

- [8] Антонишкис Н.Ю., Арсентьев И.И., Гарбузов Д.З., Колышкин В.И., Комиссаров А.Б., Кочергин А.В., Налёт Т.А., Стругов Н.А. // Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. В. 8. С. 699-702.

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
АН СССР, Ленинград

Поступило в Редакцию
1 сентября 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 24

26 декабря 1989 г.

07

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ЛАЗЕР НА КРИСТАЛЛАХ $LiF : F_2^+$ (ОН) С КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ НАКАЧКОЙ

И.И. Кулак, А.И. Митковец,
В.П. Морозов

В последнее время ведется поиск эффективных способов накачки перестраиваемых лазеров на кристаллах с центрами окраски, обладающих широкими полосами поглощения и люминесценции. На кристаллах такого типа получена генерация как при лазерном возбуждении различной длительности [1], так и широкополосном возбуждении излучением ламп накачки [2] и светодиодной накачке [3]. В рамках поиска более эффективного полного КПД лазерной системы в [4] высказано предположение о возможности использования для получения генерации на центрах окраски излучения полупроводниковых катодолуминофоров.

В настоящей работе впервые сообщается о реализованном режиме перестраиваемой генерации на кристаллах $LiF : F_2^+$ (ОН) при накачке излучением полупроводниковых источников света с электронным возбуждением. В экспериментах использовался ускоритель с энергией электронов ~ 200 кэВ, плотностью тока пучка до 1 кА/см^2 и длительностью импульса по полувысоте 1.5 нс. Диаметр выходной анодной фольги 1.4 см. Катодолуминесцентные источники излучения представляли собой пластинки толщиной 100-200 мкм, вырезанные из монокристаллов $CdS_{1-x}Se_x$ и наклеенные оптическим клеем на кварцевые подложки толщиной 3 мм. Поверхность кристаллов, облучаемая электронным пучком, обрабатывалась по специальной технологии, что позволило почти на порядок повысить мощность излучения. Спектры катодолуминесценции регистрировались на спектральном анализаторе OSA фирмы B & M - *spektronik*.

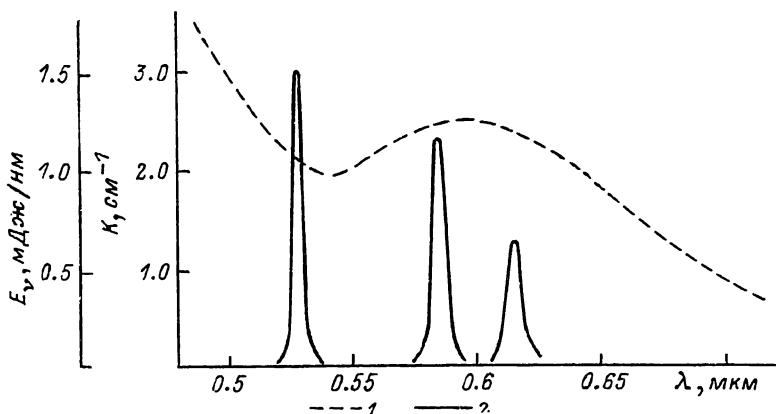


Рис. 1. Спектр поглощения (1) кристалла $LiF:F_2^+(\text{OH})$ и спектры суперлюминесценции использовавшихся катодолуминофоров (2).

Для накачки были выбраны излучатели с длинами волн в максимумах полос 529, 585 и 619 нм при их полуширине 59, 71 и 78 Å соответственно (рис. 1). Длительность свечения катодолуминесценции, измеренная с помощью ФЭК-26 и осциллографа С7-19, составила 3 нс. Энергетические характеристики катодолуминесценции определялись опто-акустическим измерителем энергии, откалиброванным на длине волны 0.53 мкм.

Для получения генерации использовались коммерческие радиационно-окрашенные кристаллы $LiF:F_2^+(\text{OH})$, изготовленные в ИПФ при Иркутском государственном университете. Размеры активного элемента $11.5 \times 13 \times 27 \text{ мм}^3$. Максимальный коэффициент поглощения F_2^+ -центров соответствовал $\lambda = 600 \text{ нм}$ и равнялся 2.5 см^{-1} (рис. 1), концентрация центров - $1.2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$; время жизни возбужденного состояния 29 нс.

В экспериментах применялась поперечная схема накачки. Активный элемент располагался непосредственно у поверхности кварцевой подложки с катодолуминофором. Резонатор длиной 85 мм образован плоско-параллельными зеркалами. Измерение выходной энергии генерации проводилось пьезоэлектрическим приемником $Rj-7200$. Проведена оптимизация резонатора по коэффициенту обратной связи; например, для катодолуминофора № 2 оптимальное значение $R_{\text{опт.}} = 65\%$. При этом максимально достигнутая энергия генерации - 1.05 мДж, что составляет 12 % эффективности преобразования энергии излучения люминофора и 0.03 % потребляемой электрической энергии. Значения энергии генерации, полученные при накачке другими катодолуминофорами, указаны в таблице. Спектр генерации по уровню 0.1 при накачке излучателем № 2 заключен в интервале 0.88-0.99 мкм; длительность импульса генерации - 4 нс.

