

Новый метод управления длительностью импульса генерации в твердотельных лазерах

New method of control of the generation pulse duration in solid-state lasers

Авторы: Донин В.И., Яковин Д.В., Грибанов А.В.

Authors: Donin V.I., Yakovin D.V., and Gribanov A.V.

Предложен новый метод реализации режимов модуляции добротности резонатора (Q-switch) и одновременно синхронизации мод в твердотельном лазере с помощью одного акустооптического модулятора (АОМ) бегущей волны, а также с формированием керровской линзы в удваивающем кристалле или другом нелинейном элементе внутри резонатора. На основе предложенного метода был создан диодно-накачиваемый Nd:YAG-лазер по схеме, показанной на рис. 1.9, а. В случае удаления нелинейного кристалла и замены плотного зеркала 1 на зеркало с пропусканием, средняя выходная мощность на 1-й гармонике (1064 нм) составляла 2 Вт при частоте повторения Q-switch 2 кГц и длительности отдельного импульса лазера внутри огибающей 40 пс (рис. 1.9, б). Следовательно, пиковая мощность отдельного импульса была 2.5 МВт. С нелинейным кристаллом LBO (синхронизм I типа), который одновременно являлся керровским элементом, средняя и пиковая мощность на 2-й гармонике (532 нм) составляли соответственно 1.5 Вт и 50 МВт.

Предлагаемый метод актуален для целого ряда применений твердотельных лазеров: точная обработка материалов, нелинейная оптика – в том числе получение мощного УФ-излучения, спектроскопия комбинационного рассеяния, медицина и т. д.

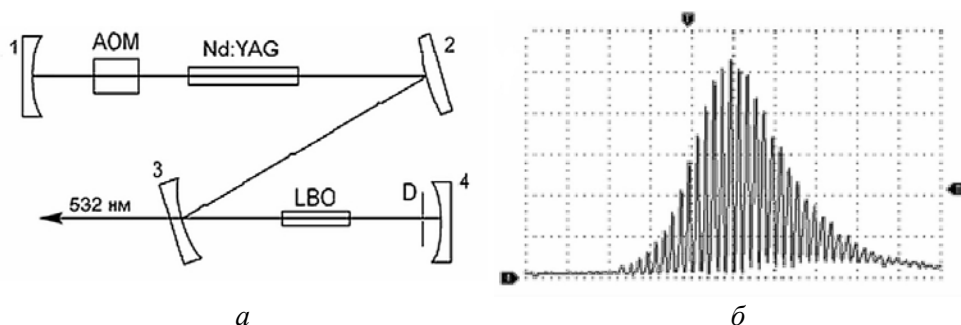


Рис. 1.9. а – схема лазера. 1–4 – зеркала резонатора, АОМ – акустооптический модулятор, Nd:YAG – активный элемент, LBO – нелинейный кристалл, D – диафрагма; б – осциллограмма импульса генерации на длине волны $\lambda = 1064$ нм в режиме Q-switch с синхронизацией мод. Цена деления по оси абсцисс 50 нс

Fig. 1.9. а – Laser diagram. M1-M4 – cavity mirrors, AOM – acousto-optic

modulator, Nd: YAG – active element, LBO – nonlinear crystal, D – diaphragm; *b* - Oscillogram of the generated pulse at the wavelength $\lambda = 1064$ nm produced in the Q-switch with mode-locking. The division value on the abscissa axis is 50 ns

We propose a new method for achieving simultaneous operation of laser mode locking and the Q-switch technique using only a single acousto-optic modulator (AOM) with a traveling wave, and also using further shortening of the lasing pulse by the formation of a Kerr lens in a doubling-frequency crystal or other nonlinear element inside the cavity. A diode-pumped Nd:YAG-laser was developed on the basis of the proposed method in accordance with Fig. 1.9, *a*. When the nonlinear crystal was removed (and a tight mirror 1 was changed by an optimal-transparent mirror), the average output power of the first harmonic (1064nm) was 2 W at the pulse repetition rate of the Q-switch equal to 2 kHz and the duration of pulses inside the train (Fig. 1.9, *b*) equal to 40 ps. Consequently, a single peak power was 2.5 MW. With the nonlinear LBO crystal (phase-matched type I), which simultaneously acted as a Kerr-lens, the average and peak output power of the second harmonic (532nm) were 1.5 W and 50 MW, respectively.

The proposed method is required for a number of solid-state laser applications: precision material processing, nonlinear optics including obtaining of high-power UV radiation, Raman spectroscopy, medicine, etc.

Публикации:

1. Донин В.И., Яковин Д.В., Грибанов А.В. Лазер с модуляцией добротности резонатора и синхронизацией мод // Заявка на патент № 2011123043/28 от 7.06.2011. Положительное решение от 29.08.2012 г.
2. Донин В.И., Никонов А.В., Яковин Д.В., Грибанов А.В. Мощный одномодовый диодно-накачиваемый Nd:YAG-лазер с излучением гармоник 0.532 мкм и 0.355 мкм для прецизионной обработки материалов // Доклады IV Всероссийской конференции «Взаимодействие высококонцентрированных потоков с материалами в перспективных технологиях и медицине» (г. Новосибирск, Россия, 22–25 марта, 2011). С. 70–73.
3. Donin V.I., Yakovin D.V., Gribanov A.V. Diode-pumped green Nd:YAG laser with Q-switch and mode locking // Optics Letters, 2012, vol. 37, issue 3. P. 338–340.
4. Донин В.И., Яковин Д.В., Грибанов А.В. Модуляция добротности и синхронизация мод в диодно-накачиваемом Nd:YAG-лазере с удвоением частоты // Квант. электроника, 2012, т. 42, № 2. С. 107–110.
5. In the book: “Nd YAG Laser”, edited by Dan C. Dumitras, Publisher: InTech, 2012 Donin V.I., Yakovin D.V., Gribanov A.V. Diode-Pumped Nd:YAG Green Laser with Q-Switch and Mode Locking. Chapter 6. P. 97–110.