

Создание антиотражающих микроструктур на поверхности нелинейно-оптических кристаллов фемтосекундным лазерным излучением

Development of anti-reflection microstructures on the surface of nonlinear optical crystals using femtosecond laser radiation

Авторы: А.В.Достовалов¹, В.Е. Федяй¹, В.А. Симонов¹, А.Э. Симанчук¹, С.А.Бабин¹, Л.И. Исаенко^{2,3}, А.П. Елисеев^{2,3}, С.И. Лобанов^{2,3}, А.А. Шкляев^{2,3}, С.А. Сюраев^{4,5}, А.А. Кучмижак^{4,5}

¹*Институт автоматики и электрометрии СО РАН (ИАиЭ СО РАН), г. Новосибирск*

²*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (ИГМ СО РАН), г. Новосибирск*

³*Новосибирский государственный университет (НГУ), г. Новосибирск*

⁴*Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН (ИАПУ ДВО РАН), г. Владивосток*

⁵*Дальневосточный федеральный университет (ДФУ), г. Владивосток*

Authors: A.V.Dostovalov¹, V.E. Fedya¹, V.A. Simonov¹, A.E. Simanchuk¹, S.A. Babin¹, L.I. Isaenko^{2,3}, A.P. Eliseev^{2,3}, S.I. Lobanov^{2,3}, A.A. Shklyayev^{2,3}, S.A. Subaev^{4,5}, A.A. Kuchmizhak^{4,5}

¹*Institute of Automation and Electrometry, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk (IA & E SB RAS, Novosibirsk)*

²*Institute of Geology and Mineralogy SB RAS*

³*Novosibirsk State University*

⁴*IACP FEB RAS*

⁵*FEFU*

Исследовано воздействие фемтосекундных лазерных импульсов на поверхность нелинейно-оптических кристаллов с высоким показателем преломления ($n > 2.5$). Найдены оптимальные режимы лазерного воздействия для создания антиотражающих микроструктур на поверхности кристаллов GaSe и BaGa₄Se₇. В первом случае при воздействии ИК фс лазерного излучения на поверхность кристалла созданы образцы антиотражающих микроструктур в виде периодических углублений с глубиной 1.7 мкм и периодом 3 мкм, обладающие пропусканием до 94 %, что существенно превышает исходное пропускание кристаллов (65 %) [1, 2]. Во втором случае при воздействии УФ фс лазерного излучения на поверхность кристалла BaGa₄Se₇ была создана структура с периодом 500 нм, увеличивающая пропускание образца с 66 до 84 % на длинах волн ≈ 1.5 мкм [3]. Таким образом, предложен метод создания антиотражающих микроструктур на поверхности нелинейно-оптических кристаллов с высоким показателем преломления, что открывает возможности для создания высокоэффективных источников излучения ближнего и среднего ИК-диапазона.

The impact of femtosecond laser pulses on the surface of nonlinear optical crystals with a high refractive index ($n > 2.5$) was studied. Optimal experimental parameters have been found for anti-reflection microstructures formation on the surface of GaSe and BaGa₄Se₇ crystals. In the first case, when exposed to IR fs laser radiation on the crystal surface, anti-reflection microstructures were created as periodic isolated craters with a depth of 1.7 μm and a period of 3 μm , with a transmittance of up to 94 %, which significantly exceeds the initial transmission of the crystals (65 %) [1, 2]. In the second case, when exposed to UV fs laser radiation on the surface of a BaGa₄Se₇ crystal, anti-reflection microstructures with a period of 500 nm were created, increasing the transmittance of the sample from 66 to 84% at wavelengths ≈ 1.5 μm [3]. Thus, a method for anti-reflection microstructures formation on the surface of nonlinear optical crystals with a high refractive index was proposed, which opens up the possibility of creating highly efficient near- and mid-IR radiation sources.

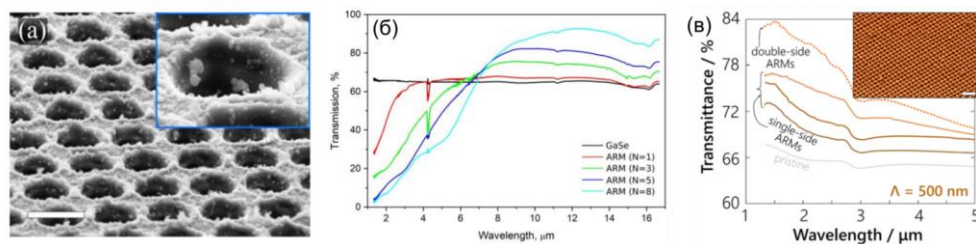


Рис. 1.6. Изображение антиотражающих микроструктур, полученное с помощью сканирующего электронного микроскопа, созданных на поверхности кристаллов GaSe при воздействии фс импульсов (а), соответствующие спектры пропускания антиотражающих микроструктур, созданных при различных количествах импульсов 1–8 (б), спектры пропускания антиотражающих микроструктур, созданных на поверхности кристаллов BaGa₄Se₇ (в).

Fig. 1.6. Scanning electron microscopy image of anti-reflection microstructures formed on the surface of GaSe crystals under the influence of fs pulses (a), corresponding transmission spectra of anti-reflection microstructures created with different numbers of pulses 1–8 (b), transmission spectra of anti-reflection microstructures created on the surface of crystals BaGa₄Se₇ (c)

Публикации/References:

1. Yelisseyev A., Fedyaj V., Simonov V., Isaenko L., Lobanov S., Shklyaev A., Simanchuk A., Babin S., Dostovalov A. Femtosecond Laser Direct Writing of Antireflection Microstructures on the Front and Back Sides of a GaSe // Crystal. *Photonics*. – 2022. – V. 9. – P. 774. <https://doi.org/10.3390/photonics9100774>
2. Yelisseyev A.P., Isaenko L.I., Lobanov S.I., Dostovalov A.V., Bushunov A.A., Tarabrin M.K., Teslenko A.A., Lazarev V.A., Shklyaev A.A., Babin S.A., Goloshumova A.A., Gromilov S.A. Effect of antireflection microstructures on the optical properties of GaSe // *Opt. Mater. Express* – 2022. – V. 12. – P. 1593–1608.
3. Dostovalov A., Syubaev S., Modin E., Gurbatov S., Cherepakhin A., Tarasova A., Krinitzin P., Yelisseyev A., Isaenko L., Kuchmizhak A. SWIR anti-reflective nanostructures on nonlinear crystals by direct UV femtosecond laser printing // *Appl. Phys. Lett.* – 2023. – V. 123. – P. 061108. <https://doi.org/10.1063/5.0159719>