Влияние легирования волноводных слоев на излучательные характеристики полупроводниковых лазеров на основе AlGaAs/GaAs

**Телегин К.Ю., Ладугин М.А., Андреев А.Ю., Яроцкая И.В., Волков Н.А., Падалица А.А.,
Мармалюк А.А., Лобинцов А.В., Сапожников С.М.**

АО «НИИ Полус им. М.Ф. Стельмаха», 117342, Москва, ул. Введенского, 3, корп. 1

DOI 10.34077/Semicond2019-464

В настоящее время одним из перспективных направлений применения полупроводниковых лазеров является их использование в качестве источников накачки (диодная накачка) в твердотельных лазерах. Благодаря этому, удастся существенно повысить эффективность твердотельных лазеров, снизить их массогабаритные параметры и энергопотребление. Для решения этой задачи необходимо создание полупроводниковых лазеров, излучающих на требуемой длине волны с увеличенной выходной мощностью и повышенным КПД. В частности, для диодной накачки YAG:Nd³⁺ требуется создание линеек и решеток лазерных диодов на основе гетероструктур Al_xGa_{1-x}As/GaAs. Выходные параметры таких излучателей во многом определяются конструкцией и технологией получения лазерной гетероструктуры, в первую очередь, совершенством ее активной области.

Активная область указанных лазеров состоит из одной или нескольких квантовых ям Al_xGa_{1-x}As с малым содержанием Al, ограниченных эпитаксиальными слоями Al_xGa_{1-x}As с большей шириной запрещенной зоны, которые выполняют роль барьеров для носителей заряда и одновременно волноводных слоев. Традиционно, указанные слои преднамеренно не легируются для снижения внутренних оптических потерь. Однако, при этом низкая концентрация носителей может приводить к повышению последовательного сопротивления и, как следствие, к увеличенному тепловыделению, что ограничивает максимально достижимую выходную мощность. Помимо этого, такой подход смещает положение p-n перехода к границе волновод-эмиттер, обуславливая увеличение напряжения отсечки, что негативно сказывается на КПД прибора.

Одним из способов решения данной проблемы является создание лазерных гетероструктур с легированным волноводом. Причем, легирование волноводных слоев должно осуществляться контролируемым образом на относительно низком уровне (10^{16} - 10^{17} см⁻³), что позволяет понизить последовательное сопротивление, облегчить транспорт носителей заряда в активную область при незначительном увеличении внутренних оптических потерь. Используя разноименное легирование волноводных слоев возможно помещение p-n перехода в район квантовой ямы с соответствующим снижением напряжения отсечки.

Получение таких волноводных слоев в условиях МОС-гидридной эпитаксии возможно не только с использованием классического легирования, но и с использованием автолегирования из исходных компонентов. Данный способ позволяет получать слои с заданными параметрами без введения легирующих примесей, которые могут являться дополнительными источниками безызлучательной рекомбинации, а при наличии высокого коэффициента диффузии способны проникать в активную область и приводить к ухудшению параметров лазеров.

В данной работе получены гетероструктуры Al_xGa_{1-x}As/GaAs с легированными и нелегированными волноводами, на их основе созданы полупроводниковые лазеры (w=100 мкм, L=1000-2000 мкм), а также линейки и решетки. Показано, что использование легированных волноводов позволило увеличить выходную мощность на 10-15% при прочих равных условиях.