

## ЛАЗЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕТЕРОСТРУКТУР $A^2B^6$ С ОДНОЙ ВСТАВКОЙ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК Cd(Zn)Se/ZnSe В РАСШИРЕННОМ ОПТИЧЕСКОМ ВОЛНОВОДЕ

А. Г. Войнилович<sup>1</sup>, В. Н. Павловский<sup>1</sup>, Е. В. Луценко<sup>1</sup>, Г. П. Яблонский<sup>1</sup>,  
С. В. Сорокин<sup>2</sup>, И. В. Седова<sup>2</sup>, С. В. Гронин<sup>2</sup>,  
Г. В. Клишко<sup>2</sup>, С. В. Иванов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург,  
Россия

E-mail: a.vainilovich@ifanbel.bas-net.by

Значительные достижения в технологии эпитаксиального роста гетероструктур с квантовыми ямами InGaN привели к промышленному выпуску зеленых лазерных диодов на их основе. Однако увеличение длины волны излучения InGaN лазерных диодов ( $\lambda > 540$  нм) приводит к резкому уменьшению их эффективности и надежности. В то же время оптически накачиваемые гетероструктуры  $A^2B^6$  с квантовыми точками Cd(Zn)Se, выращенные на подложках GaAs, позволяют получить эффективное лазерное излучение не только в зеленом, но также и в желто-зеленом спектральном диапазоне [1]. На их основе созданы миниатюрные лазерные конвертеры, излучающих в спектральном диапазоне 500–560 нм. В таких микрочип-лазерах для оптической накачки  $A^2B^6$  лазера используется сфокусированное микролинзой излучение фиолетового-синего (400–450 нм) InGaN лазерного диода, при этом все устройство размещается в корпусе лазерного диода [2].

Высокая выходная мощность, сравнительно низкий квантовый дефект и низкая стоимость обуславливают выбор синих InGaN лазерных диодов ( $\lambda \sim 445$  нм), выпускаемых для DLP проекторов, как наиболее перспективных источников для оптической накачки  $A^2B^6$  лазеров. В настоящей работе исследованы лазерные характеристики гетероструктур  $A^2B^6$  с одной вставкой квантовых точек Cd(Zn)Se/ZnSe в модифицированном варизонном оптическом волноводе. Для эффективного поглощения излучения накачки с длиной волны 445 нм толщина волновода была увеличена вдвое за счет двукратного увеличения числа периодов переменнонапряженных короткопериодных сверхрешеток ZnMgSSe/ZnSe и ZnSSe/ZnSe. При этом также выполнялись условия компенсации упругих напряжений в гетероструктуре. В качестве реперной использовалась структура с нерасширенным волноводом и близкой длиной волны излучения.

В исследуемых гетероструктурах при комнатной температуре была получена генерация лазерного излучения в зеленом диапазоне спектра 520–530 нм на сколотых резонаторах различной длины и определены внутренние лазерные характеристики при оптической накачке ультрафиолетовым излучением ( $\lambda = 337.1$  нм) импульсного азотного лазера ( $\tau_{\text{имп}} = 8$  нс,  $\nu = 700$  Гц). Экспериментальные значения пороговой мощности накачки в зависимости от длины резонатора для сравниваемых структур представлены на рис. 1. Как видно из рисунка, структура с расширенным волноводом имеет более высокие значения пороговой мощности накачки и примерно вдвое большее значение оптимальной длины резонатора. Такое поведение может быть объяснено уменьшением фактора оптического ограничения в структуре с расширенным волноводом, что приводит к росту порога просветления и уменьшению характеристического усиления.

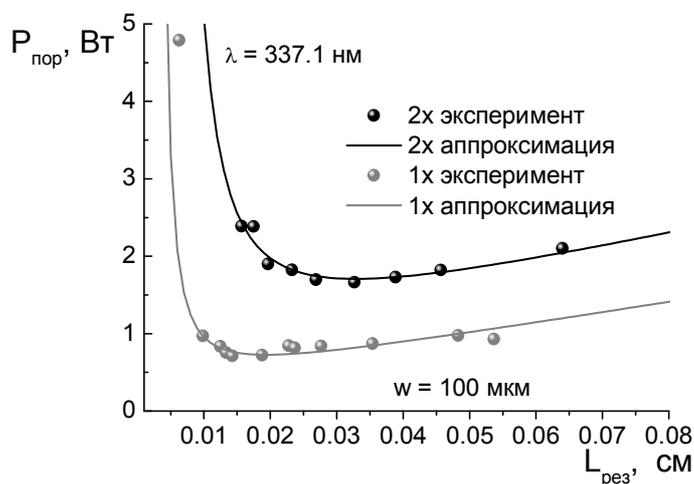


Рис. 1. Зависимость пороговой мощности накачки от длины резонатора для гетероструктуры с обычным (1x) и расширенным (2x) оптическим волноводом. Кружки – эксперимент, линии – аппроксимация

Однако при переходе на оптическую накачку излучением InGaN лазерного диода с длиной волны  $\lambda = 443$  нм полученные значения минимальных пороговых мощностей накачки для обеих структур практически равны ( $\sim 0.4$  Вт). Это свидетельствует о неэффективном поглощении излучения накачки в структурах с обычным дизайном волновода и о возможности улучшения эффективности работы лазерных конверторов за счет оптимизации толщины волновода с учетом конкретной длины волны накачки.

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Электроника и фотоника 1.2.06».

1. Войнилович А. Г. и др. Полупроводниковые лазеры и системы: Матер. 10-го Бел.-Рос. семинара. Мн.: Институт физики НАН Беларуси, 2015. С. 111–114.
2. Луценко Е. В. и др. Квантовая Электроника. 2013. Т. 43, № 5, С. 418–422.