

УДК 621.378.325

ГЕНЕРАЦИЯ МОЩНЫХ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫХ УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ СВЕТА В ТОНКОПЛЕНОЧНОМ КВАЗИВОЛНОВОДНОМ ЛАЗЕРЕ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

А. В. КАРМЕНЯН, Т. Э. МЕЛИКСЕТАН, К. М. ПОХСРАРЯН

НИИ физики конденсированных сред ЕГУ

(Поступила в редакцию 27 июля 1984 г.)

Исследована генерация в квазिवолноводной активной среде с применением принципа распределенной обратной связи в пикосекундном режиме. Показано, что такая система может использоваться как источник перестраиваемых ультракоротких импульсов излучения с хорошими спектральными и энергетическими характеристиками. Приводятся результаты экспериментального исследования.

Для исследования многих быстропротекающих процессов, индуцируемых в веществе падающим излучением, необходимы лазеры с ультракороткими импульсами света, перестраиваемые по спектру. Как известно, для получения генерации одиночного ультракороткого импульса с плавной перестройкой частоты излучения используются лазеры на красителях, имеющие предельно малые размеры резонатора (~ 10 мкм) [1]. Сужение и плавная перестройка спектра генерации лазера требуют использования селективных элементов, что ведет к увеличению размеров резонатора и, следовательно, усложнению получения ультракоротких импульсов света.

Задача значительно упрощается, если использовать безрезонаторные лазеры на красителях, такие как лазеры с распределенной обратной связью (РОС-лазеры) [2] и квазिवолноводные тонкопленочные лазеры на красителях [3].

В РОС-лазерах длина резонатора составляет несколько тысяч ангстрем, что намного меньше длины резонатора обычного лазера (10—100 см). Если даже РОС-лазер накачивается только одним пикосекундным импульсом, то такой лазер будет излучать, так как время однократного прохождения света через возникшую периодическую структуру (2000 Å) намного меньше, чем 1 пс. В обычных лазерах такая картина не наблюдается, так как время однократного прохождения света через резонатор составляет несколько наносекунд.

Особенностью безрезонаторных лазеров на красителях является одновременное использование излучения накачки как для возбуждения молекул активной среды, так и для осуществления обратной связи, необходимой для возникновения процесса генерации. Такие лазеры обеспечивают генерацию достаточно интенсивного излучения с узкой линией генерации,

непрерывно перестраиваемой в широком спектральном диапазоне без использования каких-либо дисперсионных элементов.

В работах [4—6] показано, что лазер на красителях с РОС может успешно использоваться как источник перестраиваемого излучения цуга и одиночных ультракоротких импульсов излучения.

В настоящей работе экспериментально исследовано применение принципа РОС для получения генерации в квазिवолноводной активной среде в пикосекундном режиме. Квазिवолноводная активная среда (рис. 1) представляет собой тонкий слой ($l \leq 10$ мкм) раствора красителя с показателем преломления n_2 , помещенный между двумя пассивными диэлектрическими средами с показателями преломления n_1 и n_3 , при условии, что $n_1 > n_2$ и $n_3 > n_2$. Распределенная обратная связь в таком слое возникает за счет периодической модуляции параметров среды в зоне интерферен-

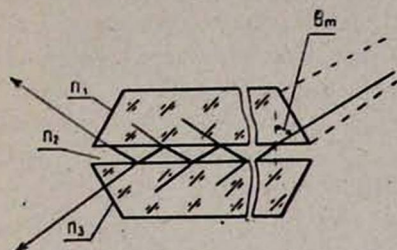


Рис. 1. Схема квазिवолноводного активного слоя.

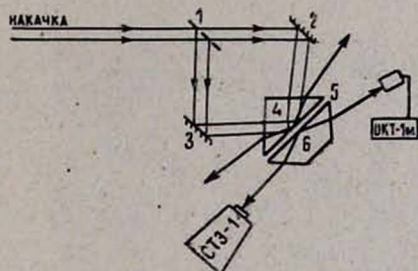


Рис. 2. Схема экспериментальной установки.

ции двух пучков накачки. Два пучка накачки, интерферируя между собой, создают в квазिवолноводном активном слое периодическую структуру, на которой осуществляется генерация с РОС на длине волны, определяемой условием Брэгга,

$$\lambda_r = \frac{n_2 \lambda_n}{n_1 \sin \varphi},$$

где λ_n — длина волны накачки, φ — угол между интерферирующими пучками. Перестройка длины волны генерации достигается изменением угла φ .

Направление распространения излучения соответствует углу распространения квазिवолноводной генерации [7]:

$$\sin \theta_{1,3} = \frac{1}{n_{1,3}} \sqrt{n_2^2 - \left(\frac{\lambda_r}{2l}\right)^2},$$

где l — толщина активного слоя, $n_{1,3}$ — показатели преломления диэлектрических пассивных сред, через которые выходят излучения генерации. Излучения генерации имеют четыре независимых выхода (по два из каждой диэлектрической среды).

