

при воздействии излучения с длиной волны $\lambda = 0,532$ мкм в спектре ЭПР изученных кристаллов одновременно с возникновением окраски появляются группа сигналов, радиоспектроскопические характеристики которых позволяют однозначно идентифицировать их как принадлежащие алюмокислородным дырочным центрам. Такие центры образуются при захвате фотоиндуцированных дырок на дефектные кислородные тетраэдры, в которых фосфор (+5) замещен алюминием (+3). Алюмокислородные дырочные центры обладают поэтому повышенной термической стабильностью (в отличие от известных дырочных PO_4^{2-} -центров [10]) и не отжигаются при комнатной температуре. По этой причине в экспериментах использовались кристаллы КТР, выращенные по технологии (модифицированный метод Чохральского), исключающей загрязнение примесями с ионами Al^{3+} , наличие которых в кристалле КТР, как мы теперь полагаем, в значительной степени способствует усилению эффекта индуцированного поглощения. Лучевая стойкость удвоителей частоты из кристалла КТР достигала ~ 180 МВт/см² на длине волны ВГ при работе кристалла в режиме генерации ВГ и $\sim 2,4$ ГВт/см² на основной частоте. Отметим, что отбор кристаллов на чувствительность к эффекту индуцированного поглощения в значительной степени облегчался использованием более коротковолнового излучения Аг-лазера ($\lambda = 488$ нм) или He—Cd-лазера ($\lambda = 440$ нм), под действием которого этот эффект проявляется значительно сильнее.

1. Труды ИОФАН / Под ред. И. А. Щербакова.— М.: Наука, 1990.
2. R. F. Belt, G. Gashurov, Y. S. Liu. *Laser Focus / Electro-optics*, **10**, 110 (1985).
3. Г. И. Дьяконов, В. А. Маслов, В. А. Михайлов, С. К. Пак, В. Н. Семенов, И. А. Щербаков. *Квантовая электроника*, **16**, 1601 (1989).
4. V. A. Mikhailov, A. M. Prokhorov, I. A. Shcherbakov. Proc. of the Sec. Eur. Conf. on Quantum Electronics. Parts I, II. Dresden, 1989.
5. Н. Д. Байбародова, Г. И. Дьяконов, В. А. Маслов, В. А. Михайлов, С. К. Пак, О. П. Шаунин, И. А. Щербаков. В сб. матер. Всесоюз. конф. «Физика и применение твердотельных лазеров».— М.: ИОФАН, 1990, с. 56.
6. А. П. Фефелов, А. В. Харьковский, С. И. Хоменко. В кн.: Междумедомственный сборник научных трудов МФТИ.— М., 1989, с. 59.
7. Г. И. Дьяконов, В. Г. Лян, В. А. Михайлов, С. К. Пак, Н. В. Романовский, И. А. Щербаков. *Квантовая электроника*, **17**, 1559 (1990).
8. Г. И. Дьяконов, В. Г. Лян, В. А. Михайлов, С. К. Пак, И. А. Щербаков. *Квантовая электроника*, **17**, 1637 (1990).
9. M. G. Roelofs. *J. Appl. Phys.*, **65**, 4976 (1989).
10. Л. Г. Карасева, Б. В. Андреев, В. В. Громов и др. *ДАН СССР*, **289**, 1152 (1989).

Институт общей физики
АН СССР, Москва

Поступило в редакцию
29 марта 1991 г.

V. V. Andreev, G. I. D'yakonov, V. G. Lyan, V. A. Maslov, V. A. Mikhailov, D. A. Nikolaev, S. K. Pak, O. P. Shaunin, I. A. Shcherbakov, **A YSGG: Cr, Nd laser with frequency doubling in a KTP crystal and the efficiency of 1.5—2 percent.**

The efficiency of ~ 1.5 — 2 % has been achieved in YSGG: Cr, Nd lasers utilizing resonators which are insensitive to thermal birefringence in active elements under frequency doubling in a KTP crystal. The output radiation pulse energy amounted to 400 (200) mJ at the pulse repetition rate of 25 (50) Hz. Prospects for further improvement of output parameters of these lasers are shown.

С. В. Гарнов, А. С. Епифанов, С. М. Климентов, А. А. Маненков,
М. Ю. Никольский, И. А. Щербаков

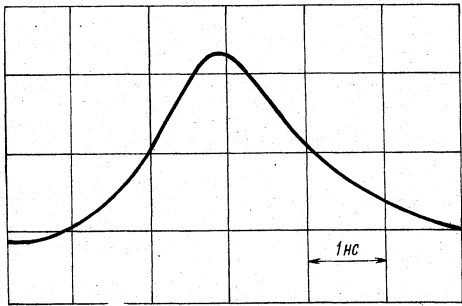
ГЕНЕРАЦИЯ КОРОТКИХ НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ В ИАГ:Nd-ЛАЗЕРЕ С МОДУЛЯТОРОМ ДОБРОТНОСТИ НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛА ГСГГ:Cr, Nd

Получена стабильная одночастотная генерация коротких (2 нс) импульсов излучения в ИАГ:Nd-лазере с пассивным модулятором добротности на кристаллах ГСГГ: Cr³⁺, Cr⁴⁺, Nd³⁺.

В [1] сообщается о создании одночастотного ИАГ: Nd-лазера, генерирующего импульсы длительностью 2,5 нс стабильно воспроизводимой формы, в котором добротность резонатора малой длины (140 мм) модулируется оптически плотным полимерным лазерным затвором (начальное пропускание 9 %). В настоящей публикации сообщается о применении в ИАГ: Nd-лазере пассивного затвора, представляющего собой кристалл ГСГГ: Cr, Nd с фототропными центрами (ФЦ). Ранее такие затворы были использованы в микро-

лазерах [4], в том числе работающих в режиме автомодуляции добротности [3, 5]. Полученные в этих исследованиях результаты позволили сделать вывод о перспективности применения подобных затворов в качестве пассивных модуляторов добротности компактных стабильных лазеров, работающих с высокими частотами повторения импульсов.

