

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ NH_3
С ПОВЕРХНОСТЬЮ (0001) Al_2O_3

Молекулярно-лучевая эпитаксия является универсальной технологией выращивания тонких пленок полупроводников, металлов и диэлектриков с контролем толщины на атомарном уровне. В качестве подложки для эпитаксии A^3 -нитридных гетероструктур (то есть с использованием GaN, AlN, InN) и создания на их основе оптоэлектронных и мощных высокочастотных электронных приборов широко используется сапфир. Чтобы снизить влияние рассогласования параметров решетки сапфира и нитридов, получить качественные эпитаксиальные слои (AlN, GaN), пригодные для приборных структур, на начальном этапе роста поверхность подложки выдерживают в потоке активного азота (аммиака) при температурах $\sim 900^\circ\text{C}$. Такая операция называется нитридизацией сапфира, при которой образуется кристаллический слой AlN атомной толщины.

В данной работе систематически исследовались физико-химические процессы при нитридизации (0001) Al_2O_3 методом дифракции быстрых электронов на отражение (ДБЭО). Изменения во времени полной дифракционной картины регистрировались ПЗС камерой. Изменялась зависимость интенсивности рефлексов AlN от времени. Была произведена серия экспериментов при различных потоках аммиака (25, 100 и 400 норм.см³/мин.) и при различных температурах поверхности (850, 880, 910 $^\circ\text{C}$). Эксперименты проводились на образцах малой площади (диаметр 4,5 мм) с целью повышения однородности как по температуре, так и по морфологическому состоянию поверхности.

Обнаружено, что процесс образования AlN носит S-образный характер. Максимальная скорость процесса нитридизации увеличивалась с ростом температуры и потока аммиака.

Разработана кинетическая схема процесса нитридизации. Процесс включает в себя несколько стадий: частичное восстановление поверхностного алюминия из Al_2O_3 до AlO, диссоциативную хемосорбцию аммиака на поверхность ($\text{NH}_3^{\text{gas}} \rightarrow \text{NH}_2^{\text{ads}} + 1/2\text{H}_2^{\text{gas}}$), взаимодействие поверхностного AlO и NH_2 с образованием AlN поверхностных «молекул», дальнейшая ассоциация которых приводит к образованию кристаллической двумерной фазы AlN. Эта заключительная стадия хорошо наблюдается в дифракции в появлении соответствующих рефлексов.

Работа поддержана РФФИ (грант № 13-02-00985).