

07

© 1992

НАКАЧКА ЭПОКСИПОЛИМЕРНЫХ ЛАЗЕРОВ
НА КРАСИТЕЛЯХ ИМПУЛЬСНЫМИ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ ЛАЗЕРАМИТ.Б. Бермас, М.М. Зверев,
Е.М. Красавина, А.В. Кутковой,
Ю.М. Парамонов, В.Ф. Певцов

Полупроводниковые лазеры с накачкой электронным пучком являются перспективными источниками накачки лазеров на красителях [1-4]. Это обусловлено возможностью получения генерации в широком диапазоне длин волн от ультрафиолетовой (350 нм, кристаллы ZnS) до инфракрасной области спектра, высокой импульсной мощностью (до десятков мегаватт [5]), возможностью создания компактных мощных лазеров в приборном исполнении [6, 7].

В работе [2] сообщается о получении энергии в импульсе 50 мДж при накачке лазера на растворе родамина 6Ж (Р6Ж) излучением полупроводникового лазера на сульфиде кадмия, при этом эффективность преобразования энергии накачки составила 50%. Для пары кумарин 47 - ZnO при выходной энергии 3 мДж эффективность равнялась 10%.

Известно, что лазеры на красителях в твердотельных матрицах в ряде случаев являются более удобными и простыми в обращении. При накачке лазеров на красителях Р6Ж и родамин С (РС) в эпоксиполимерной матрице максимальная энергия импульса генерации составила 19.1 мДж и 16.5 мДж при эффективности 12 и 10% соответственно [3], для накачки использовалось излучение лазера на сульфиде кадмия.

Для увеличения эффективности генерации необходимо увеличить плотность накачки в активном элементе. При использованной в работах [2, 3] конструкции многоэлементного полупроводникового лазера с продольной накачкой электронным пучком трудности фокусировки света накачки связаны с большой величиной расходимости излучения ($\sim 20^\circ$) при площади излучающей области в несколько $см^2$.

В данной работе для накачки лазеров на красителях (родамин 6Ж, родамин С) в эпоксиполимерных матрицах использовалось излучение полупроводниковых многоэлементных лазеров с поперечной геометрией возбуждения, благодаря чему удалось увеличить эффективность преобразования света накачки. Впервые получена генерация лазера на эпоксиполимерной матрице, активированной красителем кумарин 30 (К30) (длина волны генерации 510-520 нм)

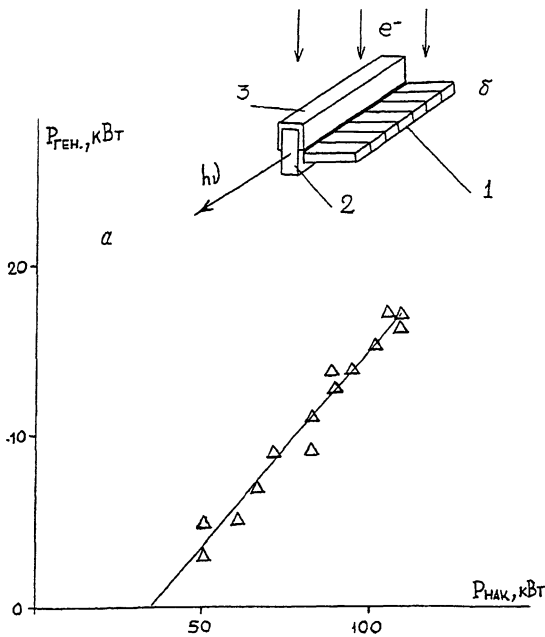


Рис. 1. а - зависимость мощности излучения лазера на красителе К30 от мощности накачки, б - схема эксперимента: 1 - полупроводниковый лазер, 2 - лазер на красителе, 3 - защитный экран.

при возбуждении излучением полупроводникового лазера на основе $ZnSe$ (длина волны 480 нм).

Схема эксперимента представлена на рис. 1, где 1 - полупроводниковый лазер, 2 - лазер на красителе в эпоксиполимерной матрице.

Для накачки полупроводникового лазера использовался малогабаритный ускоритель электронов на базе импульсного рентгеновского аппарата „Мира 4Д“. Параметры электронного пучка: $U_{\text{уск}} = 200 \text{ кВ}$, $J = 150-250 \text{ А см}^{-2}$, $\tau_{\text{имп}} = 5-7 \text{ нс}$.

Полупроводниковый лазер представлял собой набор монокристаллических пластин со сколотыми гранями, являющимися зеркалами резонатора (за счет френелевского отражения). Длина резонатора 3-4 мм, ширина 1 мм (CdS), 0.2 мм ($ZnSe$). Резонатор лазера на красителе образовывали многослойные диэлектрические зеркала, нанесенные непосредственно на полированные торцы эпокси-полимерного активного элемента. Коэффициенты отражения зеркал: 90% - глухого, 30-40% - полупрозрачного. Длина резонатора 40 мм.

Результаты экспериментов представлены в таблице.

