

О.Ю.Ледяев (6 курс, каф.ФПНЭ); В.Г.Сидоров, д.ф.-м.н., проф., А.Е.Николаев, м.н.с., ФТИ РАН

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РОСТА НА СВОЙСТВА ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ AlN, ВЫРАЩЕННЫХ НА ПОДЛОЖКАХ SiC МЕТОДОМ ХЛОРИДНО-ГИДРИДНОЙ ЭПИТАКСИИ

ABSTRACT: AlN epitaxial layers were grown on SiC substrates by HVPE. AlN surface morphology was studied by atomic force microscopy (AFM). Structural properties were investigated using X-Ray Diffraction (XRD). XRD rocking curves (RC) were obtained in ω -scan and $\omega, 2\theta$ -scan modes at (0002) and (1013) reflections. The minimum value of RC FWHM measured in ω -scan (0002) mode was about 80 arcsec. This indicates that the layers have high crystalline quality.

Нитриды III-группы, помимо оптоэлектронных приборов (светодиодов, лазеров, ультрафиолетовых фотоприемников) являются перспективными материалами для создания мощных, высокочастотных, высокотемпературных электронных приборов. Из-за отсутствия больших монокристаллических подложек для гомоэпитаксиального роста, данные устройства изготавливаются на сапфировых или SiC подложках. Карбид кремния является более предпочтительным материалом подложки, из-за относительно малого несоответствия параметров решеток и высокой теплопроводности, что особенно актуально при изготовлении мощных СВЧ транзисторов. Дальнейшее улучшение качества данных устройств может быть достигнуто использованием SiC подложки с выращенным тонким изолирующим слоем AlN, так называемые AlN/SiC эпитаксиальные подложки. В этом случае приборная структура может быть выращена на поверхности AlN, что обеспечит меньшее несоответствие параметров решетки, чем при использовании обычной SiC подложки. В настоящее время, для роста эпитаксиальных слоев AlN используется метод газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений (MOCVD). Альтернативной технологией получения эпитаксиальных слоев нитридов III-группы является метод хлоридно-гидридной газофазной эпитаксии (HVPE). В данной работе исследовались свойства тонких слоев AlN выращенных методом HVPE на SiC подложках.

Эпитаксиальные слои AlN осаждали на (0001)Si грань 6H-SiC подложки. Температура в зоне роста изменялась от 700 до 1200⁰C. Толщины выращенных слоев составляли от 0.1мкм до 1мкм. Скорости роста изменялись в диапазоне от 0.1 до 0.5мкм/мин. Поверхность AlN была исследована с помощью атомно-силового микроскопа (AFM). Структурные свойства эпитаксиальных слоев AlN были изучены методом рентгеновской дифракции.

Изучение поверхности образцов методом AFM показало, что морфология образцов сильно зависит от температуры роста. Поверхность слоев AlN, выращенных при относительно низких температурах (< 950⁰C) качественно отличается от поверхности слоев AlN, выращенных при тех же условиях, но при более высокой температуре: 950...1200⁰C. Поверхность образцов, выращенных при низких температурах, имеет мелкокристаллитную структуру без четко выраженных кристаллографических направлений. При этом латеральный размер кристаллитов уменьшается с уменьшением температуры роста. Кристаллиты на поверхности образцов, выращенных при T>950⁰C, имели четко выраженную гексагональную огранку. Значение величины шероховатости поверхности слабо зависело от температуры роста и в основном определялось толщиной эпитаксиального слоя AlN. Наиболее тонкие слои AlN (толщина порядка 0,1мкм), имеют шероховатость менее 10 Å.

Изучение структурных свойств методом рентгеновской дифракции показало, что слои AlN, выращенные при температурах ниже 900⁰C имели низкое кристаллическое

качество. Повышение температуры роста приводит к уширению рентгеновской кривой дифракционного отражения (КДО). Минимальное значение полуширины рентгеновской КДО, измеренное в режиме ω -сканирования (0002), было получено для эпитаксиального слоя AlN, выращенного при $T \sim 900^{\circ}\text{C}$, и составляло порядка 80 arcsec, что свидетельствует о высоком кристаллическом совершенстве полученных слоев.

Таким образом, результаты выполненной работы показывают возможность получения высококачественных эпитаксиальных слоев AlN на SiC подложках методом HVPE.