

06.3;07

©1994

# ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ЛАЗЕР НА ОСНОВЕ КВАНТОВО-РАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРЫ $Zn_{1-x}Cd_xSe/ZnSe$ С ОПТИЧЕСКОЙ НАКАЧКОЙ

*Е.М.Дианов, А.М.Прохоров, П.А.Трубенко,  
Е.А.Шербаков*

В последнее время появился ряд сообщений о реализации инжекционных полупроводниковых лазеров на основе квантово-размерных структур (КРС) соединений  $A^{II}B^{VI}$ , в частности  $Zn_{1-x}Cd_xSe/ZnSe$  на GaAs, изготовленных молекулярно-пучковой эпитаксией (МПЭ) и излучающих при комнатной температуре в сине-зеленом диапазоне длин волн [1-4]. Однако одной из основных проблем, возникающих при создании полупроводниковых излучателей на основе соединений  $A^{II}B^{VI}$ , является быстрая деградация лазеров, механизм которой в настоящее время не ясен. Решение технологических задач, связанных с изготовлением совершенных КРС с заданными параметрами, и исследование различными методами механизмов усиления позволит усовершенствовать эпитаксиальные структуры и выявить, в частности, механизм деградации.

Применение с этой целью оптической накачки позволяет исследовать различные механизмы как усиления, так и деградации полупроводниковых лазеров, так как в этом случае сравнительно легко реализуются большие плотности накачки. Помимо этого, данным способом возможно исследование нелегированных полупроводниковых излучательных структур.

Целью настоящей работы являлось создание методом МПЭ лазерных КРС на основе  $Zn_{1-x}Cd_xSe/ZnSe$  и исследование их характеристик с оптической накачкой.

Исследуемые структуры выращивались методом молекулярно-пучковой эпитаксии на полуизолирующих подложках GaAs с ориентацией (100). Более подробно процесс изготовления КРС  $Zn_{1-x}Cd_xSe/ZnSe$  описан нами в работе [5].

Последовательность расположения слоев была следующая: первоначально выращивался буферный слой ZnSe толщиной 350 нм, а далее последовательно располагались 10

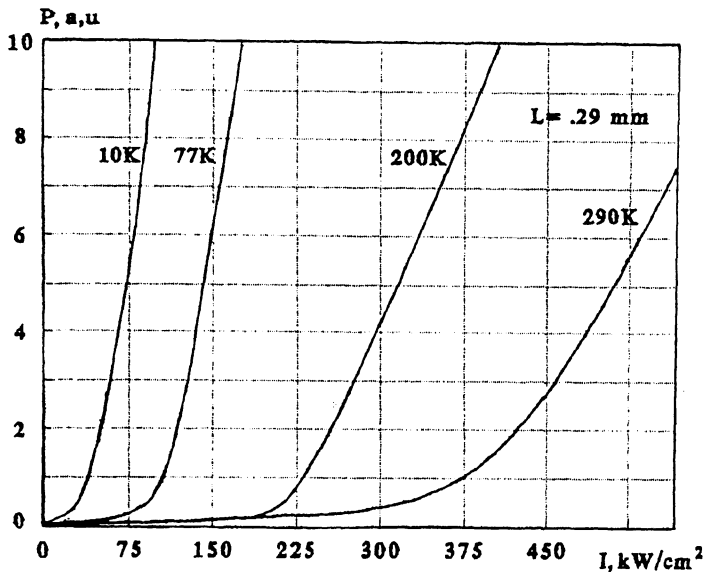


Рис. 1. Зависимость мощности генерации от интенсивности накачки для 10, 77, 200 и 290К. Длина резонатора 0.29 мм.

слоев  $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Se}$  и  $\text{ZnSe}$  с периодом  $210 \text{ \AA}$ , причем соотношение между шириной квантовой ямы  $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Se}$  и барьером  $\text{ZnSe}$  составляло 1:2, а концентрация  $\text{Cd}$  в данном случае составляла 25%.

Для исследования лазерных характеристик использовались образцы с длиной резонатора от 0.1 до 1 мм, которые приклеивались индием на медный радиатор, температура которого могла меняться от 10 до 293 К. В качестве зеркал использовались естественные грани, образованные в результате скола подложки со структурой.

