растворов. К последним относятся и указанные в названии доклада системы, наиболее широко используемые для изготовления светоизлучающих диодов. При этом в системе AlGaInP/GaAs (1) изготавливают светодиоды, излучающие в красном, оранжевом и желтом диапазонах спектра, а в системе AlGaInN/GaN (2) – в зеленом, синем и фиолетовом, а также ультрафиолетовые светодиоды.

Как известно пьезоэлектрическими свойствами обладают кристаллы, в элементарной ячейке которых отсутствует центр инверсии. К таким кристаллам в отличие от Ge и Si относятся соединения A_3B_5 и их твердые растворы. Пьезоэлектрические свойства в большей степени присущи нитридам, имеющим гексагональную решетку вюрцита, в которой симметрия правильного тетраэдра нарушена. В силу этого у них в области гетерограниц имеет место спонтанная поляризация [1]. Оба фактора необходимо учитывать для правильного представления энергетической диаграммы гетероструктуры.

Основное отличие названных двух систем состоит в том, что все слои в структурах (1) согласованы по периоду решетки между собой и с подложкой. Поэтому в этих структурах механические напряжения отсутствуют и нет встроенного пьезоэлектрического поля. Такое поле может возникать лишь при внешнем воздействии, например, в поле ультразвуковой волны. Напротив, в структурах (2) имеют место большие механические напряжения на интерфейсах из-за несогласования решеток и присутствует сильное встроенное пьезоэлектрическое поле. По этой причине в системе (2) активные и барьерные слои изготавливают толщиной в несколько нанометров. При больших толщинах возникают дислокации несоответствия, а также происходит пространственное разделение неравновесных электронов и дырок, что снижает квантовый выход излучения. Поэтому возможно, что в структурах (2) также труднее обнаружить проявление пьезоэффекта при внешнем воздействии.

Литература:

1. Рабинович, О. История изучения светоизлучающих диодов на основе многокомпонентных гетероструктур AlGaInN // Компоненты и технологии. – 2008. – № 7. – С. 160-166.