Произведенная нами замена полимерного затвора (не зажатого между сапфировыми пластинами) на кристаллический элемент на основе ГСГГ с ФЦ, представляющий собой просветленную пластинку толщиной 1,4 мм с начальным пропусканием 12 % на длине волны 1,06 мкм, позволила существенно уменьшить термооптические искаже-



Осциллограмма импульса лазерного излучения

ния в резонаторе, что привело к повышению стабильности амплитуды импульсов излучения лазера. В результате разброс по энергии от импульса к импульсу снизился вдвое и составил 1,5 % при частотах следования до 10 Гц.

Резонатор лазера был образован эталоном с базой 15 мм (пластина ПМ-15), играющим роль селектора продольных мод и выходного отражателя, и плоским задним зеркалом. Сокращение длительности лазерного импульса до 2 нс по полувысоте было достигнуто за счет уменьшения добротности резонатора (уменьшения коэффициента отражения заднего зеркала до 30 %). Выходная энергия лазерного импульса (рисунок) по сравнению с данными работы [1] увеличилась с 1,5 до 3 мДж при том же диаметре внутрирезонаторной диафрагмы 1 мм. Активный элемент из ИАГ: Nd размерами $\varnothing 3 \times 50$ мм имел просветляющие покрытия на торцах, а роль внутрирезонаторного поляризатора играла плоскопараллельная пластинка, ориентированная под углом Брюстера к оптической оси резонатора.

Кристалл, используемый нами в качестве насыщающегося поглотителя — модулятора добротности, является представителем класса хромсодержащих редкоземельных гранатов с ЦО. При определенных режимах выращивания кристаллов хромсодержащих скандиевых гранатов некоторое количество ионов хрома переходит в стабильное четырехвалентное состояние Cr^{4+} , находясь в тетраэдрических позициях кристаллической решетки. Это приводит к возникновению дополнительных полос поглощения, в том числе широкой полосы в области 1 мкм, которая просветляется под действием интенсивного излучения неоди-

мовых лазеров, что позволяет использовать эти кристаллы в качестве пассивных модуляторов добротности в лазерах на переходе ${}^4F_{3/2} - {}^4I_{11/2}$ ионов Nd^{3+} .

Как известно [2, 6], подобные центры, называемые фототропными, зарегистрированы в кристаллах гадолиний-скандий-галлиевых (ГСГГ), гадолиний-скандий-алюминиевых (ГСАГ), иттрий-скандий-алюминиевых (ИСАГ) и иттрий-скандий-галлиевых (ИСГГ) гранатов. Для кристаллов ГСГГ: Cr, Nd; ГСАГ: Cr, Nd и ИСГГ: Cr, Nd с ФЦ наблюдается генерация оптического излучения с длиной волны $\lambda = 1,06$ мкм, в том числе с автомодуляцией добротности, т. е. в одном кристалле совмещаются функции активной среды и пассивного лазерного затвора [3, 5].

К привлекательным сторонам хромсодержащих гранатов с ФЦ следует отнести также высокую температурную и радиационную стойкость ФЦ, обусловленную стабилизацией валентного состояния ионов Cr^{4+} в кристаллической матрице в процессе выращивания, а также возможность изготовления оптически плотных лазерных затворов при небольших толщинах кристалла. Последнее принципиально важно для создания лазеров с малыми длинами резонаторов и выгодно отличает хромсодержащие гранаты с ФЦ от модулирующих элементов на основе кристаллов LiF с F-центрами, имеющих существенно большие размеры при одинаковых значениях оптической плотности.

Авторы признательны Е. В. Жарикову, П. А. Студеникину и Ю. Д. Заварцеву за предоставленные образцы кристаллов ГСГГ: Cr, Nd.

1. С. В. Гарнов, А. С. Епифанов, С. М. Климентов, А. А. Маненков. *Изв. АН СССР. Сер. физич.*, **54**, 2461 (1990).
2. J. A. Caird, W. F. Krupke, M. D. Shinn. *Digest of Techn. Pap. CLEO-85, Baltimore, 1985*, p. 282.
3. Е. В. Жариков, А. М. Забазнов, А. М. Прохоров. *Квантовая электроника*, **13**, 2347 (1986).
4. А. А. Дивак, Г. А. Ермаков, И. И. Куратов, А. В. Семенов. *Квантовая электроника*, **17**, 165 (1990).
5. А. А. Данилов, В. Л. Евстигнеев, Н. И. Ильичев, А. А. Мелютин. *Квантовая электроника*, **14**, 905 (1987).
6. А. А. Данилов, М. Ю. Никольский, С. М. Першин, Г. К. Саркисян. *Кр. сообщ. по физ.*, ФИАН, № 4, 29 (1989).

Институт общей физики
АН СССР, Москва

Поступило в редакцию
16 апреля 1991 г.

S. V. Garnov, A. S. Epifanov, S. M. Klimentov, A. A. Manenkov, M. Yu. Nikol'skii, I. A. Shcherbakov. **The stimulated emission of short nanosecond pulses from a YAG:Nd laser with a Q-switch utilizing GSGG:Cr, Nd.**

The stable single-frequency stimulated emission of short (2 ns) radiation pulses has been obtained from a YAG:Nd laser with a passive Q-switch utilizing GSGG:Cr³⁺, Cr⁴⁺, Nd³⁺ crystals.