

УДК 621.315.592

**ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ И ТЕМПЕРАТУР  
НА ГЕКСАГОНАЛЬНЫЙ НИТРИД ГАЛЛИЯ**

Дудяк А.И., Доманевский Д.С., Гобш Г., Новиков В.П., Жоховец С.В.  
*Белорусский национальный технический университет*  
*Минск, Беларусь*

Исследовалась возможность получения фазовых переходов гексагонального нитрида галлия ( $\alpha$ -GaN) в кубическую модификацию ( $\beta$ -GaN) под воздействием высоких давлений и температур. Использовались методика и аппаратура, применяемые для синтеза и получения промышленных кристаллов алмаза и нитрида бора. Предельные давления и температуры могли достигать 70 кБар и 1500°C. Исходный  $\alpha$ -GaN был получен высокотемпературным синтезом (700–1200°C) при взаимодействии газообразного аммиака с расплавом галлия. С целью создания благоприятных условий для образования и роста зародышей новой фазы к мелкокристаллическому  $\alpha$ -GaN добавлялись некоторые металлы-катализаторы (Li, Ag, In, Al).

Рентгенограммы исходного  $\alpha$ -GaN содержали стандартные для этого материала пики, хотя в более низкотемпературном (~800°C) материале желтого цвета (тип 1, рис. 1а) они были более широкими по сравнению с высокотемпературным (~1100°C) материалом (тип 2, рис. 1б), имевшим темный цвет. Уширение рентгеновских пиков обычно связывают с присутствием достаточно больших концентраций дефектов структуры и большим отклонением от равновесного состояния. В спектрах фотолюминесценции (рис. 2), наблюдавшихся только в материалах типа 2, при T=80K обнаружены полосы с максимумами 3,45 эВ (А), 2,7 эВ (В) и 2,2 эВ (С). Их можно связать с экситонно-примесной (А), донорно-акцепторной (В) и примесно-дефектной (С) рекомбинацией.

Было проведено несколько серий экспериментов по синтезу  $\beta$ -GaN с целью качественной оценки рабочих давлений и температур. Образование  $\beta$ -GaN было обнаружено рентгенографическими исследованиями (рис. 1в) при использовании  $\alpha$ -GaN типа 1 при давлениях 50кБар, и температурах около 1200°C в присутствии  $\text{Li}_3\text{N}$  катализатора. В более высокотемпературном  $\alpha$ -GaN (тип 2) фазовые превращения наблюдались в присутствии катализатора AgLi при давлениях 50 кБар и температурах около 1000°C. Анализ рентгенограмм показал, что после обработки при высоких давлениях наблюдаются новые пики, которые можно объяснить образованием кристаллов кубической сингонии со структурой типа  $\text{Si}_2\text{O}$ . Параметр кристаллической решетки составил  $a=4,935\text{Å}$ . В спектрах фотолюминесценции (рис. 3) при 295K на

блюдается широкая полоса с максимумом в области 3,2 эВ, которая с понижением температуры до 80К смещается в область 3,05 эВ. Это может быть следствием термического выброса электронов с донорных состояний, ответственных за полосу В.

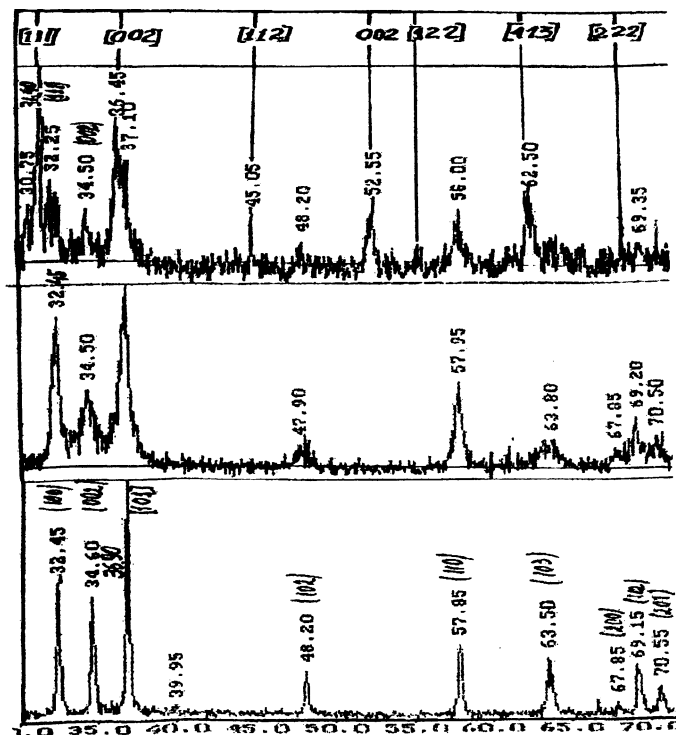


Рис. 1. Рентгенограммы GaN гексагональной (а – тип 1, б – тип 2) и кубической модификации (в)

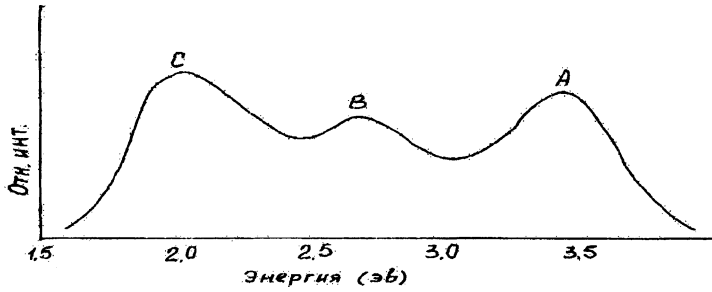


Рис. 2. Спектр фотолюминесценции гексагонального GaN

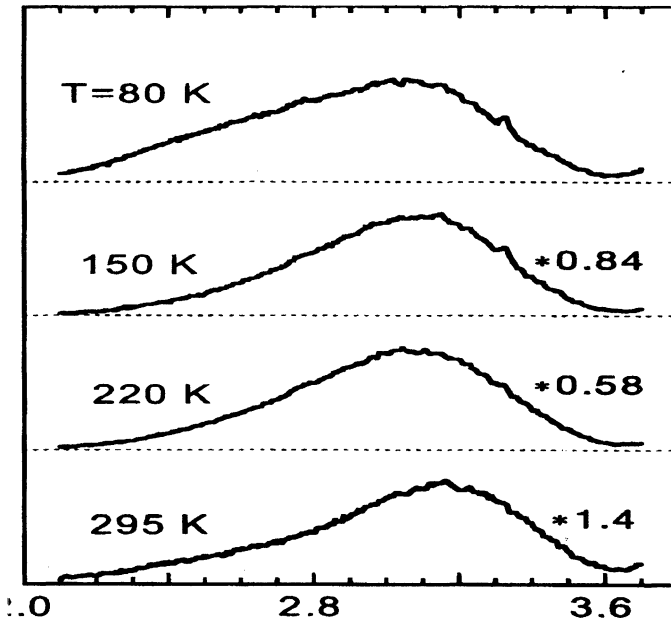


Рис. 3. Спектры фотолюминесценции кубического GaN