Исследование работы лазера в селективном резонаторе и осуществление генерации второй гармоники проводились при накачке

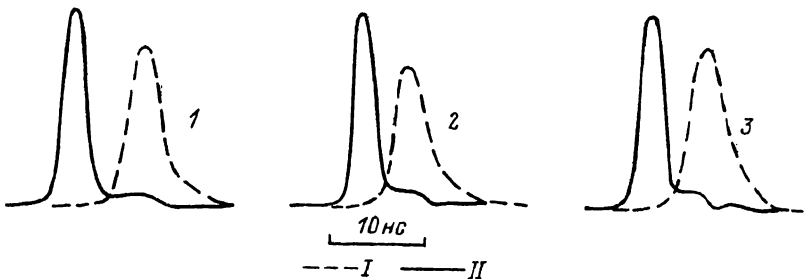


Рис. 2. Кинетика импульсов накачки (I) и генерации лазера на $LiF:F_2^+(OH)$ (II) при возбуждении катодолуминофорами 1-3 соответственно.

Катодолуминофор	$\lambda_{\text{макс накл}}$ (нм)	$W_{\text{накл}}$ (мДж)	$W_{\text{ген}}$ (мДж)	$\tau_{\text{ген}}$ (нс)	$\Delta\tau_{\text{ген}}$ (нс)
1	529	8.5	0.21	4	7.5
2	585	8.5	1.05	4	4
3	619	5.7	0.87	4	6

активного элемента преобразователем № 3 в резонаторе длиной 115 мм, образованном зеркалом с коэффициентом отражения 84 % и дифракционной решеткой 600 штр/мм, установленной по автоколлимационной схеме. Получена перестраиваемая генерация в спектральном диапазоне 0.85–1.05 мкм с полушириной линии излучения 2.4 нм.

Осуществлена генерация второй гармоники в кристалле КДР. При накачке кристалла $LiF:F_2^+(OH)$ короткими (по сравнению с временем жизни возбужденного состояния) импульсами излучения наблюдается существенная задержка между импульсом катодолуминесценции и импульсами генерации ($\Delta\tau_{\text{ген}}$) и деформация импульса генерации (рис. 2). Отметим, что с приближением максимума спектра возбуждения к максимуму спектра поглощения задержка импульса генерации уменьшается до 4 нс, что связано, в первую очередь, с различным уровнем возбуждения кристалла вследствие изменения коэффициента поглощения и эффективности излучения катодолуминофоров.

Расходимость излучения лазера в неселективном резонаторе составила 0.13 раз в плоскости расположения катодолуминофора и 0.02 раз в перпендикулярной плоскости. Денситометрирование распределения поля генерации в ближней зоне указывает на экспоненциальное уменьшение интенсивности генерации по мере удаления от освещаемой грани кристалла. Не обнаружено изменений в энергетике и кинетике импульсов генерации при облучении активного элемента $\sim 1.2 \times 10^3$ импульсами излучения катодолуминесценции.

Таким образом, полученные результаты указывают на конкурентоспособность катодолюминесцентных источников накачки лазеров на радиационно-окрашенных кристаллах по отношению к традиционным (лазерным и широкополосным ламповым) источникам возбуждения. Улучшение светосбора, использование активного элемента соответствующей конфигурации, а также повышение эффективности катодолюминесцентных источников позволит повысить КПД таких лазеров в целом.

Авторы выражают благодарность Г.П. Яблонскому за любезно предоставленные образцы катодолюминофоров и полезные обсуждения результатов.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Б а с и е в Т.Т., В о р о н ь к о Ю.К., М и р о в С.Б., О с и к о В.В., П р о х о р о в А.М. // Известия АН СССР. Сер. физ. 1982. Т. 46. № 8. С. 1600-1610.
- [2] К а р п у ш к о Ф.В., М о р о з о в В.П., С и н и ц ы н Г.В. // Препринт ИФ АН БССР. 1983. № 385. 16 с.
- [3] D o n a v a n J.L. // Opt. Commun. 1989. V. 70. N 3. P. 225-228.
- [4] Г р у з и н с к и й В.В., Д а в ы д о в С.В., К а п у т е р к о М.Н., К у л а к И.И. // ЖПС. 1987. Т. 47. № 4. С. 672-673.

Институт физики
им. Б.И. Степанова
АН БССР, Минск

Поступило в Редакцию
16 мая 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 24

26 декабря 1989 г.

Об.2; 09

КВАНТОВЫЙ ПРИЕМ (СУБ)МИЛЛИМЕТРОВОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТА
РЕЗОНАНСНОГО ТУННЕЛИРОВАНИЯ

А.В. К а м е н е в, В.В. К и с л о в

В последние годы активно разрабатываются устройства, основанные на использовании квантового размерного эффекта в полупроводниковых гетероструктурах. С одной стороны, создаются лазеры и другие приборы оптического и ИК диапазонов [1, 2], основанные на излучательных переходах между квантоворазмерными уровнями. С другой – изучаются возможности использования эффекта резонансного туннелирования через квазистационарный размерный уровень для освоения терагерцового диапазона [3]. В какой-то мере