

АННОТАЦИЯ

В выпускной квалификационной работе представлено экспериментальное и теоретическое исследование механизмов формирования квантовых точек (КТ) на основе соединения GaN на установке аммиачной молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ). Изучено нанесение и преобразование капель Ga на поверхности графеноподобного SiN (g-SiN) в КТ при их обработке в потоке аммиака. Изучено преобразование двумерного псевдоморфного слоя GaN, выращенного на поверхности слоя AlN, в КТ при изменении потока аммиака. Разработана кинетическая модель в форме системы дифференциальных уравнений для описания механизмов преобразования псевдоморфного слоя GaN.

Исполнитель (Ф.И.О.): Майдэбура Ян Евгеньевич

Наименование научно-квалификационной работы: Механизмы формирования квантовых точек GaN методом аммиачной молекулярно-лучевой эпитаксии

Объект исследования: полупроводниковые квантовые точки на основе соединения GaN

Цель: Определение механизмов формирования квантовых точек GaN методом аммиачной молекулярно-лучевой эпитаксии с помощью капельной эпитаксии и по модифицированному механизму Странского-Крастанова.

Методы исследования: молекулярно-лучевая эпитаксия, дифракция быстрых электронов, атомно-силовая микроскопия, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения и микро-фотолюминесценция.

Теоретическая/практическая значимость исследования:

Разработаны способы и подходы формирования ансамбля КТ GaN с заданными плотностью и размером *in situ* методом аммиачной МЛЭ с возможностью выбора кристаллической структуры на доступных подложках Si (111) и Al₂O₃. С одной стороны,

контролируемое формирование КТ со структурой вюрцита с полярной плоскостью основания (0001) при преобразовании псевдоморфного слоя GaN/AlN может быть обеспечено путем управления потоком аммиака в ростовой камере. С другой стороны, контролируемое формирование КТ со структурой цинковой обманки (111) или вюрцита с неполярной плоскостью (10-10) может быть обеспечено при росте КТ методом капельной эпитаксии на поверхности g-SiN за счет управления потоком и временем осаждения Ga.

Новизна результатов:

Проведено исследование формирования КТ GaN на поверхности g-SiN методом капельной эпитаксии. Показано, что в результате формируются нанокристаллы (НК) GaN с плотностью порядка $7 \times 10^9 \text{ см}^{-2}$. Примечательно, плотность практически не меняется при увеличении количества осаждаемого галлия. В процессе формирования НК образуются три различные кристаллические структуры GaN. Установлено, что НК, сформированные на поверхности g-SiN, свободны от напряжений. При исследовании формирования КТ по модифицированному механизму Странского-Крастанова было обнаружено, что процесс формирования КТ является обратимым. Для описания механизмов формирования КТ была разработана модель в виде системы дифференциальных уравнений, связывающая эволюцию адсорбционного слоя на поверхности GaN с изменением его поверхностной энергии при варьировании потока аммиака.

Область применения: оптоэлектроника ультрафиолетового и видимого диапазона излучения, квантовая криптография

Список ключевых слов: молекулярно-лучевая эпитаксия, дифракция быстрых электронов, нитрид галлия, квантовые точки, ростовые процессы на поверхности