

Особенности создания УФ светодиодов AlGaIn с длиной волны 360–365 нм, предназначенных для работы при высоких плотностях тока

С. Ю. Курин^{1, 2}, Ю. Н. Макаров², Т. Ю. Чемякова²

¹Санкт-Петербургский академический университет, Санкт-Петербург, Россия

эл. почта: skaphos@rambler.ru

²ООО «Нитридные кристаллы», С-Петербург, Россия

эл. почта: skaphos@rambler.ru

УФ излучение широко используется в ряде отраслей промышленности, медицине, измерительной аппаратуре и других областях. В настоящее время в качестве источника УФ излучения, в основном, используются ртутные лампы. Замена ртутных ламп на УФ светодиоды позволит в десятки раз увеличить срок службы УФ приборов, значительно уменьшит их энергопотребление, исключит возможность загрязнения окружающей среды ртутью [1].

Гетероструктуры УФ светодиодов AlGaIn, получаемые, как правило, на иногородных подложках сапфира (Al_2O_3), оказываются весьма чувствительными к проникающим дислокациям, что приводит к снижению эффективности УФ светодиодов. В предлагаемой работе указанные гетероструктуры выращены на низкодефектных подложках монокристаллического нитрида алюминия (AlN), который согласован по параметрам решетки с эпитаксиальными слоями гетероструктуры и химически совместим с ними, поэтому использование подложек AlN для выращивания таких гетероструктур позволяет обеспечить высокое кристаллическое совершенство активного слоя гетероструктуры, а следовательно, повышает эффективность УФ светодиода.

Выбор одиночного слоя толщиной более 100 нм в качестве активной области продиктован следующими соображениями: во-первых, при использовании указанной активной области максимум внутренней квантовой эффективности (IQE) достигается при высоких плотностях тока (более 200 А/см^2); во-вторых, использование структур с множественными квантовыми ямами (MQW) в качестве активных областей гетероструктур УФ светодиодов является нецелесообразным для работы при высоких плотностях тока, т.к. в таких структурах не до конца решены проблемы с неоднородностью инжекции электронов и дырок в различные ямы, а также наблюдается падение IQE уже при небольших плотностях тока вследствие оже-рекомбинации [2].

Процессы роста гетероструктур УФ светодиодов проводились методом хлоридно-гидридной эпитаксии (HVPE) на одноподложечном реакторе, позволяющем осаждать на подложках диаметром 2 дюйма слои нитридов металлов III группы, включая GaN, AlN и их твердые растворы. Реактор оборудован шестизонным резистивным нагревателем, обеспечивающим необходимый температурный диапазон в реакционной зоне.

Полученные гетероструктуры исследованы методами XRD, SIMS, AFM, EL. Пиковая длина волны гетероструктур УФ светодиодов составила 360-365 нм, полуширина спектра излучения – 10 нм. Полуширина пика рентгеновской дифракции в симметричном отражении (0002) – менее 400 arcsec. Плотность дислокаций в лучших образцах – от $9 \cdot 10^6 \text{ см}^{-2}$ до $1 \cdot 10^7 \text{ см}^{-2}$. После изготовления чипов размером $1 \times 1 \text{ мм}^2$ был определен их ожидаемый срок службы, который составил более 2500 часов при токе 350 мА. Удельная мощность чипов составила 230 мВт/мм² при токе 350 мА.

Литература

1. С. Ю. Курин и др. 8-я Всероссийская конференция "Нитриды галлия, индия и алюминия —структуры и приборы", С-Петербург, Россия, 2011.
2. К. А. Bulashevich, M. S. Ramm, S. Yu. Karpov. Phys. Stat. Solidi (c), 6, S804 (2009).