Оптическая накачка производилась азотным лазером ( $E = 3.68 \text{ эВ}$ ) с длительностью импульсов 10 нс и частотой повторения 100 Гц, мощность излучения в импульсе при этом составляла не менее 200 Вт. Интенсивность накачки менялась ступенчатым ослабителем. Для оптимального возбуждения структур использовалась система из двух цилиндрических линз, фокусирующая излучения накачки независимо в продольном и поперечном направлениях. Ширина накачиваемой полоски составляла 0.05 мм, а длина менялась от 0.1 до 1 мм в зависимости от размеров лазерной структуры. Спектры излучения регистрировались монохроматором МДР-6.

Зависимость мощности излучения от интенсивности накачки для разных температур представлена на рис. 1. От-

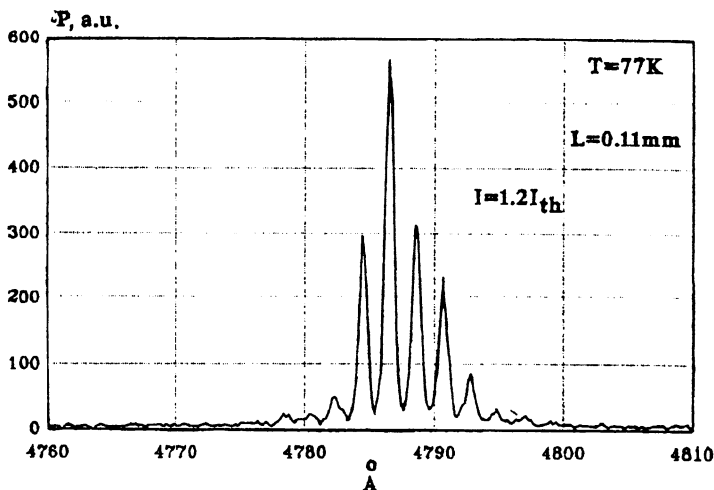


Рис. 2. Спектр излучения при интенсивности накачки 1.2 от пороговой. Температура образца 77К. Длина резонатора 0.1 мм.

метим очевидное увеличение пороговой интенсивности при изменении температуры от 10 до 293 К, а также генерацию при комнатной температуре исследуемой КР структуры.

Спектр излучения образца длиной 0.1 мм, на котором отчетливо наблюдаются продольные моды резонатора, показан на рис. 2. Превышение над пороговой интенсивностью составляло в данном случае 20%.

В заключение отметим, что в настоящей работе реализованы методом молекулярной эпитаксии квантоворазмерные лазерные структуры  $Zn_{1-x}Cd_xSe/ZnSe$  и получена генерация с оптической накачкой при различных температурах, вплоть до комнатной.

Авторы выражают благодарность В.П.Коняеву за полезные обсуждения результатов данной работы.

#### Список литературы

- [1] Hasse M.A., Qiu J., DePuydt J.M., Cheng H. // Phys. Lett. 1991. V. 59. P. 1272.
- [2] Jeon H., Ding J., Patterson W., Nurmikko A.V., Xie W., Grillo D.C., Kobayashi M., and Gunshor R.L. // Appl. Phys. Lett. 1991. V. 59. P. 3619.
- [3] Gaines J.M., Drenten R.R., Haberern K.W., Marshall T., Mensz P., Petruzzello J. // Appl. Phys. Lett. 1993. V. 62. P. 2462.

- [4] Nakayama N., Itoh S., Ohata T., Nakano K., Okuyama H., Ozawa M., Ishibashi A., Ikeda M., Mori Y. // Electron. Lett. 1993. V. 29. P. 1488.
- [5] Wang S.Y., Kawakami Y., Simpson J., Stewart H., Prior K.A., Cavenett B.C. // Appl. Phys. Lett. 1993. V. 62. P. 1715.
- [6] Дуанов Е.М., Прохоров А.М., Трубенко П.А., Щербаков Е.А. // ФТП. 1994. Т. 28. В. 7. В печати.

Институт общей физики  
Москва

Поступило в Редакцию  
16 марта 1994 г.

---