Длина волны генерации полупроводникового лазера	525 нм	525 нм	480 нм
Краситель	Р6Ж	РС	К30
Концентрация красителя	0.2 ммоль/л	0.38 ммоль/л	0.47 ммоль/л
Мощность генерации лазера на красителе	40 кВт	60 кВт	17 кВт
КПД	40 %	40 %	15 %
Порог генерации лазера на красителе	10-20 кВт	10-20 кВт	30-40 кВт
Длина волны генерации лазера на красителе	590-600 нм	620-630 нм	505-525 нм
Расходимость излучения лазера на красителе	1° x 3°	1° x 3°	1° x 2°

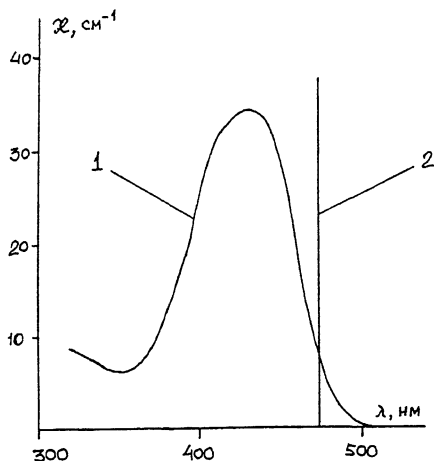


Рис. 2. 1 - спектр поглощения красителя КЗО в эпоксиполимерной матрице, 2 - линия излучения лазера на селениде цинка.

Максимальная эффективность преобразования света накачки составила 40 % для лазеров на основе красителей Р6Ж-РС. Эта величина значительно превышает достигнутые ранее значения эффективности [3], что связано с большим значением плотности мощности света накачки на активном элементе лазера на красителе. При использованной в данной работе геометрии эксперимента (см. рис. 1, б) плотности мощности накачки в лазере на красителе и на выходном торце полупроводникового лазера практически совпадали и достигали при максимальной накачке величины $1.5 \cdot 10^6 \text{ Вт/см}^2$. Заметим, что непосредственное воздействие электронного пучка на эпоксиполимерную матрицу приводит к ее потемнению; для защиты активного элемента использовались защитные экраны (см. рис. 1, б).

При накачке лазеров на растворах красителей широко используется излучение ультрафиолетовых лазеров. Использовать их для накачки лазеров на красителях в твердотельных матрицах нельзя из-за сильного поглощения матрицы в ультрафиолетовом диапазоне спектра.

На рис. 2 представлен спектр поглощения красителя кумарин-30 в эпоксиполимерной матрице. Мы использовали для накачки лазера на этом красителе излучение многоэлементного полупроводникового лазера на селениде цинка, длина волны генерации которого (480 нм) лежит на длинноволновом краю спектра поглощения. Длина образца равнялась 40 мм, выходное зеркало - 42 %.

Длина волны в максимуме линии генерации равнялась 515 нм, при полной ширине линии 20 нм. Пороговая мощность накачки равнялась 30-40 кВт (плотность мощности 0.4-0.5 МВт/см^2), максимальная эффективность равнялась 15 % при выходной мощности 17 кВт (см. таблицу). На рис. 1, а изображена зависимость

мощности генерации от накачки для этого лазера. Более низкая эффективность преобразования для пары $ZnSe-K30$ по сравнению с парами $CdS-P6Ж$ и $CdS-PC$ объясняется, по-видимому, малой оптической плотностью эпоксиполимерного активного элемента на длине волны генерации лазера на селениде цинка. Для увеличения КПД этой пары нужно увеличить концентрацию красителя.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Лисицын В.М., Лях Г.О., Орловский В.М. и др. // Квантовая электроника, 1984. Т. 11. № 8. С. 1670.
- [2] Богданкевич О.В., Зверев М.М., Красавина и др. // Квантовая электроника. 1987. Т. 14. № 1. С. 218.
- [3] Бермас Т.Б., Зверев М.М., Копыт С.П., Кутковой А.В., Певцов В.Ф., Парамонов Ю.М. В сб.: Элементарные процессы в химически реагирующих средах. Москва, 1988. С. 118-122.
- [4] Горобченко В.С., Давыдов С.В., Кулак И.И. и др. Тез. докл. У1 Всес. симп. „Люминесцентные приемники и преобразователи ионизирующего излучения“. Львов, 1988. С. 176.
- [5] Богданкевич О.В., Зверев М.М., Крюкова И.В. и др. // Квантовая электроника. 1985. Т. 12. № 7. С. 1517-1519.
- [6] Богданкевич О.В., Зверев М.М., Копыт и др. // Квантовая электроника. 1987. Т. 14. № 3. С. 605-607.
- [7] Гольченко А.Н., Гущин М.В., Олихов И.М. и др. // Тез. конф. „Физика полупроводниковых лазеров“. Вильнюс, 1989. С. 199.

Всесоюзный
научно-исследовательский
центр по изучению свойств
поверхности и вакуума

Поступило в Редакцию
1 мая 1991 г.