Формирование продольных профилей распыления на поверхности полупроводниковых структур в плазменном потоке Холловского источника

А.М. Бишаев, Г.Э. Бугров, Н.А. Гамов, А.В. Десятсков, М.М. Зверев, М.В. Козинцева, С.Д. Лавров, С.А. Воронченко, П.Г. Сазонов

Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники, г. Москва, Россия, bishaev@mirea.ru

Полупроводниковые лазеры с накачкой электронным пучком обладают рядом характеристик, которые являются специфичными только для этого типа лазеров. При таком методе накачки можно изменять параметры светового пучка, используя хорошо отработанные методы управления электронным пучком. Использование квантоворазмерных полупроводниковых структур позволило уменьшить энергию электронов накачки до 4 – 10 кэВ [1, 2], что сделало возможным разработку малогабаритных лазеров такого типа. Для получения высоких уровней выходной импульсной мощности излучения необходимо использовать лазерную сборку, представляющую собой набор отдельных лазерных элементов, накачиваемых одновременно электронным пучком большого сечения. Для изготовления одномерного набора нужно на поверхности полупроводниковой структуры нанести ряд параллельных пазов – канавок шириной d ~ 10 – 30 мкм. Чтобы отдельные лазерные элементы сборки были оптически изолированы друг от друга, глубина разделительных пазов должна быть не менее толщины структуры, т.е. не менее 2 – 3 мкм.

Для изготовления лазерных сборок на основе квантоворазмерных полупроводниковых структур был использован метод ионного распыления образцов. Распыление образцов проводилось в стационарном плазменном потоке Холловского источника ионами Xe и Kr с энергией 150 эВ [3]. Источник работал на Xe и Kr при одном и том же массовом расходе через анод 1,0 мг/с и одинаковом разрядном напряжении 200 В. Различались лишь магнитные поля источника, которые соответствовали минимуму разрядного тока в каждом случае. Для отработки методики изготовления сборок были использованы два материала: ZnSe-содержащие структуры на подложках GaAs (выращенные в ФТИ им. А.Ф. Иоффе) и выращенные на сапфировых подложках структуры AlGaN/InGaN/GaN. ZnSe-содержащие структуры используются для лазеров зеленого диапазона, структуры AlGaN/InGaN/GaN являются перспективными для лазеров синего и УФ – диапазонов.

Воздействию плазменного потока подвергались продольные области, вырезаемые на поверхностях образцов щелевой диафрагмой шириной 300 мкм (для структур AlGaN/InGaN/GaN), либо 90 мкм (для ZnSe-содержащих структур). Профили распыления исследовались с помощью сканирующего атомно-силового микроскопа и 3D оптического профилометра. Полученные профили травления близки к прямоугольным. Глубина профиля травления в структуре AlGaN/InGaN/GaN на сапфировой подложке достигала 200 нм при времени облучения 30 минут ионами ксенона и нормальном падении потока на образец. Для ZnSe-содержащих структур глубина профиля распыления составила в среднем 4 мкм при распылении ионами криптона в течение 1 часа при нормальном падении потока на образец и около 8мкм при распылении под углом 500 за 2 часа облучения.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, Задание № 3.611.2014/K.

Литература

1. Herve D., Accomo R., Molva E. et al. Appl. Phys.Letters. 1995y., v.67, p.p.2144-2146.
2. Зверев М.М., Гамов Н.А., Жданова Е.В. и др. Письма в ЖТФ. 2007г., т.33, в.24, с.1-7.
3. Морозов А.И., Бугрова А.И., Десятсков А.В. и др. Физика плазмы. 1997г., т.23, с. 635-645.