В наших экспериментах источником накачки служил лазер на АИГ: Nd^{3+} , работающий в режиме пассивной синхронизации мод, который излучал цуг из 5—7 ультракоротких импульсов [8]. С помощью электрооптического затвора Поккельса из цуга выделялся один ультракороткий им-

пульс, который затем усиливался двумя каскадами усилителей на АИГ: Nd^{3+} . Параметры основного излучения на длине волны $\lambda = 1,06$ мкм были следующими: энергия — 35 мДж, длительность — 38 пс, диаметр пучка — 4 мм, расходимость — 1 мрад, частота повторения импульсов — 1 Гц. Для удвоения частоты основного излучения использовался кристалл КДР длиной 15 мм. Энергетический КПД преобразования во вторую гармонику составлял 60% от энергии основного излучения. Основное излучение отсекалось фильтром.

Для накачки раствора красителя и создания РОС использовалась оптическая двухлучевая схема, изображенная на рис. 2. Излучение накачки светодетелем 1 делилось на два равных по интенсивности пучка, которые с помощью зеркал 2 и 3 направлялись на грани 45-градусной прямоугольной призмы 4. В качестве активной среды 5 использовался раствор родамина 6Ж в этиловом спирте с концентрацией 10^{-3} моль/л, который был заключен между призмами 4 и 6.

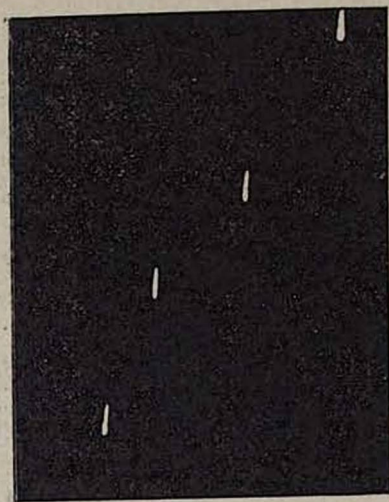


Рис. 3. Спектрограмма перестраиваемого излучения.

Длина волны генерации тонкопленочного квазиволноводного РОС-лазера перестраивалась в пределах области люминесценции красителя. Представленные на рис. 3 спектрограммы генерации, снятые на спектрографе СТЭ-1 со скрещенной дисперсией, имеющем в этой области обратную линейную дисперсию 9,5 А/мм, показывают, что излучение суперлюминесценции полностью отсутствует. Спектральная ширина линии генерации составляла 0,6 А. Расходимость в горизонтальной плоскости была 0,5 мрад. Энергетические характеристики были получены калориметрическим методом при помощи измерительного прибора ИКТ-ИН.

Выходная энергия импульса составляла 4 мДж.

Длительность импульсов генерации непосредственно не измерялась, однако можно отметить, что длительность импульса генерации почти в два раза короче длительности импульса накачки [9].

Такой тонкопленочный квазиволноводный лазер на красителе с РОС может успешно использоваться как источник перестраиваемых ультракоротких импульсов излучения с хорошими спектральными и энергетическими параметрами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бушук Б. А. и др. ЖПС, 29, 807 (1978).
2. Рубинов А. Н., Эфендиев Т. Ш. ЖПС, 27, 634 (1977).
3. Arutunyan V. M. et al. Opt. Commun., 36, 227 (1981).
4. Запороженко В. А., Рубинов А. Н., Эфендиев Т. Ш. Письма в ЖТФ, 3, 114 (1977).

5. Бушук Б. А. и др. Письма в ЖТФ, 5, 880 (1979).
6. Bor Ze., Schäfer F. P. Appl. Phys., B31, 209 (1983).
7. Арутюнян В. М., Джотян Г. П., Карменян А. В. Изв. АН АрмССР, Физика, 15, 379 (1980).
8. Арутюнян А. Г. Письма в ЖТФ, 6, 277 (1980).
9. Рубинов А. Н., Эфендиев Т. Ш. Квантовая электроника, 9, 2359 (1982).

ԼՈՒՅՍԻ ԳԵՐԿԱՐՃ ԻՄՊՈՒԼՍՆԵՐԻ ԳԵՆԵՐԱՑԻԱՆ ԲԱՐԱԿ ԹԱՂԱՆԹԻ ՎՐԱ
ԲԱՇԽՎԱԾ ՀԱԿԱԴԱՐՁ ԿԱՊՈՎ ԼԱԶԵՐՈՒՄ

Ա. Վ. ԿԱՐՄԵՆՅԱՆ, Թ. Է. ՄԵԼԻՔՍԵՏՅԱՆ, Կ. Մ. ՓՈԽՍՐԱՐՅԱՆ

Հսկողարձ կապով բաշխման սկզբունքի օգնությամբ ուսումնասիրված է լույսի զերկարճ իմպուլսների զննարացիան ըվագի-ալիբատար միջավայրում պիկովայրկյանային ռեժիմում: Ցույց է արված, որ ալիպիսի սխառնմը կարող է օգտագործվել որպես վերալարվող զերկարճ իմպուլսների առարման աղբյուր սպեկտրայ և էներգետիկ լավ բնութագրերով: Բերված են փորձնական հետազոտությունների արդյունքները:

GENERATION OF ULTRASHORT PULSES OF LIGHT IN THIN-FILM QUASI-WAVEGUIDE LASER WITH DISTRIBUTED FEEDBACK

A. V. KARMENYAN, T. E. MELIKSETYAN, K. M. POKHSRARYAN

The generation of ultrashort light pulses in quasi-waveguide active medium using the distributed feedback in picosecond regime is investigated. It is shown, that such a system can be used as a source of tunable ultrashort pulses of radiation with good spectral and energy characteristics. The results of experimental investigations are given.